

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Medicina

BALTAZAR LEÃO REIS

**VALIDAÇÃO ANATÔMICA DA TREPANAÇÃO SOBRE O PONTO
ESFENO-PTERIONAL NAS CRANIOTOMIAS FRONTOLATERAIS**

Belo Horizonte

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À
OFTALMOLOGIA

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO

VALIDAÇÃO ANATÔMICA DA TREPANAÇÃO SOBRE O PONTO
ESFENO-PTERIONAL NAS CRANIOTOMIAS FRONTOLATERAIS

BALTAZAR LEÃO REIS

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS APLICADAS À CIRURGIA E À OFTALMOLOGIA.

Aprovada em 28 de agosto de 2017, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Sebastião Nataniel Silva Gusmão - Orientador
UFMG

Profa. Vivian Resende
UFMG

Prof. Aluizio Augusto Arantes Júnior
UFMG

Prof. Roberto Leal da Silveira
Hospital Madre Teresa

Prof. José Alberto Landeiro
UFF

Belo Horizonte, 28 de agosto de 2017.

R375v Reis, Baltazar Leão.
Validação anatômica da trepanação sobre o ponto eseno-pterional nas
craniotomias frontolaterais [manuscrito]. / Baltazar Leão Reis. - - Belo
Horizonte: 2017.
63f.: il.
Orientador: Sebastião Nataniel Silva Gusmão.
Área de concentração: Ciências Aplicadas à Cirurgia e Oftalmologia.
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de
Medicina.
1. Craniotomia/métodos. 2. Osso Esfenóide/cirurgia. 3. Microcirurgia.
4. Cefalometria. 5. Dissertações Acadêmicas. I. Gusmão, Sebastião
Nataniel Silva. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de
Medicina. III. Título.

NLM: WL 368

BALTAZAR LEÃO REIS

**Validação anatômica da trepanação sobre o ponto eseno-pterional nas
craniotomias frontolaterais**

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e Oftalmologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Medicina.

Área de concentração: Anatomofisiopatogenia Cirúrgica
Linha de pesquisa: Correlação entre Imagem, Morfologia e Fisiopatologia Cirúrgicas

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Nataniel Silva Gusmão
Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte
Faculdade de Medicina da UFMG
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor

Prof. Jaime Arturo Ramírez

Vice-Reitora

Profa. Sandra Regina Goulart Almeida

Pró-Reitora de Pós-Graduação

Profa. Denise Maria Trombert de Oliveira

Pró-Reitor de Pesquisa

Prof. Ado Jório de Vasconcelos

Diretor da Faculdade de Medicina

Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Vice-Diretor da Faculdade de Medicina

Prof. Humberto José Alves

Coordenador do Centro de Pós-Graduação

Prof. Luiz Armando Cunha de Marco

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação

Profa. Ana Cristina Cortes Gama

Chefe do Departamento de Cirurgia

Prof. Renato Santiago Gomez

Chefe do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Profa. Ana Rosa Pimentel de Figueiredo.

**Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à
Cirurgia e à Oftalmologia**

Prof. Túlio Pinho Navarro

**Subcoordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à
Cirurgia e à Oftalmologia**

Profa. Vivian Resende

**Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Cirurgia e
à Oftalmologia**

Prof. Túlio Pinho Navarro (Coordenador)

Profa. Vivian Resende (Sub-Coordenadora)

Prof. Agnaldo Soares Lima

Prof. Marcio Bittar Nehemy

Prof. Marco Aurélio Lana Peixoto

Prof. Renato Santiago Gomez

Representante Discente

Taíse Miriam Cruz Mosso Ramos

DEDICATÓRIA

Às minhas avós, Ricardina Maria da Neiva Leão e
Maria da Glória Queiroz Reis, que através
da educação modificaram eternamente
a história de vida de suas famílias.

AGRADECIMENTOS

Prof. Sebastião Nataniel Silva Gusmão, meu orientador e amigo, pelo estímulo a perseguir a vida acadêmica e por ajudar na realização deste desafio;

Prof. Atos Alves de Sousa, meu eterno “chefe”, por compartilhar seu conhecimento sempre através de bons exemplos;

Prof. Feres Eduardo Chaddad Neto, professor e amigo, sempre disponível para discutir dados técnicos relacionados à neurocirurgia e contribuindo com seu conhecimento único;

Prof. Evandro Pinto da Luz de Oliveira, pelas palavras de estímulo, pelas oportunidades e por ter me ensinado a sempre buscar a perfeição;

Dr. Ali Krisht, grande homem e amigo, pelo exemplo de como ser médico, neurocirurgião e humano;

Prof. Edison Liberti, coordenador do Museu de Anatomia Alfonso Bovero, pela imensurável boa vontade e confiança em ceder o acervo de crânios do referido museu para realização deste estudo;

Meus pais, Baltazar Queiroz Reis e Vânia de Fátima Leão Reis, por sempre terem estimulado meus estudos e por, até hoje, vibrarem comigo festejando cada uma das minhas conquistas como se fossem deles;

Andréia, meu amor, pela companhia sempre agradável, pela cumplicidade, pelo cuidado comigo e, principalmente, por sempre me mostrar um segundo ponto de vista mais ameno e amável;

Aos meus amigos de neurocirurgia e contemporâneos, George de Albuquerque Cavalcanti Mendes, Diego Mendez Rosito e Shashwat Mishra, por compartilhar dos meus desafios, pelo estímulo a melhorar sempre e por serem, para mim, grandes exemplos de médicos, companheiros de trabalho e neurocirurgiões;

Meus irmãos, Guilherme e Lara, pelos momentos de descanso, pelas risadas e por terem me ensinado que todos somos diferentes e que nem tudo no mundo é neurocirurgia;

Finalmente, agradeço a todos os médicos residentes que estiveram em contato comigo durante a caminhada até aqui. Vocês todos, sem exceções, me estimulam a todo dia tentar inovar mais, aprender mais e dar bons exemplos. Aprendi muito mais com vocês do que fui capaz de ensinar.

RESUMO

Introdução: Craniotomias frontotemporais, incluindo a craniotomia pterional, constituem os acessos cirúrgicos mais comumente realizados em neurocirurgia. Neste trabalho, estudamos reparos anatômicos ósseos na superfície lateral do crânio para identificar um ponto "estratégico" onde ambas as fossas cranianas anterior e média são expostas simultaneamente através de um único orifício de trépano colocado sobre o componente esfenoidal do ptério (ponto esfeno-pterional) em craniotomias frontotemporais.

Objetivos: O objetivo deste trabalho foi definir anatomicamente o ponto esfeno-pterional por meio de medidas craniométricas realizadas na superfície lateral do crânio do humano adulto.

Método: Foram utilizados 100 crânios secos humanos (idade > 18 anos) (200 lados) com a calvária removida, os quais foram previamente catalogados por gênero e idade. Sob controle visual direto das superfícies interna e externa do crânio e usando transiluminação a laser, o ponto esfeno-pterional foi identificado com precisão na fossa temporal. As medições foram feitas com base em reparos ósseos facilmente identificáveis na face lateral do crânio, como a sutura frontozigomática e o arco zigomático. Para isso, uma linha horizontal foi estabelecida paralela à borda superior do arco zigomático e estendendo-se do ponto esfeno-pterional até o processo zigomático do osso frontal e outra linha, vertical, foi desenhada a partir da sutura frontozigomática até cruzar perpendicularmente a linha horizontal. Com base nessas linhas, as distâncias horizontal e vertical foram estabelecidas entre o ponto esfeno-pterional e a sutura frontozigomática.

Resultado: A sutura frontozigomática foi identificada em todos os espécimes (100%) em ambos os lados (direito e esquerdo). Independentemente do sexo ou do lado do crânio, a distância horizontal média foi de 21,72 mm (DP, 3,17 mm; min, 14,25 mm; máx, 32,58 mm) e a distância vertical média foi de 4,76 mm (DP, 1,74; min, 0 mm; máx, 9,73 mm). Nem as distâncias horizontais (lado direito, $p = 0,621$, lado esquerdo, $p = 0,341$) nem as verticais (lado direito, $p = 0,460$; lado esquerdo, $p = 0,609$) diferiram de forma estatisticamente significativa entre os sexos. Portanto, homens e mulheres apresentaram, em média, as mesmas medidas verticais e horizontais em ambos os lados.

Conclusões: O orifício de trépano colocado sobre o ponto esfeno-pterional expõe simultaneamente as fossas anterior e média nas craniotomias frontolaterais. De acordo com nossas medições, este ponto está localizado, em média, 21,72 mm posterior e 4,76 mm superior à sutura frontozigomática, sobre o componente ósseo esfenoidal da região do ptério. Este *keyhole* modificado elimina a necessidade de trepanações sobre o *keyhole* tradicional, bem como sobre a escama do osso temporal em craniotomias frontotemporais.

Palavras-chave: *keyhole* modificado; pterional; craniotomia frontolateral; pontos craniométricos; ponto esfeno-pterional; *keyhole*.

ABSTRACT

Introduction: Frontotemporal craniotomies, including pterional craniotomies, are the most commonly performed neurosurgical approaches. We studied the external bony landmarks on the lateral surface of the skull to identify a “strategic” point where both the anterior and middle cranial fossae are exposed simultaneously during frontotemporal craniotomies through a single burr hole placed over the sphenoidal portion of the pterion (spheno-pterional point).

Objective: The aim of this work was to anatomically define the spheno-pterional point via craniometric measurements taken on the lateral surface of the human skull.

Method: This work used one hundred adult (age > 18 yo) human dry crania (200 sides) with the calvaria removed, which were cataloged by gender and age. Under direct visual control of the inner and outer surfaces of the skull and by using laser transillumination, the spheno-pterional point was accurately identified in the temporal fossa. Measurements were taken based on easily identifiable bony landmarks, such as the frontozygomatic suture and the zygomatic arch. A horizontal line was established parallel to the superior border of the zygomatic arch extending from the spheno-pterional point up to the zygomatic process of the frontal bone, and a vertical line was drawn by connecting perpendicularly the frontozygomatic suture to the horizontal line. Based on these lines, the horizontal and vertical distances were established between the spheno-pterional point and the frontozygomatic suture.

Result: The frontozygomatic suture was identified in all specimens (100%) on both the left and right sides. Regardless of gender or the side of the skull, the mean horizontal distance was 21.72 mm (SD, 3.17 mm; range, 14.25 mm-32.58 mm), and the mean vertical distance was 4.76 mm (SD, 1.74 mm; range, 0.00-9.73 mm). Neither the horizontal (right side, $p=0.621$; left side, $p=0.341$) nor the vertical measurements (right side, $p=0.460$; left side, $p=0.609$) differed significantly between genders. Therefore, males and females present, on average, the same vertical and horizontal measurements on both sides. The burr hole placed over the spheno-pterional point simultaneously exposed both the frontal and middle fossae in the frontolateral craniotomies.

Conclusions: According to our measurements, this point is located, on average, 21.72 mm posterior and 4.76 mm superior from the frontozygomatic suture, over the sphenoidal bone component of the pterion region. This modified keyhole eliminates

the need for burr holes over the traditional keyhole as well as over the squamous temporal bone.

Key Words: modified keyhole; pterional; frontolateral craniotomy; craniometric points; speno-pterional point; keyhole.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista lateral fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos visualizar os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A projeção lateral da crista esfenoidal pode ser facilmente identificada. O ponto esfeno-pterional (preto) marca o centro do furo de trépano colocado sobre a asa maior do osso esferoide e crista esfenoidal. Esta trepanação expõe concomitantemente a dura-máter do lobo frontal e do lobo temporal. O ponto marcado em vermelho representa o *keyhole* clássico, conforme descrito por Yasargil..... 17

Figura 2 – Vista superior das fossas cranianas anterior e média. A crista esfenoidal pode ser entendida com a extensão lateral da asa menor do osso esferoide. Juntas, a crista esfenoidal e a asa menor do osso esferoide compõem o limite ósseo entre as fossas cranianas anterior e média..... 21

Figura 3 – Vista oblíqua superior esquerda das fossas cranianas anterior e média. Destaca-se a relação anatômica entre crista esfenoidal e asa menor do osso esferoide. A asa menor do osso esferoide tem relação com a fissura orbitária superior. A porção mais lateral da fissura orbitária superior (região da prega da artéria meningo-orbitária) marca o limite anatômico entre crista esfenoidal lateralmente e asa menor do osso esferoide medialmente..... 22

Figura 4 - Vista lateral de um crânio humano adulto. Na fossa temporal, entre o ptério (ponto azul) e o ponto de união das suturas frontozigomática, esferozigomática e esferofrontal (ponto vermelho) a projeção interna da crista esfenoidal sobre a asa maior do osso esferoide pode ser identificada por uma depressão óssea facilmente reconhecida nas craniotomias frontotemporais..... 23

Figura 5 - Vista lateral da fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos visualizar os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A porção mais anterior da projeção lateral da crista esfenoidal apresenta forma triangular (triângulo vermelho). O ápice deste triângulo representa o ponto esfeno-pterional. A brocagem desta área triangular contemplando o seu ápice e sua base permite a exposição concomitante das fossas cranianas média e anterior além da periórbita. 24

Figura 6 - Fonte de luz LASER verde de potência de 300 mW e comprimento de onda de 532 nm utilizada para a transiluminação..... 29

Figura 7 - Vista superior de um crânio seco com calvária removida utilizado para as medidas do presente estudo. Por meio do uso de transiluminação por LASER e tendo o controle visual simultâneo das superfícies interna e externa, o ponto esfeno-pterional pode ser precisamente localizado sem provocar danos ao espécime estudado..... 29

Figura 8 - Vista detalhada da superfície interna direita das fossas média e anterior durante a transiluminação por LASER. A fonte de luz LASER foi colocada sobre o ponto eseno-pterional. A luz verde pode ser observada concomitantemente nas fossas anterior e média, separadas pela crista esfenoidal, simulando um furo de trépano. 30

Figura 9 - Vista lateral da fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos ver os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A linha horizontal (tracejada) foi desenhada paralela à borda superior da raiz do arco zigomático e se estende do ponto eseno-pterional até o processo zigomático do osso frontal. A linha vertical (pontilhada) foi colocada de forma a conectar perpendicularmente a sutura frontozigomática à linha horizontal. Baseado nestas linhas, duas distâncias foram mensuradas: (1) Distância horizontal – distância em milímetros, sobre a linha horizontal, do ponto eseno-pterional até a interseção com a linha vertical; (2) Distância vertical – distância em milímetros, sobre a linha vertical, da sutura frontozigomática até a interseção com a linha horizontal..... 31

Figura 10 - Paquímetro de precisão profissional utilizado para aferir as medidas horizontais e verticais..... 32

Figura 11 - Esquema ilustrativo de um furo de trépano sobre o ponto eseno-pterional. O ponto eseno-pterional está representado pelo ponto vermelho. Um único buraco de trépano sobre este ponto é capaz de expor concomitantemente as fossas cranianas anterior e média separadas ao centro pela crista esfenoidal..... 39

Figura 12 - Vista intra-operatória da fossa temporal direita. Uma trepanação foi feita sobre o ponto eseno-pterional. Observa-se que com um único trépano é possível expor a dura-máter das fossas anterior e média simultaneamente, ambas separadas pela crista esfenoidal ao centro da trepanação..... 40

Figura 13 - Dissectores em ângulo reto. O uso de dissectores em ângulo reto de tamanho progressivo facilita o trabalho de separação da dura-máter da face interna do crânio através da trepanação sobre o ponto eseno-pterional. 42

Figura 14 - Tomografia de crânio pós-operatória com reconstrução óssea em 3 dimensões de paciente submetido a craniotomia pterional esquerda utilizando o *keyhole* modificado. A seta preta indica a sutura frontozigomática. O ponto preto representa o ponto eseno-pterional localizado posteriormente e acima do nível da sutura frontozigomática. Observar a linha tracejada na altura da sutura frontozigomática e paralela ao arco zigomático. Nota-se a ausência de trepanações sobre o *keyhole* tradicional e sobre a escama do osso temporal. Neste caso, uma segunda trepanação sobre o stefânio foi utilizada. 43

