SAUL ALMEIDA DA SILVA

**Estudo analítico e comparativo da craniotomia pterional,
pré-temporal e sua variante orbitozigomática**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências

Programa de Neurologia

Orientador: Prof. Dr. Eberval Gadelha Figueiredo
Coorientador: Prof. Dr. Almir Ferreira de Andrade

**São Paulo
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Silva, Saul Almeida da
Estudo analítico e comparativo da craniotomia
pterional, pré-temporal e sua variante
orbitozigomática / Saul Almeida da Silva. -- São
Paulo, 2019.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Neurologia.

Orientador: Eberval Gadelha Figueiredo.

Coorientador: Almir Ferreira de Andrade.

Descritores: 1.Cadáver 2.Craniotomia
3.Microcirurgia 4.Neuroanatomia 5.Neurocirurgia
6.Neuronavegação 7.Procedimentos cirúrgicos

USP/FM/DBD-117/19

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Edimilson e Ana Claudia pelo amor e ensinamentos ao longo da vida. Aos meus irmãos Leandro e Laércio pelo companheirismo e apoio.

À minha amada esposa Thais, sem a qual nada disso seria possível. À minha filha Isabel, minha maior motivação para meu projeto de vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eberval Gadelha Figueiredo, pelos ensinamentos, pela paciência e por todo apoio ao longo dessa jornada.

Ao Prof. Dr. Almir Ferreira de Andrade, grande mestre, amigo e exemplo a ser seguido.

Ao Prof. Dr. Manoel Jacobsen Teixeira, por estimular a busca pelo conhecimento em seus alunos e acreditar no potencial de cada um.

Ao Prof. Dr. José Pinhata Otoch, professor titular da disciplina de técnica cirúrgica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto Pasqualucci, Diretor do Serviço de Verificação de Óbito da Capital.

Aos médicos residentes da divisão de clínica neurocirúrgica, sem os quais esse trabalho não teria sido concluído. Agradeço especialmente ao médico residente Dr. Vitor Nagai, pela entusiasmo e disposição para auxiliar nas dissecações e ao Dr. Davi Solla pelo auxílio na análise estatística dos dados.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: Adaptado de *International Comittee of Medical Journal Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª edição - São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos e periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

Termos anatômicos conforme nomenclatura anatômica vigente no momento desta publicação:

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. *Terminologia anatômica internacional*. 1ª edição - São Paulo: Manole, 2001.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de figuras

Lista de tabelas e gráficos

Resumo

Abstract

Página

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO DA LITERATURA	6
3.1 Craniotomia pterional	13
3.2 Craniotomia orbitozigomática	16
3.3 Craniotomia pré-temporal	19
4. MÉTODOS	21
4.1 Craniotomia pterional	26
4.2 Craniotomia pré-temporal	29
4.3 Craniotomia orbitozigomática	31
4.4 Área de exposição	33
4.5 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina ...	34
4.6 Exposição angular	36
4.7 Análise estatística	37
5. RESULTADOS	38
5.1 Área de exposição	39
5.2 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina	39
5.3 Exposição angular	40

5.4 Análise do tamanho do efeito	43
6. DISCUSSÃO	44
6.1 Craniotomias clássicas em neurocirurgia vascular	46
6.2 Área de exposição cirúrgica	47
6.3 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina	48
6.4 Exposição angular	49
6.5 Limitações do estudo	50
7. CONCLUSÕES	51
8. ANEXOS	53
9. REFERÊNCIAS	64
10. APÊNDICES	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACI	- Artéria carótida interna
ACM	- Artéria cerebral média
ACP	- Artéria cerebral posterior
CEP	- Comissão de Ética em Pesquisa
AcoA	- Artéria comunicante anterior
IC	- Intervalo de confiança
OZ	- Orbitozigomática
PreT	- Pré-temporal
PT	- Pterional
SVOC	- Serviço de Verificação de Óbitos da Capital

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Ilustrações da craniotomia transfrontal descrita por Harvey Cushing utilizada para o tratamento de tumores na região da sela turca	7
Figura 2 - Desenho esquemático das craniotomias descritas por Fedor Krause ...	8
Figura 3 - Desenho esquemático da craniotomia transfrontal proposta por Charles Frazier com remoção do retalho ósseo orbital	9
Figura 4 - Ilustração da craniotomia frontotemporal descrita por Heuer com exposição ampla dos lobos frontal e temporal	10
Figura 5 - Ilustração da craniotomia frontotemporal de Dandy para o tratamento de aneurisma da artéria carótida interna esquerda	11
Figura 6 - Fotografia da face lateral esquerda do crânio evidenciando a região do ptério	12
Figura 7 - Desenho esquemático da craniotomia pterional padronizada e descrita por Yasargil	14
Figura 8 - Desenho esquemático da craniotomia pterional após a remoção do retalho ósseo frontotemporal	15
Figura 9 - Desenho esquemático da craniotomia fronto-orbital descrita por Pellerin <i>et al.</i>	16
Figura 10 - Desenho esquemático da craniotomia orbitozigomática descrita por Hakuba <i>et al.</i>	17
Figura 11 - Desenho esquemático da craniotomia orbitozigomática proposta por Zabramski <i>et al.</i>	18

Figura 12 - Desenho esquemático da craniotomia <i>half and half</i> descrita por Drake para o tratamento de dois aneurismas cerebrais	19
Figura 13 - Desenho esquemático da craniotomia pré-temporal	20
Figura 14 - Fotografia realizada durante execução do projeto no laboratório de técnica neurocirúrgica e microcirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo localizado no Serviço de Verificação de Óbito da Capital (SVOC)	22
Figura 15 - Equipamentos cirúrgicos utilizados para a realização das craniotomias	23
Figura 16 - Desenho esquemático demonstrando a sequência das craniotomias realizadas	24
Figura 17 - Utilização do sistema de neuronavegação com esferas identificáveis pelo sistema de câmera infravermelho	25
Figura 18 - Fotografia da craniotomia pterional realizada do lado esquerdo após a abertura da dura-máter	27
Figura 19 - Fotografia da craniotomia pterional realizada do lado esquerdo, após a abertura do sulco lateral do cérebro e posicionamento de espátula fixada em retrator cerebral	28
Figura 20 - Fotografia da craniotomia pré-temporal esquerda, realizada como uma extensão da craniotomia pterional prévia	30
Figura 21 - Fotografia da craniotomia orbitozigomática esquerda, realizada como extensão da craniotomia pré-temporal	32
Figura 22 - Fotografia em visão superior da base do crânio de uma peça anatômica com desenho esquemático dos seis pontos anatômicos utilizados no cálculo da área de exposição para cada craniotomia	34

Figura 23 - Fotografia microcirúrgica da exposição linear da artéria basilar na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina, mensurada pela distância entre os pontos (A) e (B)	35
Figura 24 - Desenho esquemático do cálculo da exposição angular horizontal ...	36

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

	Página
Tabela 1 - Área de exposição cirúrgica e exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina	40
Tabela 2 - Exposição angular em graus horizontal (H) e vertical (V)	41
Gráfico 1 - Gráfico mostrando a média e intervalo de confiança da exposição angular horizontal e vertical das seis estruturas vasculares, para cada craniotomia estudada	42

RESUMO

Silva SA. *Estudo analítico e comparativo da craniotomia pterional, pré-temporal e sua variante orbitozigomática* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.

INTRODUÇÃO: Embora a craniotomia pterional e suas variantes sejam os acessos mais utilizados em neurocirurgia, poucos estudos analisaram de forma quantitativa a exposição fornecida em cada uma delas. **OBJETIVOS:** Neste estudo, realizou-se avaliação comparativa das exposições cirúrgicas fornecidas pelas craniotomias pterional (PT), pré-temporal (PreT) e orbitozigomática (OZ) por meio de medidas quantitativas da área de exposição cirúrgica ao redor círculo arterial do cérebro, exposição angular e exposição linear da artéria basilar na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina. **MÉTODOS:** Oito cadáveres adultos frescos, com tempo máximo de 24 horas após a morte, foram utilizados no estudo. As craniotomias foram realizadas sequencialmente no mesmo cadáver, em um único lado, iniciando-se com a PT, seguido da PreT e terminando com a OZ. Após cada craniotomia, calculou-se a área de exposição cirúrgica, delimitada pelos seguintes pontos: (1) ponto mais lateral da fissura orbitária superior ipsilateral; (2) bifurcação da artéria cerebral média (ACM) ipsilateral; (3) ponto mais distal da artéria cerebral posterior (ACP) ipsilateral; (4) ponto mais distal da ACP contralateral; (5) ponto mais distal da ACM contralateral; (6) ponto mais lateral na asa menor do esfenóide contralateral. Calculou-se ainda, após cada craniotomia, a exposição angular nos eixos horizontal e vertical das seguintes estruturas vasculares: (1) bifurcação da ACM ipsilateral; (2) bifurcação da artéria carótida interna (ACI) ipsilateral; (3) topo da artéria basilar; (4) ponto médio da artéria comunicante anterior;

(5) bifurcação da ACI contralateral; (6) ponto mais distal da ACM contralateral. Por fim, após cada craniotomia, mediu-se a exposição linear da artéria basilar na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina. Todas as aferições foram feitas utilizando-se um sistema de neuronavegação computadorizado. RESULTADOS: A OZ apresentou maior exposição cirúrgica em torno do círculo arterial do cérebro ($PT = 844,7 \pm 233,3 \text{ mm}^2$; $PreT = 1.134 \pm 223,3 \text{ mm}^2$; $OZ = 1.301,3 \pm 215,9 \text{ mm}^2$) com aumento de $456,7 \text{ mm}^2$ em relação à PT ($p < 0,01$) e de $167,4 \text{ mm}^2$ comparado com a PreT ($p < 0,05$). A exposição linear da artéria basilar aumentou significativamente com a extensão da craniotomia PT para a PreT e sequencialmente para a OZ. A extensão da PT para PreT e OZ aumentou a exposição angular em todas as medições. Ao compararmos as craniotomias PreT e OZ encontramos um aumento na exposição angular horizontal do topo da artéria basilar ($p = 0,02$) e bifurcação da artéria carótida interna contralateral ($p = 0,048$). CONCLUSÕES: A craniotomia OZ oferece vantagens cirúrgicas significativas em relação à PT e PreT, no que diz respeito à área de exposição cirúrgica e exposição linear da artéria basilar. A remoção de parte da margem orbital e do arco zigomático forneceu aumento significativo da exposição angular, proporcionando maior liberdade cirúrgica para acessar estruturas da fossa interpeduncular, cisterna pré-pontina e cisternas subaracnóideas contralaterais. Os dados apresentados no estudo, somados à experiência do cirurgião podem auxiliar na escolha do melhor acesso cirúrgico para cada lesão a ser tratada.

Descritores: Cadáver; Craniotomia; Microcirurgia; Neuroanatomia; Neurocirurgia; Neuronavegação; Procedimentos Cirúrgicos.

ABSTRACT

Silva SA. *Quantitative and comparative study of pterional, pretemporal, and orbitozygomatic approaches* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2019.

INTRODUCTION: Although pterional craniotomy and its variants are the most used approaches in neurosurgery, few studies have analyzed quantitatively the exposure provided by each of them. OBJECTIVES: In this study we compared the surgical exposures provided by pterional (PT), pretemporal (PreT) and orbitozygomatic (OZ) approaches through quantitative measurements of area of surgical exposure around the circle of Willis, angular exposures, and linear exposure of basilar artery in the interpeduncular fossa and prepontine cistern. METHODS: Eight adult fresh cadavers were used within 24 hours after death. The craniotomies were sequentially performed in the same cadaver, first starting with the PT, followed by the PreT, ending up with the OZ. After each craniotomy the area of surgical exposure was calculated, delimited by the following points: (1) lateral aspect of the superior orbital fissure in the ipsilateral sphenoid wing; (2) bifurcation of ipsilateral middle cerebral artery (MCA); (3) most posterior visible point of the ipsilateral posterior cerebral artery (PCA); (4) most posterior visible point of the contralateral PCA; (5) most distal visible point of the contralateral MCA; (6) most lateral visible point of the contralateral lesser sphenoid wing. After each craniotomy, the angular exposure in the horizontal and vertical axes of the following vascular structures was calculated: (1) bifurcation of the ipsilateral MCA; (2) bifurcation of the ipsilateral internal carotid artery (ICA); (3) basilar artery tip; (4) middle point of anterior communicating artery; (5) bifurcation of the contralateral ICA;

(6) most distal point of the contralateral MCA. Finally, after each craniotomy, linear exposure of the basilar artery was measured in the interpeduncular fossa and prepontine cistern. All measurements were performed using a computerized neuronavigation system. RESULTS: OZ presented a wider surgical exposure of the circle of Willis (PT = $844.7 \pm 233.3 \text{ mm}^2$; PreT = $1134 \pm 223.3 \text{ mm}^2$; OZ = $1301.3 \pm 215.9 \text{ mm}^2$) with an increase of 456.7 mm^2 in relation to the PT ($p < 0.01$) and of 167.4 mm^2 to the PreT ($p < 0.05$). The linear exposure of the basilar artery significantly increased with the craniotomy extension to the PreT and then to OZ. The extension from PT to PreT and OZ increases angles in all measurements. When comparing the PreT and OZ we found an increase in the horizontal angular exposure to the basilar tip ($p = 0.02$) and contralateral ICA bifurcation ($p = 0.048$). CONCLUSIONS: The OZ approach offered significant surgical advantages compared to the traditional PT and PreT regarding to the area of exposure and linear exposure to basilar artery. With regards to the angular exposure, the orbital rim and zygomatic arch removal provided greater surgical freedom to access structures of the interpeduncular fossa, prepontine cistern, and contralateral subarachnoid cisterns. The data presented in the study added to the experience of the surgeon can help in choosing the best individualized surgical approach.

Descriptors: Cadaver; Craniotomy; Microsurgery; Neuroanatomy; Neurosurgery; Neuronavigation; Surgical Procedures.