Figura 15 - Tomografia de crânio pós-operatória com reconstrução óssea em 3 dimensões de paciente submetido a craniotomia pterional esquerda utilizando o *keyhole* modificado. A seta preta indica a área de brocagem sobre a crista esfenoidal por uma perspectiva interna no crânio. Observar que o ponto eseno-pterional corresponde à porção mais basal (anterior) e lateral da crista esfenoidal..... 43

Figura 16 - Vista da região frontolateral direita de um crânio seco exemplificando a extrapolação do uso da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional (ponto vermelho). Descolocando-se o centro da trepanação anteriormente e inferiormente é possível a exposição concomitante das fossas anterior e média além da periórbita através de um único furo de trépano. 48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios da distância horizontal em ambos sexos.....	35
Tabela 2 - Valores médios da distância vertical em ambos sexos.	35
Tabela 3 - Tabela comparativa das medidas horizontais e verticais do lado esquerdo entre crânios masculinos e femininos.	35
Tabela 4 - Tabela comparativa das medidas horizontais e verticais do lado direito entre crânios masculinos e femininos.	36
Tabela 5 - Análise estatística da medida horizontal entre lados direito e esquerdo em cada gênero separadamente.	36
Tabela 6 - Análise estatística da medida vertical entre lados direito e esquerdo em cada gênero separadamente.	37

LISTA DE ABREVIATURAS

cm – centímetros

DP – Desvio padrão

LASER – *Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation*

Máx – valor máximo

mm – milímetros

Min – valor mínimo

mW – miliwatt

nm – nanômetro

INMETRO - Instituto Nacional de Meteorologia, Qualidade e Tecnologia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	19
3 OBJETIVOS.....	20
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
4.1 Dados pertinentes de anatomia	21
4.2 Descrição em resumo da craniotomia frontotemporal padrão	24
4.3 Definições.....	26
5 MÉTODO.....	28
5.1 Análise estatística	32
6 RESULTADO	34
7 DISCUSSÃO	38
8 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51
ANEXOS	54
Anexo A – Artigo aceito para publicação.....	55
Anexo B – Carta de Ciência do Comitê de Ética em Pesquisa.....	63

1 INTRODUÇÃO

A genealogia dos acessos frontolaterais inicia-se por volta de 1920 quando Heuer e Dandy descreveram a primeira craniotomia frontolateral para exposição cirúrgica do quiasma óptico e região selar.(1,2) Uma craniotomia frontotemporal ampla era necessária para permitir suficiente retração do lobo frontal afim de se ter acesso ao círculo arterial do cérebro (polígono de Willis).(3) Posteriormente, Kempe adicionou algumas modificações à craniotomia frontolateral idealizada por Dandy.(4) Kempe propôs uma maior exposição do lobo temporal que permitisse a retração deste lobo após a coagulação de algumas de suas veias em ponte. Criava-se assim um acesso mais amplo à região do círculo arterial do cérebro por meio da retração com espátulas dos lobos frontal e temporal.(5)

Em 1975, Yasargil *et al.* sistematizaram e deram maior precisão às craniotomias frontolateral de Dandy e frontotemporal de Kempe, utilizadas até então para abordagem de estruturas na região selar e paraselar.(6,7) Descreveram a craniotomia centrada no opérculo frontotemporal (região do ptério) do sulco lateral (fissura de *Sylvius*) e introduziram os conceitos de *keyhole*, dissecação interfascial e craniotomia pterional.(8,9)

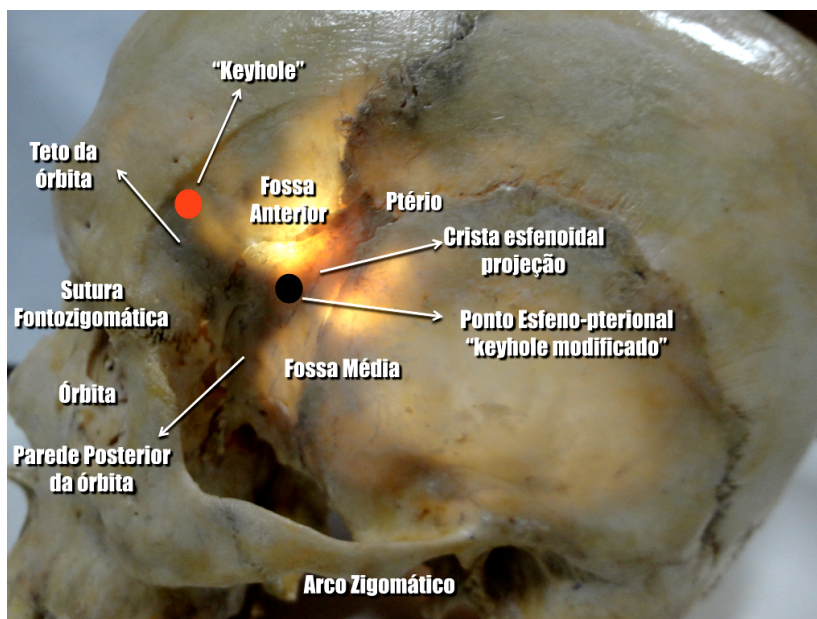
Através da craniotomia fronto-têmporo-esfenoidal (pterional) proposta por Yasargil é possível a abertura da fissura silviana e de todas as cisternas anteriores da base do cérebro. Tal fato faz com que a craniotomia pterional e a via transilviana constituam em conjunto o acesso mais utilizado na neurocirurgia atual, sendo considerada o modelo básico das craniotomias frontotemporais.(5,10)

Durante as últimas décadas a craniotomia pterional teve sua sistematização modificada por diversos autores, e também deu origem a novos modelos de craniotomias frontolaterais como a craniotomia supra-orbitária, a craniotomia órbito-zigomática, a craniotomia pré-temporal e, mais recentemente, a craniotomia supra-orbitária lateral.(11–15)

No entanto, apenas poucas modificações foram propostas quanto à distribuição dos furos de trépano nas craniotomias frontotemporais, principalmente quanto à posição do *keyhole* inicialmente descrito por Yasargil.(10,16,17)

Em 2003, Gusmão *et al.* estudando a correlação cranioencefálica de 22 pontos craniométricos relataram o ponto esfenoidal (ponto esfeno-pterional).(18) Localizado sobre a face externa da asa maior do osso esfenóide, este ponto corresponde internamente no crânio à crista esfenoidal e asa menor do osso esfenóide marcando a interseção entre as fossas anterior e média. Na superfície cerebral, o ponto esfeno-pterional corresponde ao sulco lateral (fissura de *Sylvius*). Em uma variação da colocação dos orifícios de trépano no acesso pterional, a trepanação sobre o ponto esfeno-pterional expõe concomitantemente as fossas anterior e média e dispensa a necessidade das trepanações sobre o *keyhole* tradicional e sobre a escama temporal. (Figura 1)

Figura 1 - Vista lateral fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos visualizar os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A projeção lateral da crista esfenoidal pode ser facilmente identificada. O ponto esfeno-pterional (preto) marca o centro do furo de trépano colocado sobre a asa maior do osso esfenóide e crista esfenoidal. Esta trepanação expõe concomitantemente a dura-máter do lobo frontal e do lobo temporal. O ponto marcado em vermelho representa o *keyhole* clássico, conforme descrito por Yasargil.



Temos empregado rotineiramente o furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional como *keyhole* modificado nas craniotomias frontotemporais utilizadas em nossa prática cirúrgica. Baseado em nossas observações cirúrgicas esta trepanção tem se mostrado eficaz e de fácil execução. No entanto, observamos que em um pequeno número de operações a reprodutibilidade da aplicação cirúrgica do referido orifício de trépano era prejudicada. Tal fato poderia estar relacionado à necessidade de um melhor entendimento anatômico da região, à ocorrência de variações morfológicas entre indivíduos, às diferenças craniométricas entre crânios masculinos e femininos ou entre lados do crânio. Por isso, um estudo de anatomia aplicada à cirurgia se fazia necessário.

Assim, o presente trabalho visa descrever e validar anatomicamente, por meio de medidas craniométricas, o ponto esfeno-pterional. E estabelece reparos anatômicos de fácil reconhecimento cirúrgico para a correta aplicação do *keyhole* modificado sobre o ponto esfeno-pterional nas craniotomias frontotemporais.

2 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A relevância do estudo proposto reside na possibilidade de se estabelecer detalhes anatômicos e validade científica da trepanação sobre o ponto eseno-pterional utilizada em craniotomias frontolaterais.

Trata-se, portanto, de estudo anatômico descritivo detalhado, baseado em craniometria, realizado em espécimes humanos, direcionado estritamente à identificação de reparos anatômicos e medidas que venham a influenciar, e assim otimizar, a técnica cirúrgica descrita e utilizada na atualidade.

Sabe-se que os acessos frontolaterais são, de longe, os mais utilizados na prática neurocirúrgica diária. Portanto inovações técnicas cientificamente comprovadas que venham a refinar a técnica cirúrgica atualmente utilizada têm potencial de beneficiar os resultados cirúrgicos de grande número pacientes. A evolução progressiva das técnicas cirúrgicas atualmente utilizadas é premissa básica para o desenvolvimento futuro de novos acessos cranianos.

3 OBJETIVOS

1. Validar o ponto eseno-pterional como referência para os acessos frontotemporais e suas extensões por meio da análise de medidas das distâncias horizontal e vertical entre esse ponto e a sutura frontozigomática;
2. Avaliar diferenças dessas medidas em relação ao sexo e aos lados dos crânios estudados;

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Dados pertinentes de anatomia

A crista esfenoidal é uma borda óssea espessa que marca o limite entre as fossas cranianas anterior e média. No lado interno do crânio, a crista esfenoidal representa a extensão lateral da face posterior da asa menor do osso esfenóide e, juntamente com a asa maior do osso esfenóide e os ossos frontal e zigomático, esta crista forma a parede orbitária lateral.(19) (Figuras 1, 2 e 3)

Figura 2 – Vista superior das fossas cranianas anterior e média. A crista esfenoidal pode ser entendida com a extensão lateral da asa menor do osso esfenóide. Juntas, a crista esfenoidal e a asa menor do osso esfenóide compõem o limite ósseo entre as fossas cranianas anterior e média.

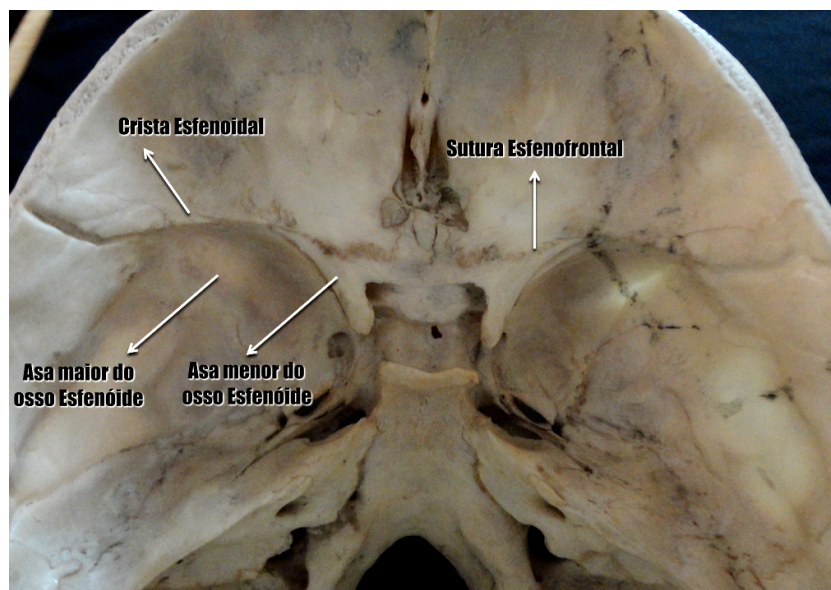
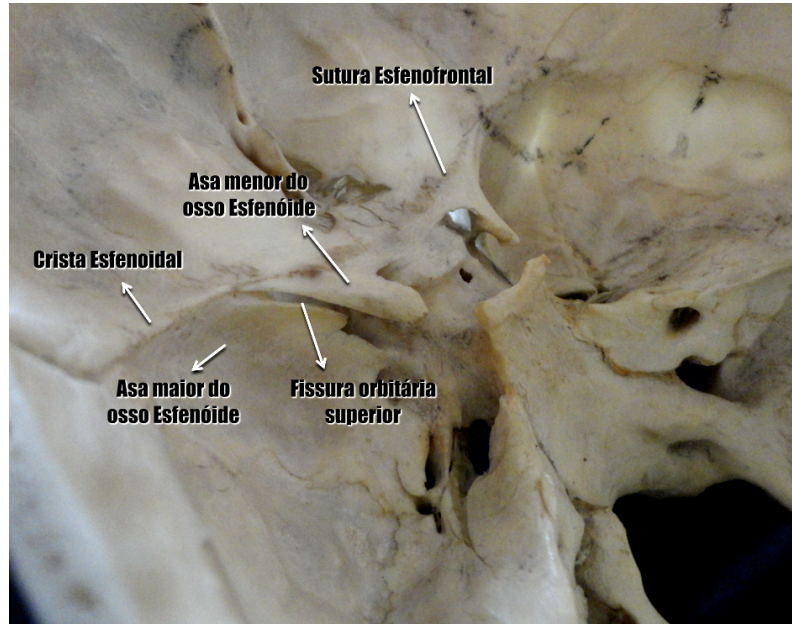


Figura 3 – Vista oblíqua superior esquerda das fossas cranianas anterior e média. Destaca-se a relação anatômica entre crista esfenoidal e asa menor do osso esfenóide. A asa menor do osso esfenóide tem relação com a fissura orbitária superior. A porção mais lateral da fissura orbitária superior (região da prega da artéria meningo-orbitária) marca o limite anatômico entre crista esfenoidal lateralmente e asa menor do osso esfenóide medialmente.

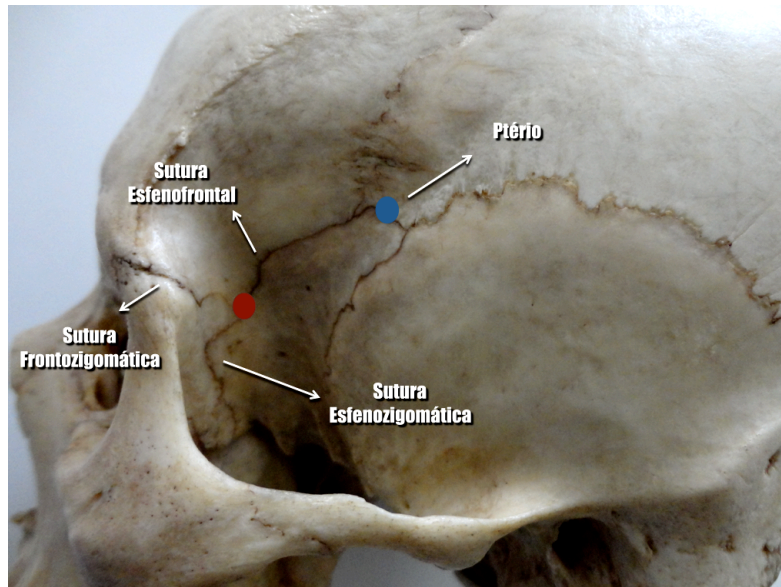


Anteriormente, a asa menor do osso esfenóide participa da formação da porção superior da fissura orbitária superior, de parte do assoalho da fossa craniana anterior, da borda anterior da fossa craniana média e contribui medialmente para a formação do processo clinóideo anterior. (Figuras 2 e 3)

Na superfície interna do crânio a crista esfenoidal projeta-se sobre a asa maior do osso esfenóide. E, lateralmente, esta crista termina aproximando-se da região do ptério, na sutura esfenoparietal, sendo esta região referida como o ponto Silviano anterior.(20,21) Anatomicamente, a crista esfenoidal representa uma interseção óssea natural entre o lobo frontal superiormente, o lobo temporal inferiormente e a periorbita anteriormente.