1. INTRODUÇÃO

Diversas técnicas de acessos neurocirúrgicos têm sido desenvolvidas para operar lesões na região paraclinoidea, no espaço incisural, nas cisternas interpeduncular e pré-pontina. Dentre essas lesões incluem-se aneurismas da circulação anterior e posterior, craniofaringiomas e meningiomas. Dentre as técnicas de acesso incluem-se as craniotomias subtemporal, pterional (PT), pré-temporal (PreT) e orbitozigomática (OZ).

A craniotomia PT tem sido o acesso padrão em neurocirurgia vascular tradicional desde os anos 1970, quando Yasargil¹ descreveu-a pela primeira vez. A PT permite acesso às estruturas da base do crânio localizadas desde o quiasma óptico até a bifurcação da artéria basilar através do corredor do sulco lateral do cérebro, com pouca exposição dos lobos frontal e temporal¹⁻³.

Em 1986, Hakuba *et al.*⁴ propuseram a técnica OZ, que posteriormente foi modificada por Zabramski *et al.*⁵. A OZ representa uma extensão basal da craniotomia PT convencional, com remoção parcial das paredes superior e lateral da órbita associada à remoção do arco zigomático. Essa modificação foi proposta para permitir o acesso à região parasselar e à fossa interpeduncular, sem necessidade de retração cerebral excessiva.

Nos anos 1990, de Oliveira *et al.*⁶ propuseram a chamada craniotomia pré-temporal (PreT), que consiste em uma exposição mais ampla do polo temporal seguida de retração posterior e lateral de parte do lobo temporal. Esse procedimento cria um corredor desobstruído para a fossa interpeduncular através de uma perspectiva lateral. Além disso, permite acesso à fossa média do crânio e à região do seio cavernoso. Essa craniotomia pode ser realizada como uma extensão das craniotomias PT ou OZ, dependendo das características da lesão a ser operada ou dos alvos anatômicos de interesse⁷.

Embora descrita classicamente de acordo com as necessidades cirúrgicas para alcançar alvos específicos, o uso de cada uma dessas técnicas depende da experiência, confiança e preferência do neurocirurgião. Até o momento, existem poucos estudos que analisam e comparam esses acessos cirúrgicos e suas respectivas exposições. Além do mais, os benefícios da craniotomia OZ como extensão da PreT ainda não foram avaliados quantitativamente.

Apesar das craniotomias mais amplas aparentarem uma vantagem óbvia, elas também podem proporcionar adição de morbidade. Com a OZ, a remoção da margem orbital pode causar deformidades cranianas ou afetar os músculos da motilidade ocular, enquanto a abordagem PreT pode levar a infartos venosos ou contusões no lobo temporal. Até o presente momento, existem poucos dados quantitativos que demonstrem as reais vantagens comparativas de cada craniotomia, enquanto que suas indicações dependem em maior parte da opinião pessoal e da experiência do cirurgião.

2. OBJETIVOS

Quantificar e comparar as exposições fornecidas pelas craniotomias PT, PreT e OZ através de medidas de área de exposição, exposição angular nos eixos horizontal e vertical e exposição linear da artéria basilar na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina.

3. REVISÃO DA LITERATURA

O acesso neurocirúrgico às estruturas intracranianas localizadas na região da sela turca foi inicialmente descrito por Sir Victor Horsley⁸ (1857-1916) em 1889, através de uma craniotomia frontal utilizando-se da via subfrontal. Em 1906, Horsley descreveu o acesso subtemporal intradural para lesões localizadas na proximidade do quiasma óptico e relatou o uso dessa técnica em diversos pacientes⁸.

Harvey Cushing⁹ (1869-1939) descreveu acessos neurocirúrgicos à região selar e parasselar através de uma craniotomia frontal, por uma via exclusivamente subfrontal. O acesso subtemporal intradural também foi utilizado por Cushing para acessar essa região até a introdução da via transesfenoidal em 1909⁹ (Figura 1).

Figura 1 – Ilustrações da craniotomia transfrontal descrita por Harvey Cushing utilizada para o tratamento de tumores na região da sela turca. (A) Incisão, craniotomia e retração lateral dos retalhos ósseo e miocutâneo com exposição da dura-máter frontal e fossa anterior craniana. A dura-máter foi descolada da parede superior da órbita até a proximidade da asa menor do osso esfenóide. (B) Abertura dural com exposição do nervo óptico direito deslocado superiormente e lateralmente em função da lesão tumoral na topografia da sela turca. [FONTE: adaptado de Cushing e Eisenhardt¹⁰]

Fedor Krause¹¹ (1857-1937) em 1900 foi o primeiro a descrever um acesso subfrontral extradural ao longo da asa menor do esfenoide para a remoção de um projétil localizado na região do nervo óptico. Krause relatou em outras ocasiões o uso da via frontal lateral como uma alternativa à via estritamente frontal para cirurgias de lesões da região selar e parasselar¹¹ (Figura 2).

Figura 2 – Desenho esquemático das craniotomias descritas por Fedor Krause. (A) Craniotomia subtemporal evidenciando o quiasma óptico e a região suprasselar. (B) Craniotomia frontal lateral fornecendo uma perspectiva mais lateral nas lesões paraquiasmáticas. [FONTE: adaptado de Krause¹¹]

Lewis McArthur¹² (1858-1934) em 1908 descreveu um acesso similar ao proposto por Krause, no entanto sua craniotomia localizava-se imediatamente superior ao olho e incluía remoção da margem orbital e da parede superior da órbita¹². Charles Frazier¹³ (1870-1936) em 1913 propôs uma modificação na craniotomia de McArthur, com um acesso extradural associado à remoção da margem orbital e da parede superior da órbita em um retalho ósseo único (Figura 3).

Figura 3 – Desenho esquemático da craniotomia transfrontal proposta por Charles Frazier com remoção do retalho ósseo orbital. (A) Retalho osteoplástico frontal tracionado lateralmente com exposição dural e delimitação da porção da margem orbital (ab) a ser removido. (B) Após a remoção da margem orbital e da parede superior da órbita, o lobo frontal é mobilizado superiormente e a órbita tracionada inferiormente, com ampla exposição do conteúdo orbital, nervo óptico e dura-máter da região subfrontal. *p.b.*: *pituitary body* (corpo hipofisário); *o.c.*: *orbital contents* (conteúdo orbital); *o.n.*: *optic nerve* (nervo óptico). [FONTE: adaptado de Frazier¹³]

George Heuer¹⁴ (1882-1950), neurocirurgião contemporâneo de Harvey Cushing e Walter Dandy, descreveu em 1914, de forma detalhada, a primeira craniotomia frontotemporal. Essa craniotomia foi utilizada por Heuer no tratamento de 24 pacientes com tumores da região selar e foi o início do que conhecemos hoje como craniotomia pterional¹⁵ (Figura 4).

Figura 4 – Ilustração da craniotomia frontotemporal descrita por Heuer com exposição ampla dos lobos frontal e temporal. Ao centro é possível identificar o nervo óptico direito deslocado superiormente por um tumor na região selar. No canto inferior direito temos o desenho esquemático evidenciando a incisão e a craniotomia frontotemporal utilizada. [FONTE: adaptado de Heuer¹⁴]

Walter Dandy¹⁶ (1886-1946) trabalhando em conjunto com Heuer, realizou diversas craniotomias frontotemporais para o tratamento de lesões selares e parassellares. Posteriormente, Dandy modificou a craniotomia de Heuer, mantendo a incisão atrás da linha do cabelo e reduzindo o tamanho do retalho ósseo. Esse mesmo acesso cirúrgico foi utilizado para o tratamento de diversos aneurismas intracranianos por Dandy após 1936¹⁶ (Figura 5).