Na superfície externa do crânio, mais precisamente na fossa do músculo temporal, a projeção lateral da crista esfenoidal sobre a asa maior do osso esfenóide pode ser notada por uma depressão ou vale localizado entre o ptério posteriormente e o ponto de união das suturas frontozigomática, esfenozigomática e esfenofrontal anteriormente. (Figura 4)

Figura 4 - Vista lateral de um crânio humano adulto. Na fossa temporal, entre o ptério (ponto azul) e o ponto de união das suturas frontozigomática, esfenozigomática e esfenofrontal (ponto vermelho) a projeção interna da crista esfenoidal sobre a asa maior do osso esfenóide pode ser identificada por uma depressão óssea facilmente reconhecida nas craniotomias frontotemporais.



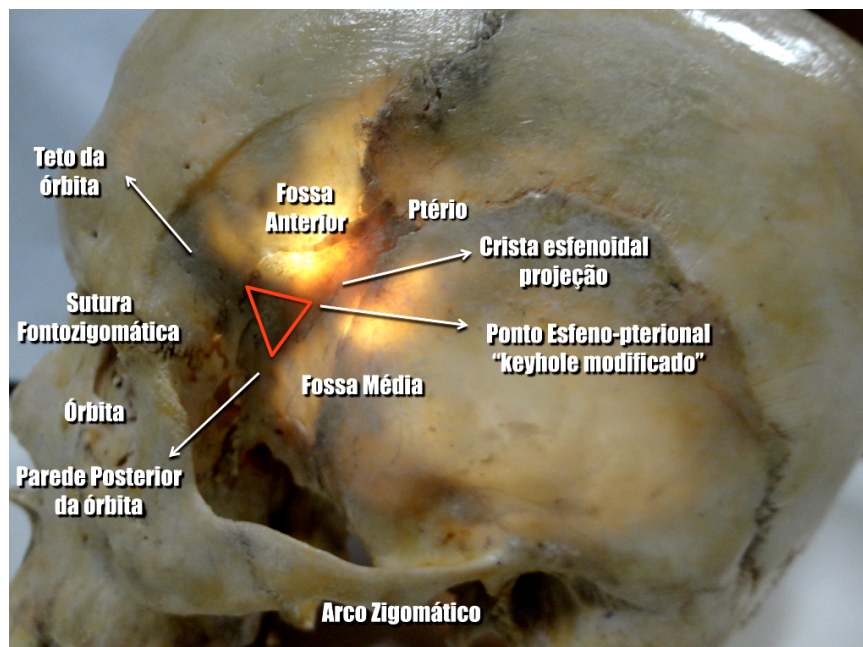
Tradicionalmente, a fissura de *Sylvius* e a crista esfenoidal podem ser identificadas na superfície externa do crânio de acordo com as seguintes medidas - uma linha (linha Silviana) que se estende posteriormente sobre a superfície lateral do crânio a partir do ponto frontozigomático até o ponto que marca 75% da distância entre o násio e o ínio na linha mediana do crânio.(22) Assim, na fossa do músculo temporal (superfície externa do crânio) o eixo principal da linha Silviana corresponde internamente no crânio à crista esfenoidal. Nesta mesma região nota-se uma depressão óssea, que é facilmente identificada durante a operação em torno desta área.(23)

Seguindo a crista esfenoidal de anterior para posterior, esta torna-se progressivamente mais delgada, até extinguir-se completamente próximo à sutura esfenoparietal (região do ptério). Por outro lado, se seguirmos a crista esfenoidal de posterior para anterior, isto é, em direção à fissura orbitária superior, esta crista torna-se gradualmente mais espessa, formando parte do assoalho da fossa craniana anterior, a borda anterior da fossa craniana média e parede lateral da órbita.

A parte mais espessa da crista esfenoidal na superfície lateral do crânio forma uma

área triangular com a base maior deste triângulo voltada em direção à órbita. Uma perfuração óssea feita sobre a ponta deste triângulo expõe a dura-máter do lobo frontal superiormente e a dura-máter do lobo temporal inferiormente, ambas separadas pela crista esfenoidal ao centro da perfuração (ponto esfeno-pterional). Se a perfuração for continuada anterior e inferiormente, seguindo a crista esfenoidal em direção à base do triângulo, a periórbita também pode ser exposta. (Figura 5)

Figura 5 - Vista lateral da fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos visualizar os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A porção mais anterior da projeção lateral da crista esfenoidal apresenta forma triangular (triângulo vermelho). O ápice deste triângulo representa o ponto esfeno-pterional. A brocagem desta área triangular contemplando o seu ápice e sua base permite a exposição concomitante das fossas cranianas média e anterior além da periórbita.



4.2 Descrição em resumo da craniotomia frontotemporal padrão

De acordo com as descrições de Yasargil *et al.*, a craniotomia pterional (modelo de craniotomia frontotemporal) pode ser realizada utilizando-se 4 furos de trépano.(6,8)

A primeira trepanação, chamada de *keyhole*, é localizada abaixo da porção mais anterior da linha temporal superior, imediatamente acima da sutura frontozigomática.

O segundo furo de trépano é colocado no osso frontal, 3 a 4 cm medialmente ao *keyhole* e próximo à borda orbitária superior.

O terceiro furo de trépano, tem sua posição variável a depender da extensão posterior necessária da craniotomia em relação à lesão a ser abordada. Na grande maioria das vezes, em uma craniotomia pterional padrão, a posição da terceira trepanação corresponde à região de interseção da linha temporal superior com a sutura coronal (área do ponto craniométrico stefânio).

A quarta trepanação é feita sobre a escama do osso temporal, atrás da sutura esfenoescamosa e inferiormente ao ptério.

Após as trepanações e o descolamento da dura-máter da superfície óssea interna do crânio, são feitas as osteotomias. Basicamente, a sequência de osteotomias segue a mesma ordem de colocação das trepanações. Assim conecta-se o primeiro furo de trépano (*keyhole*) ao segundo; o segundo ao terceiro; o terceiro ao quarto e, finalmente, o quarto ao primeiro. Esta última osteotomia, entre a quarta trepanação e o *keyhole*, exige a brocagem da asa maior do osso esfenóide e da crista esfenoidal de forma a permitir um traço de osteotomia único entre a fossa anterior (*keyhole*) e a fossa média (trepanação sobre a escama temporal).

As fossas cranianas anterior e média são compartimentos anatômicos de exposição imprescindível nas craniotomias frontotemporais. No entanto, estes compartimentos são separados internamente no estojo ósseo craniano pela crista esfenoidal e pela asa menor do osso esfenóide. A asa menor do osso esfenóide e a crista esfenoidal formam uma ponte óssea internamente no crânio entre as fossa cranianas anterior e média que inviabiliza uma osteotomia linear entre o furo de trépano da escama temporal e o *keyhole*. Por esta razão, na confecção de craniotomias frontotemporais utilizando-se o *keyhole* conforme descrito por Yasargil é necessária a brocagem da asa maior do osso esfenóide e da crista esfenoidal para que seja possível a remoção do retalho ósseo da craniotomia.

É sabido que craniotomias frontotemporais podem ser realizadas a partir de apenas um ou dois furos de trépanos.(16) Especialmente em pacientes com poucas

aderências entre a dura-máter e a face interna do crânio. No entanto, mesmo nestas situações, a brocagem da crista esfenoide se faz necessária no intuito de completar a osteotomia entre as fossas média e anterior.

Após a remoção do retalho ósseo, a craniotomia frontotemporal continua com brocagem da porção mais interna e medial da crista esfenoide e do teto orbitário. A retirada deste maciço ósseo cria significativo espaço entre a base anterior do crânio e a face ínfero-lateral do lobo frontal, possibilitando a abordagem da região do processo clinóide anterior com retração cerebral nula ou mínima. O limite medial da brocagem interna sobre a crista esfenoide é marcado pela prega dural da artéria meningo-orbitária. A referida prega dural corresponde à porção mais lateral da fissura orbitária superior que separa a asa menor do osso esfenoide e o processo clinóide anterior, ambos localizados medialmente, da asa maior do osso esfenoide lateralmente.(16)

4.3 Definições

Ponto esfeno-pterional – ponto na fossa temporal sobre a depressão da asa maior do osso esfenoide, ligeiramente acima da sutura frontozigomática. A depressão da asa maior do osso esfenoide corresponde à crista esfenoide e marca o limite ósseo entre as fossas anterior e média. Na superfície cerebral o ponto corresponde ao sulco lateral.(18,24)

Sutura frontozigomática – sutura entre o processo zigomático do osso frontal e o processo frontal do osso zigomático.

Ponto frontozigomático – ponto mais posterior da porção da sutura frontozigomática localizada na borda orbitária lateral.(21)

Arco zigomático – os processos temporais dos ossos zigomáticos projetam-se posteriormente para se articular com o processo zigomático do osso temporal e, assim, formar o arco zigomático.(25)

Ptério – região da fossa temporal onde se articulam os ossos frontal, parietal, temporal e a asa maior do osso esfenóide, quando formam um conjunto de suturas em forma de “H”.(18,21)

Stefânio – ponto na junção da sutura coronária com a linha temporal superior. Corresponde na superfície cerebral à interseção dos sulcos pré-central e frontal inferior.(18,21,24)

Násio – localizado no ângulo frontonasal; corresponde internamente no crânio à crista etmoidal (ou crista galli), na linha mediana da fossa anterior ou frontal.(21,24)

Ínio - localiza-se na protuberância occipital externa; relaciona-se internamente no crânio com a confluência dos seios. (18,24)

Keyhole modificado – furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional;

Crista esfenoidal – corresponde à extensão lateral da face posterior da asa menor do osso esfenóide.(19) Esta crista corresponde na face lateral do crânio à depressão óssea encontrada na asa maior do osso esfenóide;

Ponto Silviano anterior – corresponde à extremidade proximal do ramo posterior da fissura de *Sylvius* (sulco lateral), de onde o ramo ascendente anterior tem origem. Na superfície craniana, este ponto corresponde a porção mais anterior da sutura escamosa, estando localizado logo atrás do ptério.(20,21)

5 MÉTODO

Foram avaliados 100 crânios secos (200 lados) adultos (idade superior a 18 anos) previamente catalogados por gênero e idade do acervo do Museu de Anatomia Humana Alfonso Bovero da Universidade de São Paulo. Todos os crânios incluídos na análise já possuíam sua calvária removida de forma a proporcionar o controle visual simultâneo de suas superfícies interna e externa.

Na superfície externa de cada lado dos crânios foram identificados o ponto esfeno-pterional, o ptério, a sutura frontozigomática, o arco zigomático e a linha temporal superior.

Na superfície interna dos mesmos crânios foram identificados a fossa anterior, a fossa média, a asa menor do osso esfenóide e a crista esfenoidal.

Em cada espécime estudado a localização ótima do ponto esfeno-pterional foi determinada bilateralmente e então, tomando este ponto como referência, foram feitas duas medidas em cada lado separadamente. Uma primeira medida visando determinar a distância ântero-posterior do ponto esfeno-pterional até a sutura frontozigomática (distância horizontal), e uma segunda medida visando determinar a distância súpero-inferior do ponto esfeno-pterional à sutura frontozigomática.

A fim de não produzir danos aos espécimes estudados a verificação de correspondência do ponto esfeno-pterional entre as superfícies externa e interna de cada crânio foi feita por transiluminação. Uma fonte de luz LASER (*Light Amplification of Stimulated Emission of Radiation*) verde de potência de 300 mW e comprimento de onda de 532 nm foi utilizada para a transiluminação (CHINBEST, China). (Figura 6)

Figura 6 - Fonte de luz LASER verde de potência de 300 mW e comprimento de onda de 532 nm utilizada para a transiluminação.



A técnica de transiluminação por LASER em estudos de correlação anatômica em crânios humanos já foi anteriormente utilizada e validada, mostrando sua viabilidade e aplicabilidade.(26)

A fonte de luz LASER foi colocada em contato direto com a superfície externa do crânio sobre o ponto esfeno-pterional e, por transiluminação, a correspondência do mesmo ponto na superfície interna do crânio foi confirmada. (Figuras 7 e 8)

Figura 7 - Vista superior de um crânio seco com calvária removida utilizado para as medidas do presente estudo. Por meio do uso de transiluminação por LASER e tendo o controle visual simultâneo das superfícies interna e externa, o ponto esfeno-pterional pode ser precisamente localizado sem provocar danos ao espécime estudado.

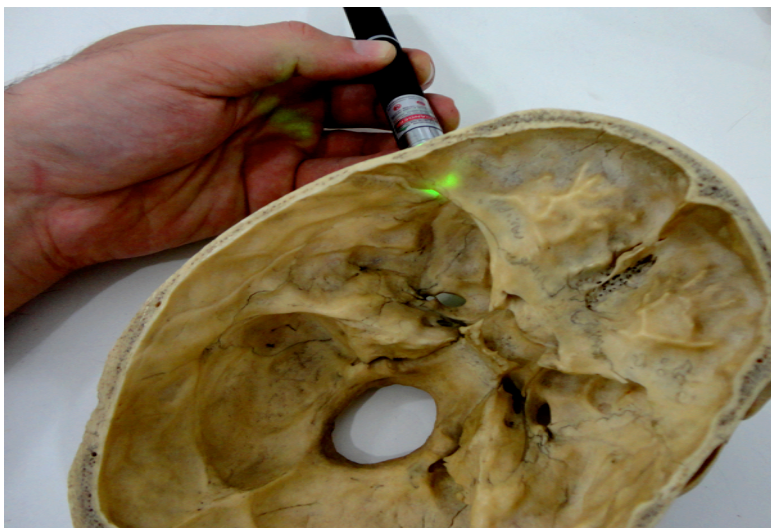
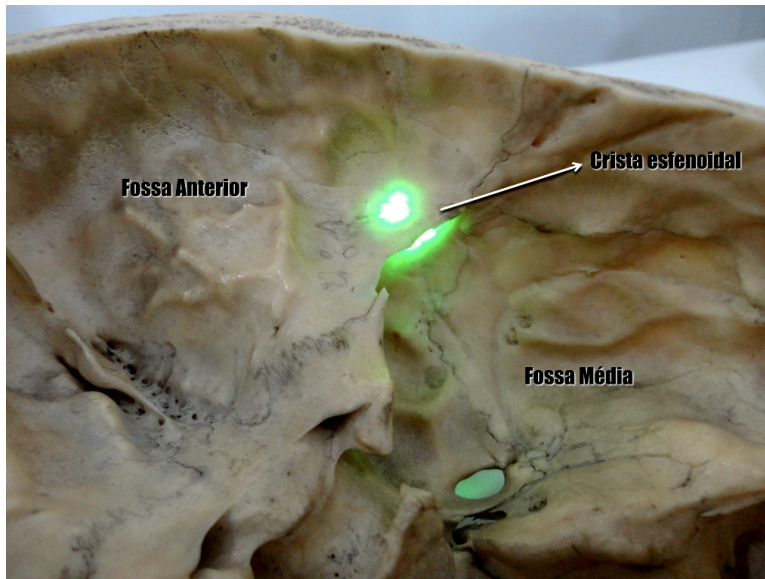


Figura 8 - Vista detalhada da superfície interna direita das fossas média e anterior durante a transiluminação por LASER. A fonte de luz LASER foi colocada sobre o ponto eseno-pterional. A luz verde pode ser observada concomitantemente nas fossas anterior e média, separadas pela crista esfenoidal, simulando um furo de trépano.



Por meio da transiluminação por LASER e do controle visual simultâneo das superfícies interna e externa do crânio definimos de forma precisa o ponto ótimo para colocação do furo de trépano sobre a asa maior do osso esenoide visando a exposição mais anterior possível das fossas cranianas anterior e média concomitantemente.

Após definição do ponto anatômico ótimo por transiluminação e controle visual, uma marcação, com lápis de grafite preto número 2 (BIC, modelo *evolution* 2B, Brasil), foi feita na superfície externa do espécime estudado. Esta marcação corresponde ao ponto eseno-pterional, centro do furo de trépano.

A partir deste ponto foram traçadas duas linhas imaginárias relacionadas a dois reparos anatômicos fixos e facilmente identificados nos acessos frontotemporais, o arco zigomático e a sutura frontozigomática.