Figura 5 – Ilustração da craniotomia frontotemporal de Dandy para o tratamento de aneurisma da artéria carótida interna esquerda. No canto superior direito vemos um desenho esquemático da incisão e craniotomia. *Spurt of arterial blood at retraction of carotid a. from aneurysm*: jorro de sangue arterial na retração da artéria carótida do aneurisma; *Nerve III*: nervo oculomotor; *Optic n.*: nervo óptico; *Silver clip*: clipe de prata. [FONTE: adaptado de Dandy¹⁶]

Diversas modificações da craniotomia descrita por Dandy foram feitas após 1940¹⁵ mas foi somente em 1964 que Wallace Hamby¹⁷ (1903-1999) cunhou pela primeira vez o termo “craniotomia pterional”. Hamby descreveu como pterional a craniotomia frontotemporal, centrada na região do ptério, utilizada para o tratamento de exoftalmia e tumores orbitais¹⁷. Em 1968, Ludwig Kempe¹⁸ (1915-2012) descreveu uma modificação da craniotomia pterional para o tratamento de aneurismas da circulação anterior que consistia em um acesso muito semelhante ao utilizado atualmente em neurocirurgia.

Figura 6 - Fotografia da face lateral esquerda do crânio evidenciando a região do ptério

O ptério é uma região do crânio formada pelo encontro entre os ossos parietal, temporal, esenoide e frontal (Figura 6). Abaixo dessa região, cursa a divisão anterior da artéria meníngea média¹⁵.

O termo ptério deriva da palavra grega *pteron*, que se traduz como asa. Na mitologia grega, Hermes, o mensageiro dos deuses, conseguia voar graças à presença de asas localizadas em suas sandálias e em sua cabeça. Essas asas eram fixadas na região craniana denominada ptério¹⁵.

O termo craniotomia pterional, refere-se a uma craniotomia frontotemporal, centrada na região craniana denominada ptério¹⁵.

3.1 Craniotomia pterional (PT)

William House¹⁹ (1923-2012) em 1961 introduziu a utilização do microscópio em cirurgias otorrinolaringológicas. Mas foi Mahmut Gazi Yasargil²⁰ a partir de 1969 quem popularizou e difundiu o uso do microscópio cirúrgico na neurocirurgia. Yasargil, considerado o pai da microneurocirurgia, desenvolveu diversos instrumentos e técnicas microcirúrgicas que permitiram realizar o tratamento de lesões intracranianas através de uma craniotomia frontotemporo-esfenoidal, padronizando-a e denominando-a simplesmente como “pterional”^{1,20-22}.

Yasargil idealizou uma craniotomia que permitiria acessar as principais estruturas vasculares do círculo arterial cerebral com o mínimo de manipulação do tecido cerebral²¹. Para alcançar esse objetivo, ele defendeu o uso dos planos e espaços naturais para alcançar a base do cérebro sem a necessidade de retração excessiva do tecido cerebral. Os planos utilizados são a parede superior da órbita e a asa menor do osso esfenóide que separa os lobos frontal e temporal²².

Esses espaços naturais são ampliados através da remoção da porção lateral da asa menor do osso esfenóide e da retificação da parede superior da órbita. Além do mais, esse espaço pode ser expandido através da abertura do sulco lateral do cérebro e

das cisternas subaracnóideas basais²³. O uso da magnificação, iluminação adequada e visão estereoscópica oferecida pelo microscópio cirúrgico, permitem o tratamento de lesões localizadas do plano esfenoidal até a cisterna interpeduncular²³ (Figuras 7 e 8).

Figura 7 – Desenho esquemático da craniotomia pterional padronizada e descrita por Yasargil. (A) Retração do retalho cutâneo e dissecação interfascial com o objetivo de preservação do ramo frontal do nervo facial. (B) Descolamento e retração inferior do músculo temporal. (C) Quatro trepanações que permitem o preparo da craniotomia. (D) Craniotomia pterional conectando as quatro trepanações, em formato de diamante. [FONTE: adaptado de Yasargil²¹]

Figura 8 – Desenho esquemático da craniotomia pterional após a remoção do retalho ósseo frontotemporal. (A) Remoção da porção lateral da asa menor do esfenóide e retificação das irregularidades na parede superior da órbita. (B) Abertura dural em “c” evidenciando os lobos frontal e temporal. [FONTE: adaptado de Yasargil²¹]

Paulo Niemeyer²⁴ (1914-2004) em 1974 publicou uma casuística brasileira de 54 aneurismas tratados cirurgicamente através da craniotomia pterional utilizando técnica microcirúrgica. Em sua descrição, ele relata o uso de uma pequena craniotomia frontotemporal, semelhante à craniotomia pterional descrita por Yasargil, e destaca a importância da remoção do terço externo da asa menor do osso esfenóide. Niemeyer apresenta bons resultados nos casos operados a partir de 1971, defendendo o uso da craniotomia pterional e do microscópio cirúrgico no tratamento dos aneurismas intracranianos²⁴.

Nos últimos 50 anos, várias modificações foram propostas para a craniotomia pterional descrita por Yasargil, mas a essência desse acesso cirúrgico sempre foi mantida, baseando-se nos princípios de remoção da asa menor do osso esfenóide e abertura do sulco lateral do cérebro²⁵⁻³⁰.

3.2 Craniotomia orbitozigomática (OZ)

A craniotomia orbitozigomática é uma modificação da craniotomia pterional onde acrescenta-se a remoção de parte da órbita e do arco zigomático¹⁵. Pellerin *et al.*³¹ em 1984 descreveram uma craniotomia fronto-orbital para o tratamento de meningiomas esfenoidais. Nessa descrição acrescentou-se uma remoção extensa das asas menor e maior do osso esfenóide³¹ (Figura 9).

Figura 9 – Desenho esquemático da craniotomia fronto-orbital descrita por Pellerin *et al.* (A) Descrição das osteotomias propostas em osso frontal, parede superior da órbita e arco zigomático. (B) Aspecto da craniotomia após remoção do retalho ósseo. (C) Aspecto da reconstrução final feita com fragmento da tábua interna do osso frontal. [FONTE: adaptado de Pellerin *et al.*³¹]

Hakuba *et al.*⁴ em 1986 descreveram uma modificação dessa craniotomia e denominaram-na craniotomia orbitozigomática. Esse acesso cirúrgico foi utilizado no tratamento de tumores na região parasselar, aneurismas do topo da artéria basilar e lesões no interior do seio cavernoso³² (Figura 10).

Figura 10 – Desenho esquemático da craniotomia orbitozigomática descrita por Hakuba *et al.* (A) Trepanações e osteotomias utilizadas na confecção do retalho ósseo orbitozigomático. (B) Retalho ósseo osteomioplástico aderido ao músculo temporal, tracionado inferiormente, oferecendo ampla exposição do conteúdo orbital e da dura-máter que recobre os lobos frontal e temporal. [FONTE: adaptado de Hakuba *et al.*^{4]}

Osama Al-Mefty³³ em 1987 descreveu os passos do acesso denominado pterional supraorbital, que consiste em uma craniotomia frontotemporal conectada às margens superior e lateral da órbita além de parte da parede superior da órbita. Al-Mefty e Anand³⁴ em 1990 relataram ainda os benefícios da remoção do arco zigomático para o tratamento de tumores da base do crânio.