Assim, era definida uma linha paralela ao arco zigomático estendendo-se da marcação do ponto eseno-pterional até o processo zigomático do osso frontal ("linha horizontal"). E uma segunda linha ("linha vertical"), estendendo-se

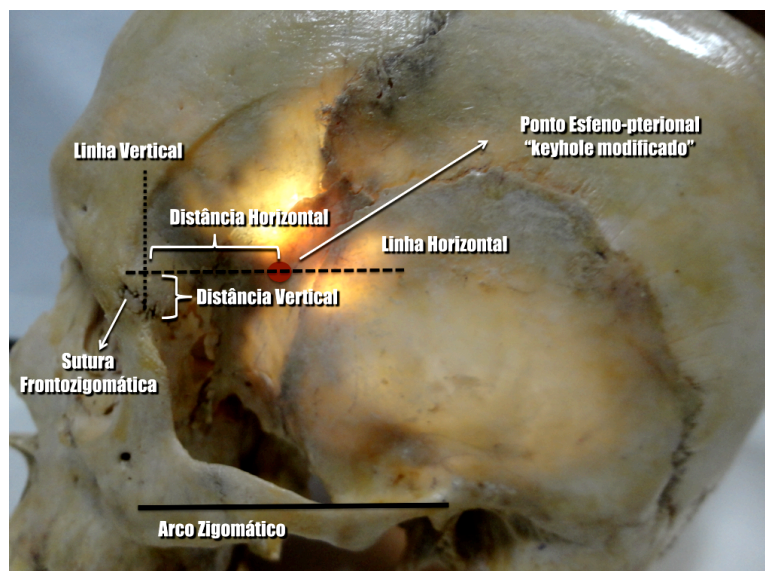
superiormente a partir da sutura frontozigomática até cruzar perpendicularmente a linha horizontal. (Figura 9)

Utilizamos como referências anatômicas o arco zigomático e a sutura frontozigomática pois ambos são reparos ósseos facilmente visíveis e palpáveis durante a execução de craniotomias frontotemporais, mesmo antes da incisão da pele.

Baseado nestas duas linhas imaginárias foram tomadas as seguintes medidas: (1) distância horizontal – distância em milímetros, sobre a linha horizontal, do ponto eseno-pterional até a interseção com a linha vertical; (2) distância vertical – distância em milímetros, sobre a linha vertical, da sutura frontozigomática até a interseção com a linha horizontal. (Figura 9)

A partir das medidas horizontal e vertical é possível localizar o ponto eseno-pterional em relação à sutura frontozigomática sobre um plano axial paralelo ao arco zigomático.

Figura 9 - Vista lateral da fossa temporal esquerda em crânio seco. Uma fonte de luz branca foi colocada no interior do espécime estudado e por transparência podemos ver os limites ósseos entre as fossas anterior e média. A linha horizontal (tracejada) foi desenhada paralela à borda superior da raiz do arco zigomático e se estende do ponto eseno-pterional até o processo zigomático do osso frontal. A linha vertical (pontilhada) foi colocada de forma a conectar perpendicularmente a sutura frontozigomática à linha horizontal. Baseado nestas linhas, duas distâncias foram mensuradas: (1) Distância horizontal – distância em milímetros, sobre a linha horizontal, do ponto eseno-pterional até a interseção com a linha vertical; (2) Distância vertical – distância em milímetros, sobre a linha vertical, da sutura fronto-zigomática até a interseção com a linha horizontal.



As medidas foram tomadas por meio de paquímetro de precisão digital (DIGIMESS – Instrumentos de Precisão, Brasil) com a unidade em milímetros com até duas casas decimais. Optamos por utilizar paquímetro digital pela facilidade de leitura e precisão das medidas. Utilizamos o mesmo paquímetro profissional e certificado pelo Instituto Nacional de Meteorologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) para todas as medidas aferidas neste trabalho. (Figura 10)

Figura 10 - Paquímetro de precisão profissional utilizado para aferir as medidas horizontais e verticais.



A transiluminação por LASER falhou em 6 crânios em virtude da tábua óssea muito espessa destes espécimes. Nesses casos, a correspondência do ponto esfeno-pterional na superfície interna do crânio foi definida utilizando-se um compasso cujas pontas formam um ângulo de 180 graus (TRIDENT, modelo 9000, Brasil). Uma das pontas era colocada sobre o ponto esfeno-pterional e a outra sobre sua correspondência interna. Definido o ponto anatomicamente, seguíamos os mesmos passos de marcação e medidas já anteriormente descritos.

5.1 Análise estatística

Realizou-se análise exploratória da amostra total de 100 crânios adultos secos e depois por grupo divididos por gênero e por lado estudado (direito e esquerdo). Para as variáveis quantitativas, foram utilizadas medidas descritivas (média e desvio padrão, mediana, percentis, mínimo e máximo); para as variáveis qualitativas, foi utilizada a distribuição de frequências.

A análise estatística procurou determinar valores de referência geral, por sexo e por

lado das seguintes medidas: (1) Distância horizontal e (2) Distância vertical.

Na análise, procurou-se avaliar se existia diferença nessas medidas entre indivíduos do sexo masculino e feminino e entre os lados do crânio (direito e esquerdo).

Antes de iniciar qualquer análise testamos a distribuição dos dados para definir qual classe de testes estatísticos iríamos realizar. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar a normalidade dos dados. Após realização do teste de Normalidade vimos que a distribuição das variáveis quantitativas distância horizontal e distância vertical seguiam distribuição Normal, portanto usamos a classe dos testes paramétricos para as comparações.

Para a comparação das distâncias horizontal e vertical em relação ao gênero tanto para a amostral total, quanto para a amostra estratificada por lado, usamos o Teste T para grupos independentes. Neste teste, a hipótese nula é de que as médias das variáveis são iguais entre os grupos (masculino e feminino) e a hipótese alternativa é de que as médias são diferentes.

Para a comparação das medidas horizontal e vertical em relação aos lados (direito e esquerdo) tanto para a amostral total, quanto para a amostra estratificada por sexo, usamos o Teste T pareado.

Em todos os testes estatísticos o nível de significância utilizado foi de 5%, ou seja, testes com valor p inferior a 5% foram considerados significativos.

O software utilizado para análise foi o SPSS versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois).

6 RESULTADO

Foram estudados 100 crânios secos (200 lados), sendo 34 crânios femininos e 66 masculinos. A idade média dos espécimes foi 34,5 anos (DP, 13,9 anos; mín, 18 anos; máx, 65 anos). Entre os crânios masculinos a idade média foi de 35,4 anos e entre os femininos 32,7 anos.

Com base no exame da superfície externa dos 100 crânios, a sutura frontozigomática foi identificada em todos os espécimes (100%), tanto no lado esquerdo quanto no lado direito.

Após realização do teste de Normalidade vimos que a distribuição das variáveis quantitativas distância horizontal e distância vertical seguiam distribuição Normal. Portanto, foi utilizado um teste paramétrico para comparar os valores médios entre gêneros e entre os lados (direito e esquerdo).

Independentemente do gênero e do lado do crânio estudado, a distância horizontal média foi de 21,72 mm (DP, 3,17 mm; min, 14,25 mm; máx, 32,58 mm; percentil 25, 19,33 mm; mediana, 21,41 mm; percentil 75, 23,36 mm) e a distância vertical média foi de 4,76 mm (DP, 1,74 mm; min, 0,00 mm; máx, 9,73 mm; percentil 25, 3,62 mm; mediana, 4,73 mm; percentil 75, 5,90 mm).

Independentemente do lado do crânio, a distância horizontal média e a distância vertical média foram 21,88 mm (DP, 3,18 mm) e 4,84 mm (DP, 1,90 mm), respectivamente, em crânios masculinos. Para os crânios femininos, a distância horizontal média e a distância vertical média, independentemente do lado estudado, foram de 21,40 mm (DP, 3,15 mm) e 4,60 mm (DP, 1,40 mm), respectivamente. (Tabelas 1 e 2)

Tabela 1 - Valores médios da distância horizontal em ambos sexos.

	n (lados)	Média(DP),mm ambos os lados	Intervalo, mm ambos os lados	Média(DP),mm lado direito	Média(DP),mm lado esquerdo
Combinado	200	21.72(3.17)	14.25/32.58	21.91(3.23)	21.53(3.12)
Feminino	68	21.40(3.15)	14.25/28.80	21.68(3.24)	21.11(3.08)
Masculino	132	21.88(3.18)	16.74/32.58	22.02(3.24)	21.74(3.14)

Tabela 2 - Valores médios da distância vertical em ambos sexos.

	n (lados)	Média(DP),mm ambos os lados	Intervalo, mm ambos os lados	Média(DP),mm lado direito	Média(DP),mm lado esquerdo
Combinado	200	4.76(1.74)	0/9.73	4.85(1.79)	4.66(1.70)
Feminino	68	4.60(1.40)	1.87/8.31	4.67(1.45)	4.54(1.36)
Masculino	132	4.84(1.90)	0/9.73	4.95(1.95)	4.73(1.85)

Quando analisados somente os lados esquerdos, a distância horizontal média foi de 21,74 mm (DP, 3,14 mm) nos crânios masculinos e 21,11 mm (DP, 3,08 mm) para os crânios femininos. Ainda do lado esquerdo, a distância vertical média foi de 4,73 mm (DP, 1,85 mm) nos crânios masculinos e de 4,54 mm (DP, 1,36 mm) para os crânios femininos.

A análise comparativa entre gêneros não mostrou diferença com significância estatística entre as medidas horizontais ($p=0.341$) nem entre as medidas verticais do lado esquerdo ($p=0.609$). Assim, homens e mulheres apresentam, em média, as mesmas medidas vertical e horizontal do lado esquerdo. (Tabela 3)

Tabela 3 - Tabela comparativa das medidas horizontais e verticais do lado esquerdo entre crânios masculinos e femininos.

	Sexo	n (lados)	Média, mm	DP, mm	Valor de p
Medidas Horizontais	F	34	21,11	3,08	0,341
	M	66	21,74	3,14	
Medidas Verticais	F	34	4,54	1,36	0,609
	M	66	4,73	1,85	

Quando analisados somente os lados direitos, a distância horizontal média foi de 22.02 mm (DP, 3.24 mm) nos crânios masculinos e 21.68 mm (DP, 3.24 mm) nos crânios femininos. Ainda do lado direito, a distância vertical média foi de 4,95 mm

(DP, 1,95 mm) nos crânios masculinos e 4,67 mm (DP, 1,45 mm) para os crânios femininos.

A análise comparativa entre gêneros não mostrou diferença com significância estatística entre as medidas horizontais ($p=0.621$) nem entre as medidas verticais do lado direito ($p=0.460$). Assim, homens e mulheres apresentam, em média, as mesmas medidas vertical e horizontal do lado direito. (Tabela 4)

Tabela 4 - Tabela comparativa das medidas horizontais e verticais do lado direito entre crânios masculinos e femininos.

	Sexo	n (lados)	Média, mm	DP, mm	Valor de p
Medidas Horizontais	F	34	21,68	3,24	0,621
	M	66	22,02	3,24	
Medidas Verticais	F	34	4,67	1,45	0,460
	M	66	4,95	1,95	

Na análise comparativa da distância horizontal entre lados de um mesmo sexo, houve diferença estatisticamente significativa entre os lados direito e esquerdo somente no grupo de crânios femininos. Nos crânios femininos, a distância horizontal foi menor no lado esquerdo (média, 21,53 mm, DP 3,08 mm; $p = 0,050$) (distância horizontal média à direita, 21,68 mm; DP, 3,24 mm). (Tabela 5)

Tabela 5 - Análise estatística da medida horizontal entre lados direito e esquerdo em cada sexo separadamente.

Sexo	Medida Horizontal	n (lados)	Média, mm	DP, mm	Valor de p
F	D	34	21,68	3,24	0,050
	E	34	21,53	3,08	
M	D	66	22,02	3,24	0,068
	E	66	21,74	3,14	

Para as distâncias verticais médias, a comparação entre os lados de crânios femininos e masculinos separadamente não mostrou diferença estatisticamente significativa com valores de p de 0,483 e 0,080, respectivamente. (Tabela 6)

Tabela 6 - Análise estatística da medida vertical entre lados direito e esquerdo em cada sexo separadamente.

Sexo	Medida Vertical	n (lados)	Média, mm	DP, mm	Valor de p
F	D	34	4,67	1,45	0,483
	E	34	4,54	1,36	
M	D	66	4,95	1,95	0,080
	E	66	4,73	1,85	

7 DISCUSSÃO

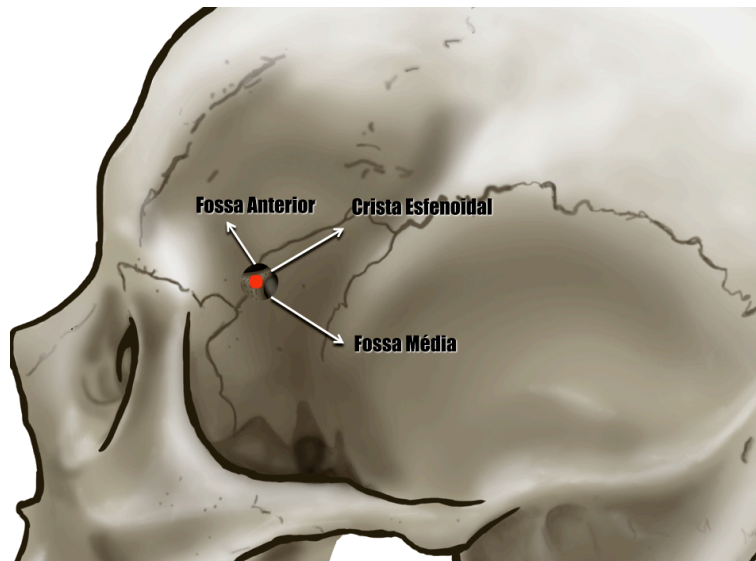
De acordo com a descrição clássica de Yasargil *et al.*, a craniotomia fronto-têmporo-esfenoidal deve ser realizada utilizando-se uma sequência de 4 furos de trépano.(6,8) O primeiro furo, descrito como *keyhole*, é colocado exatamente sobre a extensão mais anterior da linha temporal superior, imediatamente acima da sutura frontozigomática.

Anatomicamente, o *keyhole*, conforme descrito por Yasargil, está sobre o ponto de junção da face lateral e anterior da base da fossa anterior com o teto da cavidade orbitária. (Figura 1)

Nos últimos anos realizamos as craniotomias frontotemporais com uma modificação técnica que consiste em substituir os dois orifícios de trépano basais às regiões frontal (*keyhole*) e temporal por um único orifício sobre a asa maior do osso esfenoide. Como a extremidade superior da asa maior do esfenoide é interposta como uma cunha (do grego: *esfeno*, cunha; *eidōs*, forma) entre a porção horizontal do osso frontal (sutura esfenofrontal) e a borda anterior da escama do osso temporal (sutura esfenotemporal), um orifício de trépano sobre a asa maior do osso esfenoide, em torno do nível da sutura frontozigomática, permite o acesso simultâneo às bases anterior e média do crânio.(18) (Figura 11) A sutura frontozigomática e a linha horizontal que a continua posteriormente sobre a asa maior do esfenoide marcam o assoalho (base) da fossa anterior

A face externa da asa maior do osso esfenoide apresenta uma concavidade no sentido ântero-posterior, que corresponde à junção das superfícies articulares do osso frontal e da asa maior do osso esfenoide, limite entre as fossas anterior e média (crista esfenoidal). Portanto, o furo de trépano que visa a exposição simultânea destas duas fossas cranianas deve ser colocado nesta concavidade, aproximadamente na altura da sutura frontozigomática (ponto esfeno-pterional). (Figura 11)

Figura 11 - Esquema ilustrativo de um furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional. O ponto esfeno-pterional está representado pelo ponto vermelho. Um único buraco de trépano sobre este ponto é capaz de expor concomitantemente as fossas cranianas anterior e média separadas ao centro pela crista esfenoidal.

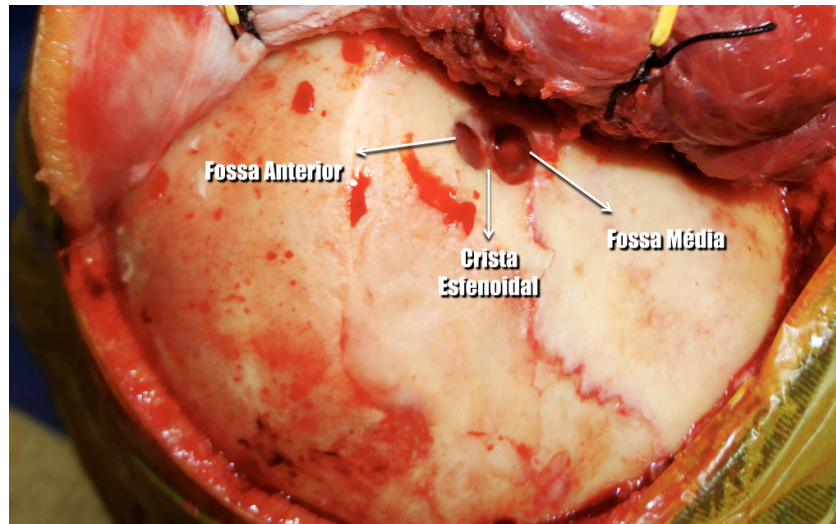


Portanto, em vez de colocar o buraco de trépano sobre o tradicional ponto do *keyhole*, realizamos um furo de trépano sobre ponto esfeno-pterional que corresponde à projeção mais lateral da crista esfenoidal e da fissura silviana.

A crista esfenoidal constitui uma fronteira óssea natural entre as fossas anterior e média. Ambas, compartimentos anatômicos cuja adequada exposição representa etapa essencial nas abordagens frontotemporais.

O *keyhole* modificado, sobre o ponto esfeno-pterional, expõe concomitantemente a dura-máter das fossas anterior e média separadas, no centro da trepanação, pela crista esfenoidal. Assim, elimina-se a necessidade de furos de trépano sobre o *keyhole* tradicional e sobre a escama do osso temporal. (Figura 12)

Figura 12 - Vista intra-operatória da fossa temporal direita. Uma trepanação foi feita sobre o ponto esfeno-pterional. Observa-se que com um único trépano é possível expor a dura-máter das fossas anterior e média simultaneamente, ambas separadas pela crista esfenoidal ao centro da trepanação.



O ponto esfeno-pterional foi mencionado pela primeira vez como marco cirúrgico para a colocação de furo de trépano em craniotomias frontotemporais em 2003 por Gusmao *et al.*(18) Temos utilizado em nosso serviço o *keyhole* modificado na maioria das abordagens frontolaterais por mais de 15 anos. Ainda assim, desconhecemos qualquer estudo craniométrico objetivando descrever e localizar precisamente o ponto esfeno-pterional.

Neste trabalho, após analisar ambos os lados de 100 crânios secos, mostramos que o ponto esfeno-pterional está localizado, em média, a 21.72 mm posterior e 4.76 mm superior à sutura frontozigomática tendo como referência o plano axial paralelo à borda superior do arco zigomático. (Figura 9)

Utilizamos o arco zigomático e a sutura frontozigomática como referências anatômicas para as nossas medidas, pois ambos representam reparos ósseos fixos facilmente palpáveis ou visíveis no campo operatório em craniotomias frontotemporais, mesmo antes ou após a incisão cutânea.

Em nosso trabalho, foi possível identificar prontamente a sutura frontozigomática em todos os 100 espécimes estudados (100%) em ambos os lados, esquerdo e direito.

Estudando cinquenta crânios adultos (100 lados), Tubbs *et al.* também identificaram a sutura frontozigomática em todos os espécimes avaliados.(27) Tal fato corrobora a referida sutura como um reparo anatômico constante e fidedigno nas craniotomias frontolaterais.

Alguns trabalhos anteriores tentaram utilizar outros marcos anatômicos, como as suturas esfenofrontal e esfenozigomática, na superfície lateral do crânio, como referências em acessos frontotemporais. Porém, estas suturas se mostraram pouco visíveis ou inconsistentes tanto em crânios secos como durante o ato operatório.(27)

É amplamente conhecido que a abordagem pterional pode ser realizada com apenas um ou dois furos de trépano, especialmente em pacientes mais jovens, com menor aderência entre a dura-máter e o crânio.(16) Além disso, o tamanho da craniotomia e a posição das trepanações podem ser ajustados para cada caso particular.

Em nossa prática cirúrgica, apenas o furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional tem sido suficiente para realizar a maioria das craniotomias frontotemporais. Desta forma, dispensamos inclusive a trepanação sobre o *keyhole* tradicional conforme descrito por Yasargil.

Em relação ao *keyhole* descrito por Yasargil, o *keyhole* modificado, sobre o ponto esfeno-pterional, tem localização estimada a 2 cm posterior e 2 cm inferior. (Figura 1)

Em 2016, Moscovici *et al.* descreveram uma craniotomia pterional modificada, sem a necessidade de furos de trépano.(28) A craniotomia é iniciada pela confecção, por brocagem, de uma estreita abertura alongada de 5 mm de largura por 15 mm de comprimento sobre a asa maior do osso esfenóide. Por meio desta pequena abertura inicial é possível ter acesso simultaneamente as fossas anterior e média. Utilizando esta abertura os autores foram capazes de realizar 48 craniotomias pterionais sem quaisquer complicações relacionadas à abordagem.

No entanto, os autores não mencionaram se foi possível separar adequadamente a dura-máter da superfície interna do crânio através desta estreita abertura proposta.

Lesões inadvertidas da dura-máter prolongam o tempo cirúrgico e aumentam o risco de dano às artérias e veias aderidas à dura-máter e mesmo do parênquima cerebral subjacente.(28) Os referidos autores também não descrevem precisamente marcos anatômicos ou qualquer medida craniométrica para localizar o ponto exato onde deve-se iniciar a brocagem sobre a asa maior do osso esfenoide.

Ao dar acesso às fossas anterior e média simultaneamente, a trepanação sobre o ponto esfeno-pterional permite a dissecação meticulosa da dura-máter das superfícies ósseas internas em ambos os compartimentos intracranianos. A utilização de dissectores em ângulo reto de tamanho progressivo, conforme descrito por Gusmão *et al.* facilita o trabalho de separação da dura-máter internamente através da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional.(29) Nas craniotomias frontotemporais, a proximidade do ponto esfeno-pterional em relação ao músculo temporal e ao processo zigomático do osso frontal dificulta o trabalho com dissectores convencionais. Dissectores em ângulo reto, por trabalharem perpendicularmente à trepanação, possibilitam a dissecação da dura-máter de forma mais segura e eficaz nestas situações. (Figura 13)

Figura 13 - Dissectores em ângulo reto. O uso de dissectores em ângulo reto de tamanho progressivo facilita o trabalho de separação da dura-máter da face interna do crânio através da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional.



Quando a dura-máter é muito aderente e de conseqüente difícil separação a partir da superfície interna do crânio, realizamos um segundo furo de trépano afim de facilitar a dissecação e, assim, minimizar o risco de dano dural. A posição deste segundo buraco é variável e depende da extensão posterior da craniotomia. Mas,

geralmente, o furo é colocado abaixo da linha temporal superior e imediatamente anterior ou sobre a sutura coronal (região do ponto craniométrico stefânio). (Figuras 14 e 15)

Figura 14 - Tomografia de crânio pós-operatória com reconstrução óssea em 3 dimensões de paciente submetido a craniotomia pterional esquerda utilizando o *keyhole* modificado. A seta preta indica a sutura frontozigomática. O ponto preto representa o ponto esfeno-pterional localizado posteriormente e acima do nível da sutura frontozigomática. Observar a linha tracejada na altura da sutura frontozigomática e paralela ao arco zigomático. Nota-se a ausência de trepanações sobre o *keyhole* tradicional e sobre a escama do osso temporal. Neste caso, uma segunda trepanação sobre o stefânio foi utilizada.

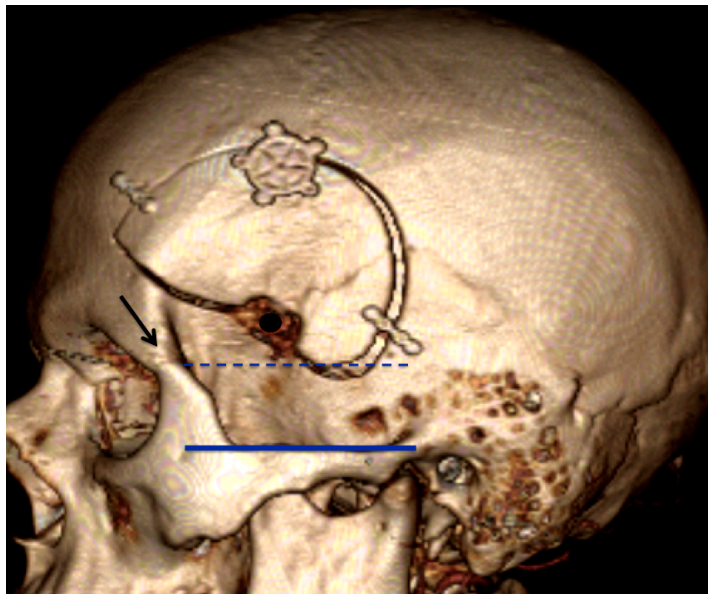
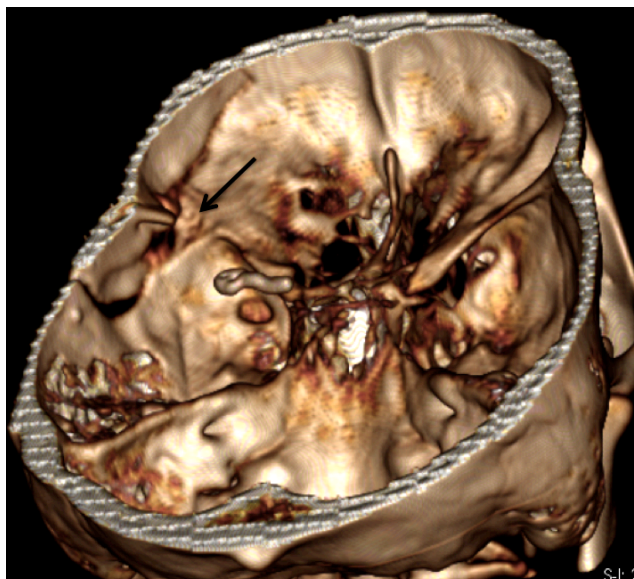


Figura 15 - Tomografia de crânio pós-operatória com reconstrução óssea em 3 dimensões de paciente submetido a craniotomia pterional esquerda utilizando o *keyhole* modificado. A seta preta indica a área de brocagem sobre a crista esfenoidal por uma perspectiva interna no crânio. Observar que o ponto esfeno-pterional corresponde à porção mais basal (anterior) e lateral da crista esfenoidal.



Nas craniotomias frontotemporais realizadas a partir do *keyhole* tradicional, a crista esfenoidal deve, necessariamente, ser brocada em seu aspecto mais lateral e anterior afim de permitir um traço de osteotomia contínuo entre os ossos frontal e temporal. A osteotomia que une as fossas anterior e média é que permite a retirada do retalho ósseo da craniotomia. Este foi o fundamento básico no qual pautou-se Moscovici *et al.* para propor uma craniotomia pterional modificada, sem furos de trépano.(28)

Observando as figuras do trabalho de Moscovici *et al.* é possível inferir que a localização do ponto inicial de brocagem sobre a asa maior do osso esfenoidal seja muito similar ao ponto esfeno-pterional aqui descrito.(28) Portanto, acreditamos que a abertura estreita e alongada proposta por Moscovici *et al.* possa ser substituída pelo furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional com as vantagens já mencionadas. (Figuras 14 e 15)

É importante destacar que o trabalho citado apresenta como um de seus objetivos avaliar a melhora dos resultados estéticos nas craniotomias frontotemporais. Sob este ponto de vista, segundo as conclusões dos autores, houve grande melhora do resultado estético final dos paciente nos quais a técnica apresentada foi empregada.(28)

Embora não seja o objetivo principal de nosso estudo, o resultado estético das craniotomias frontotemporais empregando o *keyhole* modificado aqui descrito tem nos parecido significativamente melhor. Por dispensar a necessidade de furos de trépanos e conseqüentes perdas ósseas sobre as áreas do *keyhole* tradicional ou da porção supra-orbitária do osso frontal, o furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional contribui para esta melhoria. A anatomia óssea em torno do *keyhole* tradicional e da região supra-orbitária é marcada por acidentes anatômicos delicados e evidentes na face humana. A reconstrução destes acidentes após craniotomias é difícil e, invariavelmente, traz consigo alguma imperfeição mesmo lançando mão dos diversos materiais de reconstrução craniana utilizados atualmente.(30) Assim, nos parece válida a proposta de evitar perdas ósseas associadas a trepanações sobre as referidas regiões.

Nathal *et al.* descreveram uma craniotomia frontotemporal, definida pelos autores como minimamente invasiva, centrada em torno de uma trepanação sobre a crista esfenoidal, na asa maior do osso esfenoide.(23) Segundo a descrição dos autores, a posição da trepanação é orientada pela depressão óssea encontrada na asa maior do osso esfenoide que representa a crista esfenoidal. Os referidos autores não mencionam em seu trabalho qualquer medida craniométrica que defina com precisão o ponto exato da trepanação. No entanto, de acordo com as ilustrações no artigo, o furo de trépano inicial é colocado mais posteriormente, quase sobre a sutura esfenoparietal (ptério). Então, a partir deste ponto, os autores descrevem duas osteotomias (frontal e temporal) ambas em direção anterior. Estas osteotomias irão se unir sobre a porção mais anterior e lateral da crista esfenoidal, que é exatamente o ponto esfeno-pterional aqui descrito. Um cinzel é utilizado pelos autores para unir as osteotomias frontal e temporal sobre a porção mais lateral da crista esfenoidal (ponto esfeno-pterional).

Em nosso trabalho, descrevemos e definimos com precisão o ponto esfeno-pterional, centro do *keyhole* modificado, que é mais anterior que o furo de trépano descrito por Nathal *et al.*(23). O ponto esfeno-pterional corresponde à projeção da porção mais anterior e lateral da crista esfenoidal sobre face lateral do crânio. O furo de trépano sobre este ponto expõe, concomitantemente, as fossas anterior e média, e já prepara o retalho ósseo da craniotomia para ser destacado uma vez que a própria trepanação desgasta a crista esfenoidal. Assim, com o furo de trépano exatamente sobre o ponto esfeno-pterional, não há necessidade de brocagem sobre a asa maior do osso esfenoide antes da elevação do retalho ósseo. Após a retirada do retalho ósseo, o restante do rebordo esfenoidal pode ser desgastado usando uma broca de alta velocidade. (Figuras 14 e 15)

Portanto, acreditamos que o *keyhole* modificado sobre o ponto esfeno-pterional tenha aplicação em praticamente todas as craniotomias frontotemporais, incluindo desde a craniotomia pterional clássica aos acessos frontolaterais minimamente invasivos modernos. Reis *et al.*, em 2012, em seu trabalho sobre delimitação de acessos cranianos sugeriu a utilização do furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional em craniotomias frontais, temporais e, principalmente, frontotemporais.(24)

Por todo o exposto, consideramos que iniciar craniotomias frontotemporais pelo *keyhole* modificado faz sentido tanto do ponto de vista anatômico quanto do operacional. E, além disso, pode poupar tempo cirúrgico e reduzir perdas ósseas. Tudo isso, sem comprometer a qualidade do acesso cirúrgico a ser realizado. Assim, propomos uma nova distribuição, anatomicamente fundamentada, dos orifícios de trépano nas craniotomias frontotemporais, incluindo a craniotomia pterional clássica. Sugerimos iniciar estas craniotomias pela trepanação sobre o ponto eseno-pterional e, quando necessário, uma segunda trepanação pode ser colocada em torno da área do ponto stefânio. Acreditamos que estas duas trepanações são suficientes para realizar a maioria dos acessos frontotemporais atualmente utilizados.