Delashaw *et al.*³⁵ em 1992 modificaram esse acesso realizando uma craniotomia frontal ampla, associado à remoção da margem orbital, parede superior da órbita e arco zigomático em um retalho ósseo único. Diversas outras modificações foram propostas para a craniotomia orbitozigomática, realizando-a em peça única, em duas ou três peças³⁶⁻⁴⁴.

Zabramski *et al.*⁵ em 1998 descreveram de forma detalhada as osteotomias orbitais e zigomáticas da craniotomia em duas peças, melhorando o resultado estético da reconstrução óssea (Figura 11).

Figura 11 – Desenho esquemático da craniotomia orbitozigomática proposta por Zabramski *et al.* (A) Posicionamento do paciente e delimitação da incisão cirúrgica. (B) Dissecção da fáscia superficial do músculo temporal, com exposição da margem orbital e arco zigomático. (C, D) Descrição esquemática das seis osteotomias realizadas para a remoção do retalho ósseo. *Facial nerve branches*: ramos do nervo facial; *Superficial temporal artery*: artéria temporal superficial; *Hairline*: linha do cabelo; *Incision*: incisão; *Malar eminence*: eminência zigomática; *Temporalis fascia*: fáscia temporal; *Zygomatic arch*: arco zigomático; *Periorbital*: periórbita; *Temporalis muscle*: músculo temporal; *Superior orbital rim*: margem orbital superior; *Notch*: incisura; [FONTE: adaptado de Zabramski *et al.*⁵]

3.3 Craniotomia pré-temporal (PreT)

Charles Drake (1920-1998) em 1961 descreveu o acesso subtemporal para tratamento de aneurismas do topo da artéria basilar^{45, 46}. Com o advento da craniotomia pterional descrita por Yasargil, Drake idealizou um acesso cirúrgico que combinasse as vantagens das craniotomias subtemporal e pterional, denominado por ele de exposição “*half and half*” (do inglês: meio a meio)^{47, 48} (Figura 12).

Figura 12 – Desenho esquemático da craniotomia *half and half* descrita por Drake para o tratamento de dois aneurismas cerebrais. (A) Craniotomia pterional combinada com extensão temporal posterior e inferior. (B) Via de acesso através do sulco lateral cerebral, evidenciando aneurisma da artéria carótida interna direita em seu segmento comunicante posterior. (C) Via de acesso subtemporal direita com exposição de aneurisma do topo da artéria basilar. [FONTE: adaptado de Drake⁴⁸]

Keiji Sano⁴⁹ (1920-2011) em 1980, modificou o acesso descrito por Drake e descreveu a craniotomia temporopolar. Essa via de acesso consiste em uma craniotomia pterional com extensão inferior e ampla exposição do lobo temporal. Além disso, o lobo temporal é retraído posteriormente expondo o espaço entre a borda livre da tenda e o terceiro nervo craniano.

De Oliveira *et al.*⁶ em 1995 descreveram a craniotomia pré-temporal que consiste em uma modificação da craniotomia temporopolar de Sano. As diferenças estão na menor necessidade de retração cerebral devido à ampla abertura das cisternas subaracnóideas basais e completa liberação do lobo temporal (Figura 13).

Figura 13 – Desenho esquemático da craniotomia pré-temporal. (A) Trepanações e craniotomia. (B) Abertura dural. (C) Exposição do lobo frontal direito, sulco lateral do cérebro e lobo temporal até limite da fossa média. (D) Corte da veia em ponte e retração lateral da porção anterior do lobo temporal. [FONTE: adaptado de De Oliveira *et al.*⁶]

4. MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no laboratório de técnica neurocirúrgica e microcirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Figura 14). Oito cadáveres adultos frescos foram utilizados em até 24 horas após a morte. Os cadáveres foram fornecidos pelo Sistema de Verificação de Óbitos (SVO) do Estado de São Paulo, Brasil. Todas as craniotomias e medições foram executadas por um único pesquisador. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o número 2.434.961 de dezembro de 2017.

Figura 14 – Fotografia realizada durante execução do projeto no laboratório de técnica neurocirúrgica e microcirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo localizado no Serviço de Verificação de Óbito da Capital (SVOC). Observa-se a utilização do microscópio cirúrgico, instrumentais de microneurocirurgia, retrator cerebral e sistema de neuronavegação

Os procedimentos neurocirúrgicos foram executados utilizando-se instrumentos microcirúrgicos de uso habitual em neurocirurgia e microscópio cirúrgico (*Zeiss Contraves, Carl Zeiss AG, Oberkochen, Alemanha*). Usou-se um craniótomo elétrico de alta rotação (*NSK Primado, Kanuma, Japão*) para a realização das craniotomias. Os cadáveres foram posicionados em decúbito dorsal com a cabeça rigidamente fixada pelo uso de uma cabeceira Sugita (*Mizuho, Tóquio, Japão*) simulando a posicionamento neurocirúrgico habitual. Um retrator cerebral (*Codman Greenberg, Arizona, EUA*) foi usado com o mínimo de compressão cerebral necessária (Figura 15).

Figura 15 – Equipamentos cirúrgicos utilizados para a realização das craniotomias. (A) Craniótomo elétrico de alta rotação. (B) Instrumentos de microcirurgia com dissector, tesouras e aspiradores utilizados nas dissecações. (C) Cabeceira para fixação craniana em três pontos. (D) Retrator cerebral autoestático com espátula

As craniotomias foram realizadas sequencialmente no mesmo cadáver, utilizando apenas o lado esquerdo do crânio. Utilizou-se essa estratégia como forma de minimizar os vieses devido às variações anatômicas individuais. Primeiramente realizou-se a craniotomia pterional, na sequência expandiu-se a craniotomia para sua variante pré-temporal. Por fim, realizou-se a craniotomia orbitozigomática como uma expansão da craniotomia pré-temporal. Esse processo foi repetido nos oito cadáveres estudados (Figura 16).

Figura 16 – Desenho esquemático demonstrando a sequência das craniotomias realizadas. (A) Craniotomia pterional. (B) Expansão da craniotomia pterional para pré-temporal, com remoção do osso temporal até o limite da fossa média. (C) Acesso orbitozigomático realizado como uma extensão da craniotomia pré-temporal, com remoção de parte da órbita e do arco zigomático

Realizou-se as medições por meio de um sistema de neuronavegação (*Artis Eximus, São Paulo, Brasil*), auxiliado por um instrumento do tipo sonda com 4 esferas luminosas. O computador conectado ao sistema de navegação permite identificação de qualquer ponto no espaço visível pelas câmeras de captura infravermelho, determinando sua localização através do sistema cartesiano x, y, z . Com essa metodologia, calcula-se através do processamento digital das coordenadas, áreas, ângulos e distâncias com precisão milimétrica (Figura 17).

Figura 17 – Utilização do sistema de neuronavegação com esferas identificáveis pelo sistema de câmera infravermelho. Através do referencial fixo (estrela com quatro esferas a esquerda) é possível identificar a posição da ponta da sonda (a direita) em um plano cartesiano x,y,z

Conforme protocolo do SVOC, a pele dos espécimes foi incisada previamente por um técnico de necropsia do próprio serviço. A incisão em formato de arco, ligava as regiões retroauriculares direita e esquerda passando pelo ápice do crânio, mantendo-se

dentro da linha de crescimento do cabelo. Em seguida o escalpe é descolado do crânio e rebatido por sobre a face e região nugal, permitindo ampla exposição do neurocrânio. Essa manobra permite preservar as características iniciais do espécime ao término do procedimento, sem a necessidade de realizar incisões em locais visíveis fora da linha de crescimento do cabelo.

4.1 Craniotomia pterional

A craniotomia pterional foi realizada conforme descrita por Yasargil^{1, 2}, iniciando-se com a dissecação interfascial, seguida do descolamento e retração inferior do músculo temporal e 3 trepanações. Evitou-se a realização da trepanação no osso frontal para reduzir riscos de deformidades e alterações estéticas no cadáver após o procedimento.

Após a remoção do retalho ósseo, prosseguiu-se com a remoção da porção lateral da asa menor do osso esfenóide até o limite da prega meningo-orbital. Em seguida realizou-se a remoção das irregularidades ósseas da parede superior da órbita. Essa fase do procedimento foi realizada com uso do motor elétrico de alta rotação e broca cortante.

A dura-máter foi aberta em formato de “c” seguida de incisão linear na projeção do sulco lateral do cérebro. A retalho de dura-máter foi tracionado anteriormente com auxílio de fios de sutura (Figura 18).

Dividiu-se o sulco lateral do cérebro e abriu-se as cisternas subaracnóideas basais com auxílio do microscópio cirúrgico e técnicas microcirúrgicas. O retrator cerebral autoestático foi posicionado com um mínimo de compressão e deformação do

cérebro. Por fim, realizou-se todas as medições de área, ângulos e exposição linear com o auxílio do sistema de neuronavegação (Figura 19).

Figura 18 – Fotografia da craniotomia pterional realizada do lado esquerdo após a abertura da dura-máter. (1) Dura-máter aberta em formato de “c” e tracionada anteriormente. (2) Parte do lobo frontal esquerdo exposto na craniotomia. (3) Parte do lobo temporal esquerdo exposto na craniotomia. (4) Sulco lateral do cérebro, separando os lobos frontal e temporal

Figura 19 – Fotografia da craniotomia pterional realizada do lado esquerdo, após a abertura do sulco lateral do cérebro e posicionamento de espátula fixada em retrator cerebral. (1) Dura-máter aberta em formato de “c” e tracionada anteriormente. (2) Artéria carótida interna esquerda. (3) Artéria cerebral anterior esquerda. (4) Artéria cerebral média esquerda. (5) Quiasma óptico. (6) Parte do lobo frontal esquerdo exposto na craniotomia. (7) Parte do lobo temporal esquerdo exposto na craniotomia. (8) Espátula cerebral fixada em retrator cerebral e posicionada na face inferior do lobo frontal esquerdo

4.2 Craniotomia pré-temporal

A craniotomia pré-temporal foi realizada baseada na descrição feita por De Oliveira *et al*^{6, 7}. A craniotomia pterional foi ampliada para a pré-temporal com o acréscimo de uma trepanação temporal inferior e posterior, logo acima da raiz do zigoma. A remoção do osso temporal estendeu-se inferiormente até o assoalho da fossa média e posteriormente até a raiz do zigoma. Uma linha localizada entre a raiz do zigoma e o cruzamento da linha temporal superior com a sutura coronária delimitou posteriormente a craniotomia (Figura 20).

A remoção do osso temporal foi complementada com uso de motor elétrico de alta rotação e broca cortante. As irregularidades ósseas foram removidas até o limite inferior da fossa média craniana.

Após a ampliação da craniotomia, realizou-se a abertura microcirúrgica adicional do sulco lateral do cérebro e cisternas subaracnóideas basais, principalmente da face medial do lobo temporal e da aracnoide que recobre o terceiro nervo craniano e se conecta ao úncu. Essa fase do procedimento visa a liberação da ponta do lobo temporal, permitindo sua mobilização lateral e posterior.

Veias em ponte localizadas na ponta do lobo temporal, que conectam a veia cerebral média superficial com o seio esfenoparietal, foram seccionadas.

O retrator cerebral foi então reposicionado e a ponta do lobo temporal foi retraída lateral e posteriormente.

Por fim, foram realizadas todas as medidas de área, ângulos e exposição linear relativas à craniotomia pré-temporal com o auxílio do sistema de neuronavegação.

Figura 20 – Fotografia da craniotomia pré-temporal esquerda, realizada como uma extensão da craniotomia pterional prévia. Essa craniotomia objetiva exposição de parte do lobo temporal esquerdo até o limite da fossa média craniana, permitindo a mobilização lateral e posterior do mesmo. (1) Dura-máter tracionada anteriormente. (2) Músculo temporal tracionado inferiormente. (3) Parte do lobo frontal esquerdo exposto na craniotomia. (4) Parte do lobo temporal esquerdo exposto na craniotomia. (5) Sulco lateral do cérebro, separando os lobos frontal e temporal

4.3 Craniotomia orbitozigomática

A craniotomia orbitozigomática foi realizada conforme descrito previamente por Hakuba *et al.*⁴ e modificado por Zabramski *et al.*⁵ Essa craniotomia foi realizada como uma extensão da craniotomia pré-temporal.

Executou-se a remoção do retalho ósseo contendo uma porção da órbita e do arco zigomático através de seis osteotomias feitas com o craniótomo de alta rotação. A primeira osteotomia localizava-se na raiz do zigoma, feita de forma oblíqua, para facilitar a reconstrução do retalho ósseo. A segunda e a terceira osteotomias foram realizadas de forma oblíqua, dividindo-se o osso zigomático da sua margem lateral inferior até a parede lateral da órbita, através da fissura orbital inferior. Iniciou-se a quarta osteotomia 1mm lateral ao forame supraorbital, cortando-se a parede superior da órbita em direção ao limite medial da fissura orbital superior. A quinta e a sexta osteotomias conectaram as fissuras orbitais superior e inferior de maneira oblíqua, permitindo assim a remoção do retalho ósseo orbitozigomático (Figura 20).

O conteúdo orbital foi retraído inferiormente e medialmente com o auxílio de fios de sutura na periórbita. Executou-se microdissecação adicional das cisternas basais e o retrator cerebral foi reposicionado.

Por fim, foram efetuadas todas as medidas de áreas, ângulos e exposição linear relativas à craniotomia orbitozigomática.

Ao final do procedimento, o retalho ósseo orbitozigomático foi fixado em sua posição original com o uso de fios de sutura através de pequenos orifícios feitos no osso. O retalho ósseo frontotemporal foi posicionado em sua posição original e tracionou-se o escalpe para sua posição inicial.