Os pontos craniométricos são pontos referenciais sobre o crânio, definidos por Broca no século XIX.(31) O ptério é um importante ponto craniométrico na superfície lateral do crânio pois representa a região de junção entre os ossos: frontal, asa maior do esenoide, parietal e porção escamosa do osso temporal. Está localizado sobre a parte superior da asa maior do osso esenoide e aproxima-se do ponto que representa a extremidade lateral (final) da crista esenoidal.(32) Na porção anterior da sutura escamosa, logo atrás do ptério, pode-se encontrar o ponto silviano anterior.(20)

A fissura de *Sylvius* e a crista esenoidal podem ser identificadas na superfície lateral externa do crânio pela linha Silviana. Esta linha imaginária localizada na superfície lateral do crânio estende-se para trás a partir do ponto frontozigomático até à junção do terceiro e quarto segmentos da curvatura násio-ínio.(20) Entre o ponto frontozigomático e o ptério, seguindo o eixo principal da linha Silviana (correspondente à crista esenoidal), há uma depressão óssea facilmente identificável durante operações. Essa depressão óssea corresponde à projeção lateral da crista esenoidal e marca o limite entre as fossas cranianas anterior e média.

De acordo com nossas análises craniométricas e observações cirúrgicas, o ponto eseno-pterional está sempre localizado no componente ósseo esenoidal da região do ptério. Isto é, o ponto eseno-pterional está sobre a asa maior do osso esenoide,

abaixo do nível ptério e ligeiramente acima do nível da sutura frontozigomática, precisamente sobre a projeção lateral da crista esfenoidal.

A colocação precisa do furo de trépano inicial sobre o ponto esfeno-pterional é o fator mais importante na execução adequada e eficiente de craniotomias frontotemporais com base neste *keyhole* modificado.

Esta talvez seja a maior desvantagem de se utilizar o *keyhole* modificado aqui proposto. Se o furo de trépano não for colocado exatamente sobre o ponto esfeno-pterional, não teremos expostas as fossas anterior e média concomitantemente. Nestes casos, faz-se necessária a ampliação da trepanação para a correta confecção da craniotomia, o que aumentaria a falha óssea craniana.

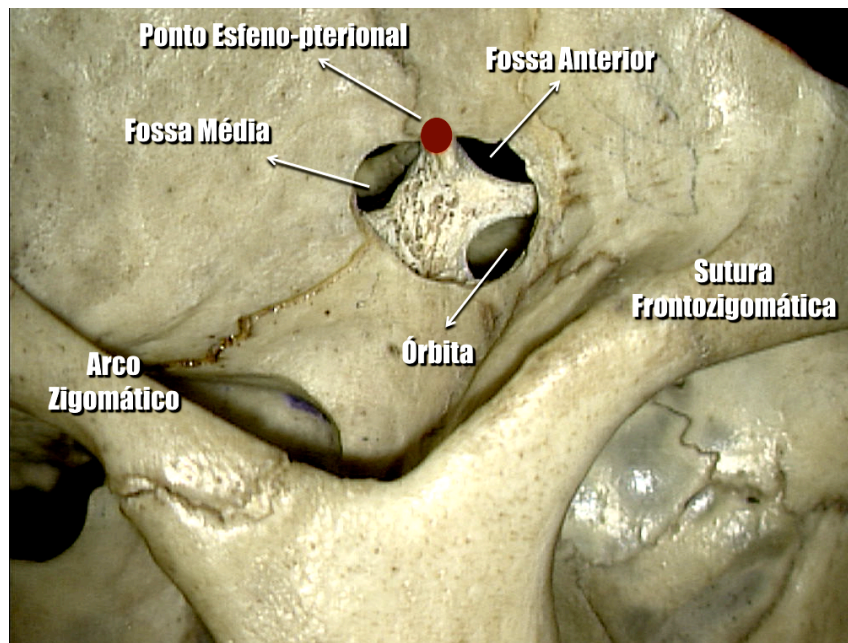
Por isso, descrevemos aqui medidas milimétricas do local ótimo de realização da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional em relação a reparos anatômicos fixos na face lateral do crânio. Em relação à sutura frontozigomática, em um plano axial paralelo a borda superior do arco zigomático, o ponto descrito está localizado, em média, a 21.88 mm (SD, 3.18 mm) posterior e 4.84 mm (SD, 1.90 mm) superior nos homens. Nas mulheres, seguindo a mesma metodologia, este ponto estaria, em média, a 21.40 mm (SD, 3.15 mm) posterior e 4.60 mm (SD, 1.40 mm) superior. (Tabelas 1 e 2)

Independentemente do lado estudado, a análise comparativa entre gêneros não mostrou diferença com significância estatística entre as medidas horizontais ($p=0.307$) nem entre as medidas verticais ($p=0.326$). Assim, homens e mulheres apresentam, em média, as mesmas medidas horizontal e vertical. Tal fato permite a aplicação destas medidas médias em cirurgia como uma orientação para localizar o ponto esfeno-pterional tanto em crânios femininos quanto em masculinos.

Uma extrapolação do uso da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional torna possível a exposição concomitante da porção lateral da cavidade orbitária. Deslocando o centro do furo de trépano discretamente inferior e anteriormente, em direção ao ponto de união das suturas frontozigomática, esfenozigomática e

esfenofrontal, é possível expor, concomitantemente, a periórbita, a fossa anterior e a fossa média. (Figura 16)

Figura 16 - Vista da região frontolateral direita de um crânio seco exemplificando a extrapolação do uso da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional (ponto vermelho). Descolocando-se o centro da trepanação anteriormente e inferiormente é possível a exposição concomitante das fossas anterior e média além da periórbita através de um único furo de trépano.



Em nossa prática, esta extrapolação da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional tem mostrado-se útil nas craniotomias fronto-órbito-zigomáticas.

Spiriev *et al.* estudaram 20 crânios secos humanos e descreveram uma abordagem orbitozigomática em peça única baseada em uma única trepanação sobre a crista esfenoidal capaz de expor concomitantemente a periórbita, a fossa anterior e a fossa média.(33) Assim, com um furo de trépano mais anterior que o ponto esfeno-pterional aqui descrito, os autores foram capazes de expor a dura-máter frontal e temporal, bem como a periórbita concomitantemente. Após as medições, definiram que o centro da referida trepanação estava 10,7 mm (DP, 0,08 mm) posterior e 7,1 mm (DP, 0,22 mm) inferior à sutura frontozigomática.

O *keyhole* modificado descrito em nosso trabalho não visa a exposição da parte mais lateral da periórbita, por isso tem sua localização mais posterior (Tabela 1) em relação a sutura frontozigomática do que o ponto proposto por Spiriev *et al.*(33)

Além disso, em nossas medidas, o ponto esfeno-pterional foi localizado, em média, a 4.76 mm (DP, 1.74 mm) acima da sutura frontozigomática em relação a um plano axial paralelo a raiz do arco do zigoma.

Anatomicamente, a crista esfenoidal representa a extensão lateral da extremidade posterior da asa menor do osso esfenóide e forma a parede orbitária lateral juntamente com a asa maior do osso esfenóide, o osso frontal e o osso zigomático.

Seguindo a projeção lateral da crista esfenoidal (Figura 1) de posterior para anterior na face lateral do crânio, esta torna-se mais inferior à medida que se aproxima da parede orbital lateral. Portanto, o ponto esfeno-pterional tem que ser mais superior que ponto proposto por Spiriev *et al.*(33)

Os resultados do presente trabalho mostram que o orifício de trépano sobre o ponto esfeno-pterional constitui o *keyhole* lógico e apropriado para as craniotomias frontotemporais. Ele se encontra sobre a crista esfenoidal que marca internamente o limite lateral entre as fossas anterior e média. E, na superfície cerebral, está sobre o sulco lateral (fissura silviana), que delimita os lobos frontal e temporal. Portanto, o referido orifício de trépano, encontra-se exatamente sobre o alvo da craniotomia pterional e suas demais variantes: a abertura da fissura silviana.

8 CONCLUSÃO

O furo de trépano sobre o ponto esfeno-pterional em craniotomias frontotemporais visando a exposição concomitante das fossas anterior e média é alternativa segura e viável, anatomicamente fundamentada e apresenta potencial economia de tempo cirúrgico, além de evitar perdas ósseas. Em média, este ponto está localizado 21.72 mm (DP, 3,17 mm) posterior e 4.76 mm (DP, 1,74 mm) superior em relação a sutura frontozigomática, sobre a asa maior do osso esfenoide tanto em crânios masculinos como em femininos, independentemente do lado (direito ou esquerdo).

REFERÊNCIAS

1. Dandy WE. A new hypophysis operation. Bull Johns Hopkins Hosp. 1918;29(154):1918.
2. Heuer GJ. Surgical experiences with an intracranial approach to chiasmal lesions. Archives of Surgery. 1920;1(2):368–381.
3. Dandy WE. The Brain. Hagerstown, Md, WF Prior Co. Inc; 1966.
4. Kempe LG. Operative neurosurgery Vol. 1: Cranial, cerebral and intracranial vascular disease. Springer-Verlag; 1968.
5. Altay T, Couldwell WT. The frontotemporal (pterional) approach: an historical perspective. Neurosurgery. 2012;71(2):481–492.
6. Yasargil MG, Fox JL. The microsurgical approach to intracranial aneurysms. Surgical neurology. 1975;3(1):7.
7. Yasargil MG, Fox JL, Ray MW, others. The operative approach to aneurysms of the anterior communicating artery. Advances and technical standards in neurosurgery. 1975;2:113–170.
8. Yasargil MG, Antic J, Laciga R, Jain KK, Hodosh RM, Smith RD. Microsurgical pterional approach to aneurysms of the basilar bifurcation. Surgical Neurology. 1976;6(2):83–91.
9. Yasargil MG, Reichman MV, Kubik S. Preservation of the frontotemporal branch of the facial nerve using the interfascial temporalis flap for pterional craniotomy: Technical article. Journal of neurosurgery. 1987;67(3):463–466.
10. Chaddad-Neto F, Campos Filho JM, Dória-Netto HL, Faria MH, Ribas GC, Oliveira E. The pterional craniotomy: tips and tricks. Arquivos de neuro-psiquiatria. 2012;70(9):727–732.
11. Jane JA, Park TS, Pobereskin LH, Winn RH, Butler AB. The supraorbital approach: technical note. Neurosurgery. 1982;11(4):537–542.
12. Fujitsu K, Kuwabara T. Zygomatic approach for lesions in the interpeduncular cistern. Journal of neurosurgery. 1985;62(3):340–343.
13. Sekhar LN, Raso J. Orbitozygomatic frontotemporal approach. Cranial microsurgery: approaches and techniques New York: Thieme. 1999;130–3.
14. De Oliveira E, Tedeschi H. Pterional and pretemporal approaches. Cranial microsurgery approaches and techniques New York: Thieme. 1999;124–129.

15. Hernesniemi J, Ishii K, Niemelä M, Smrcka M, Kivipelto L, Fujiki M, et al. Lateral supraorbital approach as an alternative to the classical pterional approach. *Acta Neurochir Suppl.* 2005;94:17–21.
16. Wen HT, de Oliveira E, Tedeschi H, Andrade FC, Rhoton AL. The pterional approach: surgical anatomy, operative technique, and rationale. *Operative techniques in Neurosurgery.* 2001;4(2):60–72.
17. Vishteh AG, Marciano FF, David CA, Baskin JJ, Spetzler RF. The pterional approach. *Operative Techniques in Neurosurgery.* 1998;1(1):39–49.
18. Gusmão S, Silveira RL, Arantes A. Pontos referenciais nos acessos cranianos. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003;61(2–A):305–308.
19. Tubbs RS, Salter EG, Oakes WJ. Quantitation of and measurements utilizing the sphenoid ridge. *Clinical Anatomy.* 2007;20(2):131–134.
20. Ribas GC, Ribas EC, Rodrigues CJ. The anterior sylvian point and the suprasylvian operculum. *Neurosurgical focus.* 2005;18(6):1–6.
21. Ribas GC, Yasuda A, Ribas EC, Nishikuni K, Rodrigues Jr AJ. Surgical anatomy of microneurosurgical sulcal key points. *Neurosurgery.* 2006;59(4):ONS–177.
22. Rhoton Jr AL. Operative techniques and instrumentation for neurosurgery. *Neurosurgery.* 2003;53(4):907–934.
23. Nathal E, Gomez-Amador JL. Anatomic and surgical basis of the sphenoid ridge keyhole approach for cerebral aneurysms. *Neurosurgery.* janeiro de 2005;56(1 Suppl):178-185; discussion 178-185.
24. Reis CV, Arantes AA, Nicolato A, Gusmão S. Delimitação dos acessos cranianos. *Arq bras neurocir.* 2012;31(3).
25. Rhoton AL. *Cranial anatomy and surgical approaches.* Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia; 2003.
26. Raso JL, Gusmão SNS. A new landmark for finding the sigmoid sinus in suboccipital craniotomies. *Neurosurgery.* 2011;68:ons1–ons6.
27. Tubbs RS, Loukas M, Shoja MM, Cohen-Gadol AA. Refined and simplified surgical landmarks for the MacCarty keyhole and orbitozygomatic craniotomy. *Neurosurgery.* 2010;66(6):ons230–ons233.
28. Moscovici S, Mizrahi CJ, Margolin E, Spektor S. Modified pterional craniotomy without “MacCarty keyhole”. *J Clin Neurosci.* fevereiro de 2016;24:135–7.
29. Gusmão S, Morato EG, Ulhoa TH, Arantes A, Magaldi M. Dissector em ângulo reto para descolamento da dura-máter: nota técnica. *J bras neurocir.* 2006;17(3):130–131.

30. Kang S-D. Pterional craniotomy without keyhole to supratentorial cerebral aneurysms: technical note. *Surg Neurol.* novembro de 2003;60(5):457-461; discussion 461-462.
31. Broca P. Sur les rapports anatomiques des divers points de la surface du crâne et des diverses parties des hémisphères cérébraux. *Bull Soc d'Anth.* 1861;2(340):1149–1152.
32. Shimizu S, Tanriover N, Rhoton Jr AL, Yoshioka N, Fujii K. MacCarty keyhole and inferior orbital fissure in orbitozygomatic craniotomy. *Neurosurgery.* 2005;57(1):152–159.
33. Spiriev T, Poulsgaard L, Fugleholm K. One Piece Orbitozygomatic Approach Based on the Sphenoid Ridge Keyhole: Anatomical Study. *J Neurol Surg B Skull Base.* junho de 2016;77(3):199–206.

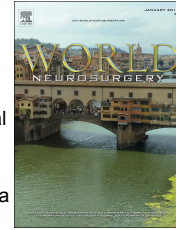
ANEXOS

Anexo A – Artigo aceito para publicação.

Accepted Manuscript

The speno-pterional point: a strategic point for burr hole placement in frontotemporal craniotomies

Baltazar Leão Reis, MD, Roberto Leal da Silveira, MD, PhD, Sebastião Nataniel Silva Gusmão, MD, PhD



PII: S1878-8750(17)30903-8
DOI: [10.1016/j.wneu.2017.06.011](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.011)
Reference: WNEU 5882

To appear in: *World Neurosurgery*

Received Date: 14 March 2017
Revised Date: 31 May 2017
Accepted Date: 1 June 2017

Please cite this article as: Reis BL, Silveira RLd, Gusmão SNS, The speno-pterional point: a strategic point for burr hole placement in frontotemporal craniotomies, *World Neurosurgery* (2017), doi: 10.1016/j.wneu.2017.06.011.

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Sphenopterional Point: Strategic Point for Burr Hole Placement in Frontotemporal Craniotomies

Baltazar Leão Reis¹, Roberto Leal Da Silveira², Sebastião Nataniel Silva Gusmão¹

BACKGROUND: Frontotemporal craniotomies are the most commonly performed neurosurgical approaches. We studied the external bony landmarks on the lateral surface of the skull to identify a "strategic" point where both the anterior and middle cranial fossae are exposed simultaneously during frontotemporal craniotomies through a single burr hole placed over the greater wing of the sphenoid bone (sphenopterional point).