Figura 21 – Fotografia da craniotomia orbitozigomática esquerda, realizada como extensão da craniotomia pré-temporal. Após a remoção do retalho ósseo orbitozigomático, o músculo temporal foi retraído inferiormente e a dura-máter retraída anteriormente sobre o conteúdo orbital esquerdo. (1) Dura-máter tracionada anteriormente sobre o conteúdo orbital esquerdo. (2) Músculo temporal tracionado inferiormente. (3) Parte do lobo frontal esquerdo exposto na craniotomia. (4) Parte do lobo temporal esquerdo exposto na craniotomia. (5) Sulco lateral do cérebro, separando os lobos frontal e temporal

4.4 Área de exposição

A área de exposição para cada craniotomia foi determinada através do cálculo da área de um hexágono, delimitado na base do crânio na região do círculo arterial cerebral.

Os seis pontos anatômicos que determinaram os vértices desse hexágono foram definidos com base nas estruturas relevantes que podem ser alcançadas através de cada acesso cirúrgico, conforme previamente descrito por Figueiredo *et al.* ⁵⁰.

Seis pontos anatômicos que constituem o hexágono foram selecionados da seguinte forma: (1) ponto mais lateral da fissura orbital superior na asa menor do osso esfenóide ipsilateral; (2) bifurcação da artéria cerebral média (ACM) ipsilateral; (3) ponto mais distal da artéria cerebral posterior (ACP) ipsilateral; (4) ponto mais distal da ACP contralateral; (5) ponto mais distal da ACM contralateral; (6) ponto mais lateral na asa menor do esfenóide contralateral (Figura 22).

Esses pontos foram demarcados com auxílio do sistema de neuronavegação. As coordenadas cartesianas foram processadas digitalmente e a área do hexágono formado pelos 6 pontos estudados foi calculada em milímetros quadrados.

Dentre os pontos descritos, quatro deles são variáveis, podendo modificar sua posição à medida que se amplia a extensão da craniotomia e a exposição da estrutura anatômica estudada.

Através desse método, o valor da área do hexágono poderia ser modificado entre as craniotomias realizadas, permitindo assim uma comparação objetiva entre as áreas oferecidas em cada uma das craniotomias.

Figura 22 – Fotografia em visão superior da base do crânio de uma peça anatômica com desenho esquemático dos seis pontos anatômicos utilizados no cálculo da área de exposição para cada craniotomia. (1) ponto mais lateral da fissura orbital superior na asa menor do osso esfenóide ipsilateral; (2) bifurcação da artéria cerebral média ipsilateral; (3) ponto mais distal da artéria cerebral posterior ipsilateral; (4) ponto mais distal da artéria cerebral posterior contralateral; (5) ponto mais distal da artéria cerebral média contralateral; (6) ponto mais lateral na asa menor do osso esfenóide contralateral; (P) Posterior; (D) Direita; (E) Esquerda; (A) Anterior

4.5 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina

Avaliou-se a extensão da exposição na fossa interpeduncular e na cisterna pré-pontina fornecida em cada craniotomia realizada, através da medida da exposição linear da artéria basilar.

Com o auxílio do neuronavegador, mediu-se a distância entre um ponto localizado no topo da artéria basilar até outro ponto localizado no limite inferior da

mesma artéria, exposto sob a angulação máxima do microscópio. Repetiu-se essa mensuração para cada umas das três craniotomias realizadas (Figura 23).

Figura 23 – Fotografia microcirúrgica da exposição linear da artéria basilar na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina, mensurada pela distância entre os pontos (A) e (B). (1) Artéria carótida interna esquerda; (2) Nervo óptico esquerdo; (3) Lobo temporal esquerdo; (4) Artéria basilar; (5) Quiasma óptico; (6) Artéria cerebral média esquerda; (7) Artéria cerebral anterior esquerda; (8) Lobo frontal esquerdo; (A) Topo da artéria basilar; (B) Limite inferior da artéria basilar visível através da craniotomia; (Aumento de 4x)

4.6 Exposição angular

Determinou-se a exposição angular para cada uma das craniotomias estudadas, baseando-se em 6 estruturas relevantes em neurocirurgia vascular: (1) bifurcação da ACM ipsilateral; (2) bifurcação da artéria carótida interna (ACI) ipsilateral; (3) topo da artéria basilar; (4) ponto médio da artéria comunicante anterior (CoA); (5) Bifurcação da ACI contralateral; (6) Ponto mais distal da ACM contralateral.

A exposição angular foi obtida calculando-se a relação dessas estruturas vasculares com os limites da craniotomia nos eixos horizontal (limites anterior e posterior) e vertical (limites superior e inferior), conforme definido pelo sistema de neuronavegação (Figura 24).

Considerou-se como eixo horizontal o eixo paralelo à base do crânio. Eixo vertical foi definido como o eixo perpendicular ao eixo horizontal.

Figura 24 – Desenho esquemático do cálculo da exposição angular horizontal. (A) Limite anterior da craniotomia; (B) Estrutura vascular para a qual está sendo calculada a exposição angular horizontal; (C) Limite posterior da craniotomia; (α) Exposição angular horizontal

4.7 Análise estatística

Os dados foram analisados em três diferentes grupos: PT, PreT e OZ. Para fins descritivos, os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Verificou-se a normalidade da distribuição dos dados por meio de estatísticas de assimetria e curtose, bem como por métodos gráficos.

Os três grupos foram comparados por meio de análise de variância com medidas repetidas, uma vez que as três craniotomias foram realizadas sequencialmente no mesmo espécime. Para as comparações pareadas, uma correção *post-hoc* de Bonferroni foi aplicada. Os tamanhos dos efeitos foram padronizados e descritos pelo *d* de Cohen.

Resultados finais com valores de *P* menores que 0,05 foram considerados significativos. O software SPSS *Statistics* (IBM Corp., Versão 24.0. Armonk, NY) foi utilizado para realizar as análises estatísticas.

5. RESULTADOS

5.1 Área de exposição

A craniotomia PT forneceu a menor área de exposição enquanto que a craniotomia OZ apresentou uma área de exposição mais ampla ($PT = 844,7 \pm 233,3 \text{ mm}^2$; $PreT = 1.134 \pm 223,3 \text{ mm}^2$; $OZ = 1.301,3 \pm 215,9 \text{ mm}^2$) com um aumento de $456,7 \text{ mm}^2$ (95% de intervalo de confiança [IC] 190,2 a $723,1 \text{ mm}^2$) em comparação com a PT ($p = 0,003$) e de $167,4 \text{ mm}^2$ (IC de 95% 44,6 a $290,1 \text{ mm}^2$) em comparação com a PreT ($p = 0,011$). Os resultados referentes à área de exposição estão apresentados na Tabela 1.

5.2 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina

A exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina aumentou com a extensão da craniotomia PT para a PreT e depois para a OZ. Na craniotomia PT, a exposição da artéria basilar foi de $6,5 \pm 1 \text{ mm}$. A exposição fornecida pela PreT foi de $9,8 \pm 2,5 \text{ mm}$ (diferença média 3,3 mm, IC 95% 0,7 a 6,0 mm, $p = 0,017$) e a exposição da OZ foi de $12,5 \pm 1,7 \text{ mm}$ (diferença média 6,0 mm, IC 95% 3,7 a 8,2 mm, $p < 0,001$, em comparação com PT e uma diferença média de 2,7 mm, IC 95% 0,3 a 5,0 mm, $p = 0,03$, em comparação com PreT) (Tabela 1).