OBJECTIVE: This study aimed to anatomically define the sphenopterional point via craniometric measurements taken on the lateral surface of the human skull.

METHODS: This study used 100 adult (age >18 years old) human dry crania (200 sides) with the calvaria removed, which were cataloged by gender and age. By using laser transillumination, the sphenopterional point was accurately identified in the temporal fossa. Measurements were taken using easily identifiable bony landmarks. On the basis of these landmarks, the horizontal and vertical distances were established between the sphenopterional point and the frontozygomatic suture.

RESULTS: Regardless of gender or the side of the skull, the mean horizontal distance was 21.72 mm (SD, 3.17 mm; range, 14.25 mm–32.58 mm), and the mean vertical distance was 4.76 mm (SD, 1.74 mm; range, 0.00–9.73 mm). Neither the horizontal (right side, $P = 0.621$; left side, $P = 0.341$) nor the vertical measurements (right side, $P = 0.460$; left side, $P = 0.609$) differed significantly between genders. Therefore males and females present, on average, the same vertical and horizontal measurements on both sides.

CONCLUSIONS: According to our measurements, the sphenopterional point is located, on average, 21.72 mm

posterior and 4.76 mm superior from the frontozygomatic suture, over the sphenoidal bone component of the pterion region.

INTRODUCTION

In 1975, Yasargil et al.^{1,2} systematized and refined the Dandy frontolateral and Kempe frontotemporal craniotomies, which until then, had been used to approach structures in the sellar and parasellar regions.^{3,4}

They described a craniotomy centered on the frontotemporal operculum of the lateral sulcus and introduced the concepts of the keyhole, interfascial dissection, and pterional craniotomy.^{5,6}

By applying the frontotemporosphenoidal (pterional) craniotomy proposed by Yasargil, it is possible to open the sylvian fissure and all of the anterior cisterns in the base of the brain.⁵ Together, these features make the pterional craniotomy and the transylvian approach the most common techniques used in modern neurosurgery; these methods are considered the standard models for frontotemporal craniotomies.⁷

Over the past decades, several authors have modified the systematization of pterional craniotomy. These modifications have also resulted in new models of frontolateral craniotomies, such as the supraorbital, orbitozygomatic, and pretemporal craniotomies.⁸⁻¹¹

However, only a few modifications have been proposed regarding the distribution of burr holes in frontotemporal craniotomies, in particular, concerning the position of the keyhole initially described by Yasargil.^{7,12,13}

In 2003, when studying the cranioccephalic correlation of 22 craniometric points, Gusmão et al.¹⁴ described the sphenopterional point. Located over the external aspect of the greater wing of the sphenoid bone, this point corresponds to

Key words

- Craniometric points
- Frontolateral craniotomy
- Keyhole
- Modified keyhole
- Pterional
- Sphenopterional point

From the Department of Neurosurgery,¹Federal University of Minas Gerais; and ²Madre Teresa Hospital, Belo Horizonte, Brazil

To whom correspondence should be addressed: Baltazar Leão Reis, M.D.
[E-mail: baltazarleao@hotmail.com]

Citation: *World Neurosurg.* (2017).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.011>

Journal homepage: www.WORLDNEUROSURGERY.org

Available online: www.sciencedirect.com

1878-8750/\$ - see front matter © 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.

149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222

print & web 4C/FFO

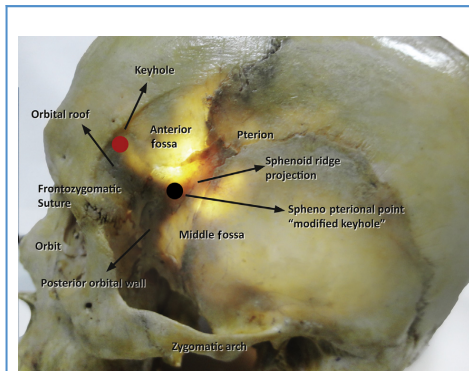


Figure 1. Left frontotemporal region examined with the transillumination technique using a powerful white light source. The boundaries between the anterior and middle fossae are easily recognized including the lateral aspect of the sphenoid ridge. The sphenoid ridge is a natural osseous boundary between the frontal and temporal fossae. The sphenopteral point (black dot) is the center of the burr hole placed over the projection of the lateral aspect of the sphenoid ridge. This burr hole brings into view the basal frontal dura superiorly and the temporal dura inferiorly, both separated by the sphenoid ridge at the center. The red dot represents the traditional keyhole.

the lesser sphenoid wing internally in the skull and marks the frontier between the anterior and middle cranial fossae. On the surface of the brain, this point corresponds to the lateral sulcus (sylvian fissure). In a modified distribution of the burr holes for pterional access, trepanning over the sphenopteral point exposes the anterior and middle fossae simultaneously and eliminates the need for burr holes over the traditional keyhole and the temporal bone squama (Figure 1).

We have routinely used a burr hole over the sphenopteral point as a modified keyhole in frontotemporal craniotomies performed in our neurosurgical practice.

This study uses craniometric measurements to describe and validate the sphenopteral point. It also establishes easily identifiable anatomic repairs for the correct application of the modified keyhole over the sphenopteral point in frontotemporal craniotomies.

OBJECTIVES

The objectives of this study were to 1) validate the sphenopteral point as a reference for strategic burr hole placement in frontotemporal craniotomies by measuring the distance between this point and the frontozygomatic suture; 2) evaluate differences in these measurements between genders and skull sides; and 3) propose a more anatomically based distribution of the burr holes in frontotemporal craniotomies.

METHODS

We used 100 adult (age >18 years old) human dry crania (200 sides) cataloged by gender and age, for this study. Each skull

was cross-sectioned to allow the visual control of the inner and outer surfaces of the lateral aspect of the skull simultaneously.

To avoid damaging the specimens, a laser transillumination was used to assess the correspondence of the sphenopteral point between the external and internal surfaces of each skull. A green laser light source, with a power of 300 mW and a wavelength of 532 nm, was used for the transillumination.

The laser pointer was placed in contact with the external surface of the skull at the sphenopteral point. Next, the correspondence of the sphenopteral point on the inner surface of the skull was confirmed via transillumination.

We accurately defined the optimal position for the burr hole placement over the sphenopteral point by visually inspecting the internal and external surfaces of the skull simultaneously. The laser pointer simulates a burr hole with the aim of exposing both the anterior and middle cranial fossae at the same time (Figure 2).

After defining the optimal anatomic position via transillumination and visual inspection, a pencil marking was made on the external surface of the specimen in question. This mark corresponds to the sphenopteral point, the center of the burr hole.

From this point, 2 reference lines relative to the frontozygomatic suture and the zygomatic arch were drawn: 1) horizontal line—a parallel line to the zygomatic arch, extending from the sphenopteral point marking up to the zygomatic process of the frontal bone; and 2) vertical line—a line extending perpendicularly from the frontozygomatic suture up to the horizontal line (Figure 3).

On the basis of these 2 lines, the following measurements were taken: 1) horizontal distance—the distance, in millimeters, over the horizontal line from the sphenopteral point up to the intersection with the vertical line; and 2) vertical distance—the distance, in millimeters, over the vertical line from the frontozygomatic suture up to the intersection with the horizontal line (see Figure 3).

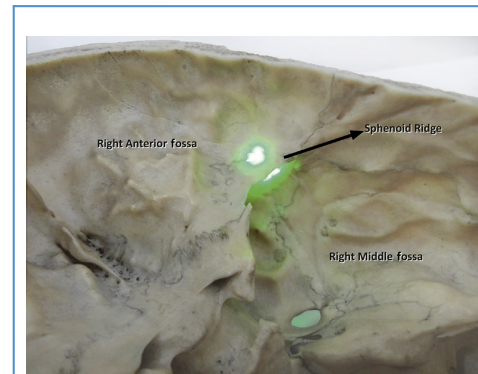


Figure 2. View of the right frontotemporal region of the inner surface of the skull. The laser pointer was placed over the sphenopteral point. By transillumination, the green laser dot can be observed on both the anterior and middle fossae, separated by the sphenoid ridge, simulating a burr hole.

223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
print & web 4C/FFO

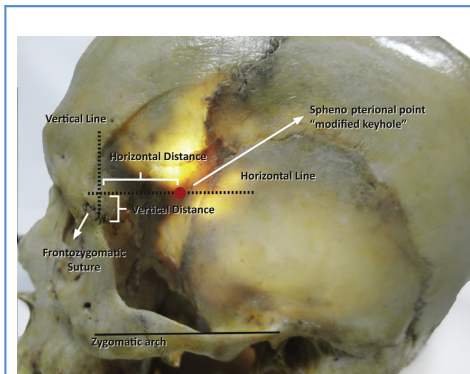


Figure 3. Left frontotemporal region studied with the transillumination technique using a white light source. The horizontal line was established parallel to the superior border of the zygomatic arch passing over the sphenopterional point, and the vertical line was drawn by connecting the frontozygomatic suture to the horizontal line perpendicularly. On the basis of these lines, 2 measurements were taken: 1) horizontal distance—the distance, in millimeters, over the horizontal line from the sphenoidal point up to the intersection with the vertical line; 2) vertical distance—the distance, in millimeters, over the vertical line from the frontozygomatic suture up to its intersection with the horizontal line.

A digital caliper was used to make the measurements because of its precision and the ease with which each measurement can be read.

Laser transillumination failed for 6 skulls due to the thickness of the bone. In these cases, the correspondence of the sphenopterional point between the skull surfaces was accessed using an outside caliper, with the tips forming a straight angle.

Statistical Analysis

We analyzed the 100 adult dry human skulls and then separated them according to gender and side. Descriptive measurements (mean, standard deviation, median, percentiles, minimum, and maximum values) were used as quantitative variables. For the qualitative variables, we used the frequency distribution.

The statistical analysis defined general reference values for gender and skull side for the horizontal and vertical distances.

We evaluated differences in these measurements between both genders and between the skull sides.

The normality of the measurement distributions was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test to determine which statistical test should be used. The distribution was found to be normal for both the horizontal and vertical distances; therefore parametric tests were used to compare the mean values between genders and sides.

An independent group Student's *t*-test was used to evaluate the differences in the means between genders. The null hypothesis was that the mean values were the same between groups (males and females), and the alternative hypothesis was that the mean values were different.

A paired *t*-test was used to assess the differences in the mean distances between the right and left sides. Both sides of the skull were evaluated.

A 5% significance level was used for all tests. Statistically significant associations were those in which $P < 0.05$. All statistical analyses were carried out using SPSS version 20.0 software (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

RESULTS

In the current study, 100 skulls (34 female and 66 male; 200 sides) were examined. The mean age of the specimens was 34.5 years (SD, 13.9 years; minimum 18 years; maximum 65 years). For the male skulls, the mean age was 35.4 years; for the female skulls, the mean was 32.7 years.

The frontozygomatic suture was identified in all specimens (100%) on both the left and right sides.

Regardless of the gender and side of the skull, the mean horizontal distance was 21.72 mm (SD, 3.17 mm; 25th percentile, 19.33 mm; 75th percentile, 23.36 mm; range, 14.25–32.58 mm), and the mean vertical distance was 4.76 mm (SD, 1.74 mm; 25th percentile, 3.62 mm; 75th percentile, 5.90 mm; range, 0.00–9.73 mm).

Regardless of the skull side, the mean horizontal distance and mean vertical distance were 21.88 mm (SD, 3.18 mm) and 4.84 mm (SD, 1.90 mm), respectively, in male skulls. For the female skulls, the mean horizontal distance and the mean vertical distance were 21.40 mm (SD, 3.15 mm) and 4.60 mm (SD, 1.40 mm), respectively, regardless of the side (Tables 1 and 2).

On the left side, the mean horizontal distance was 21.74 mm (SD, 3.14 mm) in males and 21.11 mm (SD, 3.08 mm) in females. The mean vertical distance was 4.73 mm (SD, 1.85 mm) in males and 4.54 mm (SD, 1.36 mm) in females.

The comparative analysis between genders did not reveal any statistically significant differences between the horizontal ($P = 0.341$) or vertical measurements on the left side ($P = 0.609$). Therefore males and females present, on average, the same vertical and horizontal measurements on the left side.

Table 1. Mean Horizontal Distances of Both Genders

	Number (sides)	Mean (SD), mm Both Sides	Range, mm Both Sides	Mean (SD), mm Right Sides	Mean (SD), mm Left Sides
Combined	200	21.72 (3.17)	14.25/32.58	21.91 (3.23)	21.53 (3.12)
Female	68	21.40 (3.15)	14.25/28.80	21.68 (3.24)	21.11 (3.08)
Male	132	21.88 (3.18)	16.74/32.58	22.02 (3.24)	21.74 (3.14)

Table 2. Mean Vertical Distance of Both Genders

	Number (sides)	Mean (SD), mm Both Sides	Range, mm Both Sides	Mean (SD), mm Right Sides	Mean (SD), mm Left Sides
Combined	200	4.76 (1.74)	0/9.73	4.85 (1.79)	4.66 (1.70)
Female	68	4.60 (1.40)	1.87/8.31	4.67 (1.45)	4.54 (1.36)
Male	132	4.84 (1.90)	0/9.73	4.95 (1.95)	4.73 (1.85)

On the right side, the mean horizontal distance was 22.02 mm (SD, 3.24 mm) in males and 21.68 mm (SD, 3.24 mm) in females. The mean vertical distance was 4.95 mm (SD, 1.95 mm) in males, and it was 4.67 mm (SD, 1.45 mm) in females.

The comparative analysis between genders did not reveal any statistically significant differences between the horizontal ($P = 0.621$) or vertical measurements on the right side ($P = 0.460$). Therefore males and females present, on average, the same vertical and horizontal measurements on the right side.

The horizontal distance did differ significantly between the 2 sides in the females only: The horizontal distance was smaller on the left side (mean, 21.53 mm; SD, 3.08 mm; $P = 0.050$) (mean horizontal distance on the right, 21.68 mm; SD, 3.24 mm).

The differences of the mean vertical distances between the sides within the female and male groups did not differ significantly (females, $P = 0.483$; males, $P = 0.080$).

DISCUSSION

In the standard pterional craniotomy described by Yasargil et al.,^{4,5} the craniotomy can be performed using 4 burr holes. The first burr hole, the so-called keyhole, is placed under the most anterior extension of the superior temporal line, just above the frontozygomatic suture (see Figure 1).

This classical keyhole is actually at the junction of the lateral and anterior aspects of the frontal fossa with the orbital roof.

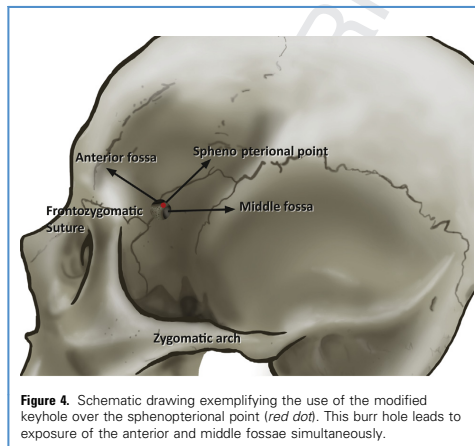


Figure 4. Schematic drawing exemplifying the use of the modified keyhole over the sphenopteronal point (red dot). This burr hole leads to exposure of the anterior and middle fossae simultaneously.

Instead of placing a burr hole at the standard pterional key point, we placed a burr hole at the sphenopteronal position, which corresponds to the projection of the most lateral and anterior aspects of the sphenoid ridge and the sylvian fissure.

The sphenoid ridge represents a natural osseous frontier between the anterior and middle fossae, which are key anatomic compartments that need to be exposed in frontotemporal approaches.

This modified keyhole brings into view the basal frontal dura superiorly and the temporal dura inferiorly, both separated by the sphenoid ridge at the center (Figure 4).

A single and regular burr hole with a 10-mm diameter, placed over the sphenopteronal point, is wide enough to expose both fossae. By exposing the frontal and temporal dura simultaneously, the modified keyhole eliminates the need for burr holes over the traditional keyhole, as well as over the squamous part of the temporal bone (Figure 5).

To the best of our knowledge, the sphenopteronal point was first mentioned as a surgical landmark for burr hole placement in frontotemporal craniotomies in 2003 by Gusmao et al.¹⁴ Even though we have successfully used this modified keyhole in many frontolateral approaches for >15 years, we have never seen a craniometric study on the sphenopteronal point.

Analyzing both sides of 100 dry skulls, this study demonstrated that the sphenopteronal point is located, on average, 21.72 mm

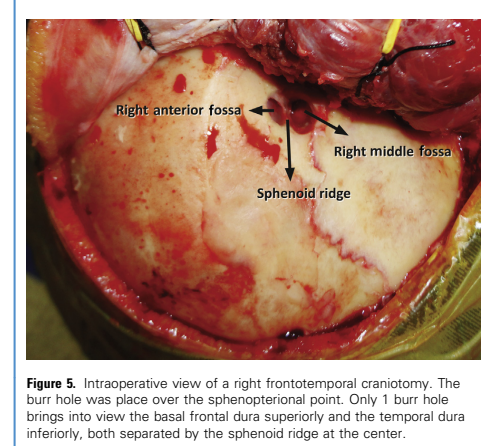


Figure 5. Intraoperative view of a right frontotemporal craniotomy. The burr hole was placed over the sphenopteronal point. Only 1 burr hole brings into view the basal frontal dura superiorly and the temporal dura inferiorly, both separated by the sphenoid ridge at the center.

593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666

posterior and 4.76 mm superior to the frontozygomatic suture, using the axial plane parallel to the root of the zygomatic arch as a reference.

We used the zygomatic arch and frontozygomatic suture as anatomic references for our measurements because they are both among the most easily palpable and visible bony landmarks in the surgical field of frontotemporal approaches before and after skin incision.

In our study, we were able to readily identify the frontozygomatic suture in all 100 specimens studied (100%) on both the left and right sides. Studying 50 adult skulls (100 sides), Tubbs et al.¹⁵ also identified the frontozygomatic suture in all specimens.

Previous studies have tried to use other anatomic landmarks, such as the frontosphenoidal and sphenozygomatic sutures, as references in frontotemporal approaches. However, these sutures were shown to be difficult to identify and inconsistent across dry skulls.¹⁵

It is widely known that the pterional approach can be performed with only 1 or 2 burr holes, particularly in patients with less adhesion between the dura mater and skull.¹² Moreover, the size of the craniotomy and position of the burr holes can be adjusted for each particular case.

In our surgical practice, only a single burr hole over the sphenopterional point has been sufficient to perform most frontotemporal craniotomies.

Eliminating the need for burr holes and the consequent bone loss associated with the traditional keyhole area and/or supraorbital portion of the frontal bone significantly improves the aesthetic results of frontotemporal craniotomies using this modified keyhole.

Compared with the traditional keyhole, the modified keyhole over the sphenopterional point is located approximately 2 cm posterior and 2 cm inferior (see Figure 1).

In 2016, Moscovici et al.¹⁶ reported a modified pterional craniotomy without burr holes. The craniotomy begins by drilling a narrow oblong entry point 5 mm wide and 15 mm long at the greater sphenoid wing. Using this narrow opening, they were able to perform 48 pterional craniotomies without any approach-related complications.

However, the authors did not mention whether they were able to dissect the dura properly from the internal skull surface using this approach. Unintentional lesions to the dura mater increase the surgical time and risk of damaging arteries and veins attached to the dura and its neighboring brain tissue.

They also did not describe the precise anatomic landmarks or cranial measurements used to find the exact point for drilling the greater sphenoid wing.

Providing access to the frontal and temporal fossae simultaneously, the burr hole over the sphenopterional point allows the meticulous dissection of the dura mater from the inner bony surfaces in both compartments. We suggest using a curved or even a straight angle dissector to facilitate dissection within this region.¹⁷

When the dura was very adherent and difficult to dissect from the inner surface of the skull, we added a second burr hole to avoid any dural damage. The position of this second burr hole varied depending on the posterior extent of the craniotomy, but it

was usually placed below the superior temporal line, just anterior or at the level of the coronal suture (stephanion point area).

In frontotemporal craniotomies performed using the traditional keyhole, the sphenoid ridge must be drilled at its most lateral and anterior aspects in order to allow a continuous osteotomy line between the frontal and temporal bones. This was the basic principle put forth by Moscovici et al.¹⁶ to advocate their modified pterional craniotomy without burr holes.

In looking at their images, it is possible to deduce that this point should be similar to the anatomic position described in current study. Thus we believe that the narrow oblong entry point suggested by Moscovici et al.¹⁶ can be replaced by a single burr hole over the sphenopterional point with the advantages already mentioned.

Nathal et al.¹⁸ described a minimally invasive frontotemporal craniotomy centered on a sphenoid ridge keyhole. They placed their burr hole posteriorly centered over a bony depression corresponding to the sphenoid ridge in the temporal fossa. The authors did not mention any measurements for defining the position for the hole. However, according to the illustrations in the article, the initial burr hole was placed more posteriorly, almost at the pterion. Then, from this point, 2 osteotomies (frontal and temporal) were performed, both in the anterior direction. Such osteotomies will meet over the most anterior and lateral portion of the sphenoid ridge, which is precisely the sphenopterional position described here. The authors used a chisel to unite the frontal and temporal osteotomies over the sphenopterional point.

Our study precisely described and defined the coordinates of the sphenopterional point, the center of the modified keyhole, which is more anterior than the burr hole described by Nathal et al.¹⁸ The sphenopterional point corresponds to the most anterior and lateral aspects of the sphenoid ridge. The burr hole over this point exposes the frontal and middle fossae and eliminates the need for drilling over the sphenoid ridge before bone flap elevation. After bone flap elevation, the remaining sphenoid ridge can be flattened using a high-speed drill. As such, we believe the modified keyhole over the sphenopterional point can be used in almost every frontotemporal craniotomy, including minimally invasive ones. We consider that starting frontotemporal craniotomies through the modified keyhole is straightforward and rational, as it reduces surgical time and minimizes bone loss without jeopardizing the quality of the approach.

The pterion is an important skull landmark. It is located over the upper portion of the greater sphenoid wing and approximates the site of the lateral end of the sphenoid ridge.¹⁹ At the anterior aspect of the squamous suture, just behind the pterion, the anterior sylvian point can be found.²⁰

The sylvian fissure and sphenoid ridge are identified on the external surface of the skull by the sylvian line, which extends backwards from the frontozygomatic point across the lateral surface of the head to the junction of the third and fourth segments of the nasion-inion curvature.²⁰ Between the frontozygomatic point and the pterion, following the main axis of the sylvian line, there is a bony depression that is easily identified during surgery. This bony depression over the greater sphenoid wing corresponds internally in the skull to the sphenoid ridge.

667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740

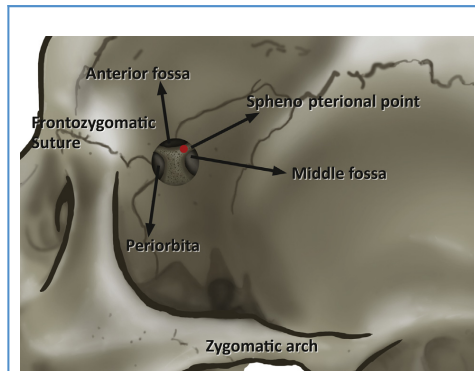


Figure 6. Schematic drawing exemplifying an extrapolation of the use of the sphenopterional burr hole. By displacing the center of the sphenopterional burr hole slightly down and forward, it is possible to expose the periorbit and anterior and middle fossae simultaneously.

print & web 4C/FFO

Q5

According to our measurements and clinical observations, the sphenopterional point is always located at the sphenoid bone component of the pterion region. That is, the sphenopterional point is on the greater sphenoid wing, below the pterion and slightly above the level of the frontozygomatic suture, precisely over the lateral projection of the sphenoid ridge.

The precise and accurate placement of the initial burr hole over the sphenopterional point is the most important factor for the appropriate and efficient execution of frontotemporal craniotomies based on this modified keyhole. This might be the most significant drawback of applying the modified keyhole suggested in this paper. If the burr hole is not placed precisely over the sphenopterional point, the anterior and middle fossae will not be exposed simultaneously. In such cases, it is necessary to enlarge the burr hole for the adequate execution of the craniotomy, which would increase the cranial defect.

Hence we have described millimetric measurements of the optimal location of the sphenopterional point in regards to fixed anatomic repairs on the lateral surface of the skull. In the axial plane parallel to the upper edge of the zygomatic arch, the sphenoidal point is located, on average, 21.88 mm (SD, 3.18 mm) posterior and 4.84 mm (SD, 1.90 mm) superior to the frontozygomatic suture in males. Using the same landmarks, in females, the sphenopterional point is found, on average,

21.40 mm (SD, 3.15 mm) posterior and 4.60 mm (SD, 1.40 mm) superior.

Regardless of the side, the comparative analysis between genders did not reveal any statistically significant differences between the horizontal ($P = 0.307$) or vertical measurements ($P = 0.326$). Therefore males and females have, on average, the same horizontal and vertical measurements.

An adaptation of the use of the burr hole over the sphenopterional point makes it possible to expose the lateral part of the orbital cavity. It involves displacing the center of the burr hole slightly down and forward, making it possible to expose the periorbit, anterior, and middle fossae simultaneously (Figure 6).

In our practice, this burr hole has proven to be useful in some cases of frontotemporo-orbitozygomatic approaches.

Spiriev et al.²¹ studied 20 dry skull specimens and described a 1-piece orbitozygomatic approach based on the sphenoid ridge keyhole. With a more anterior burr hole over the sphenoid ridge, they were able to expose the frontal and temporal dura, as well as the periorbit. After measurements, they determined that the center of the sphenoid ridge keyhole was 10.7 mm (SD, 0.08 mm) posterior and 7.1 mm (SD, 0.22 mm) inferior to the frontozygomatic suture.

The modified keyhole described here does not aim to expose the most lateral part of the periorbit. Therefore it is more posterior (see Table 1) relative to the frontozygomatic suture than the point proposed by Spiriev et al.²¹

In addition, according to our measurements, the sphenopterional point was located, on average, 4.76 mm (SD 1.74 mm) above the frontozygomatic suture relative to an axial plane parallel to the root of the zygoma. Anatomically, the sphenoid ridge represents the lateral extent of the posterior aspect of the lesser sphenoid wing and forms the lateral orbital wall together with the greater sphenoid wing, frontal and zygomatic bones. Following the sphenoid ridge projection (see Figure 1) from the posterior to the anterior position, it becomes more inferior as it approaches the lateral orbital wall. Therefore due to its posterior location, the sphenopterional point has to be more superior than the point proposed by Spiriev et al.²¹

CONCLUSION

The burr hole over the sphenopterional point in frontotemporal approaches aiming to simultaneously expose the anterior and middle fossae is a safe and viable alternative; it is anatomically defined, reduces the surgical time, and avoids bone loss. On average, this point is located 21.72 mm (SD, 3.17 mm) posterior and 4.76 mm (SD, 1.74 mm) superior to the frontozygomatic suture over the greater wing of the sphenoid bone in both male and female skulls.

REFERENCES

1. Yasargil MG, Fox JL. The microsurgical approach to intracranial aneurysms. *Surg Neurol.* 1975;3:7.
2. Yasargil MG, Fox JL, Ray MW, et al. The operative approach to aneurysms of the anterior communicating artery. *Adv Tech Stand Neurosurg.* 1975;2:113-170.
3. Dandy WE. *The Brain.* Hagerstown, MD: WF Prior Co. Inc; 1966.
4. Kempe LG. *Operative Neurosurgery Vol. 1: Cranial, Cerebral and Intracranial Vascular Disease.* Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1968.
5. Yasargil MG, Antic J, Laciça R, Jain KK, Hodosh RM, Smith RD. Microsurgical pterional approach to aneurysms of the basilar bifurcation. *Surg Neurol.* 1976;6:83-91.
6. Yasargil MG, Reichman MV, Kubik S. Preservation of the frontotemporal branch of the facial nerve using the interfascial temporalis flap for pterional craniotomy: technical article. *J Neurosurg.* 1987;67:463-466.

- 889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
- Q4
7. Chaddad-Neto F, Campos Filho JM, Dória-Netto HL, Faria MH, Ribas GC, Oliveira E. The pterional craniotomy: tips and tricks. *Arq Neuropsiquiatr.* 2012;70:727-732.
 8. Jane JA, Park TS, Pobereskin LH, Winn RH, Butler AB. The supraorbital approach: technical note. *Neurosurgery.* 1982;11:537-542.
 9. Fujitsu K, Kuwabara T. Zygomatic approach for lesions in the interpeduncular cistern. *J Neurosurg.* 1985;62:340-343.
 10. Sekhar LN, Raso J. Orbitozygomatic fronto-temporal approach. *Cranial Microsurg Approaches Tech N Y Thieme.* 1999:130-133.
 11. De Oliveira E, Tedeschi H. Pterional and pre-temporal approaches. *Cranial Microsurg Approaches Tech N Y Thieme.* 1999:124-129.
 12. Wen HT, de Oliveira E, Tedeschi H, Andrade FC, Rhoton AL. The pterional approach: surgical anatomy, operative technique, and rationale. *Oper Tech Neurosurg.* 2001;4:60-72.
 13. Vishteh AG, Marciano FF, David CA, Baskin JJ, Spetzler RF. The pterional approach. *Oper Tech Neurosurg.* 1998;1:39-49.
 14. Gusmão S, Silveira RL, Arantes A. Pontos referenciais nos acessos cranianos. *Arq Neuropsiquiatr.* 2003;61:305-308.
 15. Tubbs RS, Loukas M, Shoja MM, Cohen-Gadol AA. Refined and simplified surgical landmarks for the MacCarty keyhole and orbitozygomatic craniotomy. *Neurosurgery.* 2010;66:ons230-ons233.
 16. Moscovici S, Mizrahi CJ, Margolin E, Spektor S. Modified pterional craniotomy without "MacCarty keyhole". *J Clin Neurosci.* 2016;24:135-137.
 17. Gusmão S, Morato EG, Ulhoa TH, Arantes A, Magaldi M. Dissector em ângulo reto para descolamento da dura-máter: nota técnica. *J Bras Neuroci.* 2006;17:130-131.
 18. Nathal E, Gomez-Amador JL. Anatomic and surgical basis of the sphenoid ridge keyhole approach for cerebral aneurysms. *Neurosurgery.* 2005; 56(suppl 1):178-185.
 19. Shimizu S, Tanriover N, Rhoton AL Jr, Yoshioka N, Fujii K. MacCarty keyhole and inferior orbital fissure in orbitozygomatic craniotomy. *Neurosurgery.* 2005;57:152-159.
 20. Ribas GC, Ribas EC, Rodrigues CJ. The anterior sylvian point and the suprasylvian operculum. *Neurosurg Focus.* 2005;18:1-6.
 21. Spiriev T, Poulsgaard L, Fugleholm K. One piece orbitozygomatic approach based on the sphenoid ridge keyhole: anatomical study. *J Neurol Surg Part B Skull Base.* 2016;77:199-206.
- Conflict of interest statement: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors. We have no affiliations with or involvement in any organization or entity with any financial or nonfinancial interest in the subject matter or materials discussed in this manuscript. We also testify that there is no conflict of interest between the author and coauthors.*
- Received 14 March 2017; accepted 1 June 2017
Citation: *World Neurosurg.* (2017).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.011>
Journal homepage: www.WORLDNEUROSURGERY.org
Available online: www.sciencedirect.com
1878-8750/\$ - see front matter © 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.
- 963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036

Anexo B – Carta de Ciência do Comitê de Ética em Pesquisa.




UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Interessado (a): Prof. Sebastião Nataniel da Silva Gusmão
Depto. Cirurgia
Faculdade de Medicina- UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP vem, por meio desta carta, informar que tem ciência do desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado **“Validação anatômica da trepanação sobre o ponto esfeno-pterional utilizada em craniotomias frontolaterais”**.

Belo Horizonte, 06 de julho de 2017.


Profª. Dra. Vivian Resende
Coordenadora do COEP-UFMG