Portanto, a OZ associada à abordagem PreT expôs uma extensão significativamente maior da artéria basilar quando comparada com a exposição da PreT ou da PT.

Tabela 1. Área de exposição cirúrgica e exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina

Craniotomia	Área (mm ²)	Exposição linear na fossa
		interpeduncular e cisterna pré-pontina (mm)
Pterional (PT)	844,7 ± 233,3	6,5 ± 1
Pré-temporal (PreT)	1 134 ± 223,3	9,8 ± 2,5
Orbitozigomática (OZ)	1 301,3 ± 215,9	12,5 ± 1,7
Valor de p (PT vs PreT)	0,031*	0,017*
Valor de p (PT vs OZ)	0,003*	<0.001*
Valor de p (PreT vs OZ)	0,011*	0,030*

Dados apresentados como media ± desvio padrão

* Diferença estatisticamente significativa

5.3 Exposição angular

A extensão da PT para PreT e OZ aumentou os ângulos de exposição em todas as medidas.

Houve um aumento na exposição angular horizontal e vertical da bifurcação da ACM ipsilateral com a OZ em comparação com os dois outros acessos (p <0,05). Quando comparamos a PreT e a OZ, não houve diferenças significativas nas exposições angulares horizontais e verticais da bifurcação da ACI ipsilateral, da artéria CoA e do ponto mais distal da ACM contralateral. Analisando-se a OZ, encontramos um aumento

significativo no ângulo de exposição horizontal do topo da artéria basilar ($p = 0,02$) e da bifurcação da ACI contralateral ($p = 0,048$) comparado com a PreT.

As exposições angulares horizontais e verticais para cada craniotomia estão listadas na Tabela 2 e ilustradas no Gráfico 1. Os resultados individuais para cada caso estão listados no Anexo C, Tabelas de 3 a 10.

Tabela 2. Exposição angular em graus horizontal (H) e vertical (V)

Estrutura vascular	PT	PreT	OZ	Valor de p (PreT vs OZ)
(1) ACM ipsilateral	H $67,4 \pm 13,5$	$79 \pm 11,8$	$85,1 \pm 11,1$	0,005*
	V $93,4 \pm 12,6$	$107,6 \pm 10,6$	$111,4 \pm 12$	0,032*
(2) ACI ipsilateral	H $49 \pm 6,4$	$63,5 \pm 6,8$	$69,2 \pm 7,8$	0,058
	V $73,2 \pm 7,2$	$91,5 \pm 8,1$	$94,5 \pm 10,1$	0,065
(3) Topo da basilar	H $38,8 \pm 5,5$	$48,1 \pm 3,6$	$53,5 \pm 5,3$	0,020*
	V $59,7 \pm 6,7$	$73,8 \pm 5,7$	$76,2 \pm 7,2$	0,380
(4) Artéria CoA	H $42,7 \pm 5,1$	$53 \pm 4,2$	$59,1 \pm 6$	0,066
	V $64,2 \pm 6,8$	$81,9 \pm 5,7$	$83,1 \pm 6$	0,906
(5) ACI contralateral	H $34,7 \pm 5,5$	$43,7 \pm 3,2$	49 ± 4	0,048*
	V $56,5 \pm 4,1$	$68,6 \pm 4,2$	$69,5 \pm 5,1$	0,240
(6) ACM contralateral	H $32,8 \pm 5,9$	$40,3 \pm 3,7$	$44,6 \pm 3,1$	0,130
	V $53,3 \pm 4,7$	$65,2 \pm 4,8$	$66,8 \pm 6,1$	0,114

Dados apresentados como média $\pm$ desvio padrão

* Diferença estatisticamente significativa

PT: pterional; PreT: pré-temporal; OZ: orbitozigomática; ACM: artéria cerebral média;

ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Gráfico 1 – Gráfico mostrando a média e intervalo de confiança da exposição angular horizontal e vertical das seis estruturas vasculares, para cada craniotomia estudada. PT: pterional; PreT: pré-temporal; OZ: orbitozigomática; ACM ips: artéria cerebral média ipsilateral; ACI ips: artéria carótida interna ipsilateral; CoA: artéria comunicante anterior; ACI cont: artéria carótida interna contralateral; ACM cont: artéria cerebral média contralateral.

5.4 Análise do tamanho do efeito

A medida do tamanho do efeito foi baseada no coeficiente d de Cohen, interpretado como uma estimativa do potencial benefício cirúrgico da extensão da craniotomia.

O coeficiente d pode apresentar tamanho de efeito menores que 0,2 (interpretado como nulo), entre 0,2 e 0,5 (interpretado como pequeno), entre 0,5 e 0,8 (interpretado como médio) e maiores do que 0,8 (interpretado como grande).

Comparando-se a OZ com a PreT, para a exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina ($d = 1,26$), exposição angular horizontal do topo da artéria basilar ($d = 1,19$) e bifurcação da ACI contralateral ($d = 1,46$), os tamanhos dos efeitos foram considerados grandes.

Ao comparar a OZ com a PreT para a área de exposição ($d = 0,76$) e para a exposição angular horizontal da ACM ipsilateral ($d = 0,53$), houve um efeito de tamanho médio.

Para a exposição angular vertical da ACM ipsilateral, o tamanho do efeito foi pequeno ($d = 0,34$).

6. DISCUSSÃO

O presente estudo é uma análise anatômica objetiva comparando as abordagens PT, PreT e OZ. A quantificação dos parâmetros morfométricos para alvos específicos, como a bifurcação da ACM, o topo da artéria basilar ou a artéria CoA fornece informações específicas sobre as indicações de cada craniotomia.

Estudos que analisam quantitativamente as diversas opções de acessos neurocirúrgicos tornaram-se extremamente precisos, uma vez que a navegação por estereotaxia tornou-se amplamente disponível^{51, 52}. A capacidade de determinar distâncias em três dimensões permite avaliar a área de exposição e os ângulos de acesso a um alvo específico^{3, 52}. A área de exposição representa a área sob o microscópio utilizada para dissecação e, eventualmente, o posicionamento de instrumentais e cliques. A exposição angular determina os limites dentro dos quais o cirurgião pode manusear os instrumentos microcirúrgicos. Ângulos de exposição mais amplos geralmente são fornecidos por uma maior remoção óssea ou maior retração do parênquima encefálico^{53, 54}.

Utilizando métodos matemáticos de análise quantitativa das craniotomias, Joaquim⁵⁵ em 1996 realizou uma análise comparativa entre as craniotomias pterional e orbitozigomática. Aplicando o conceito de encurtamento de distâncias a estruturas profundas e ampliação de ângulos de exposição, demonstrou-se um benefício significativo nas extensões orbital, zigomática e esfenoidal da PT.

Figueiredo⁵⁶ em 2008 descreveu a craniotomia minipterional e comparou-a à PT através de método computadorizado de localização estereotática. Utilizando essa metodologia, concluiu-se que a exposição cirúrgica fornecida pela craniotomia minipterional é comparável àquela fornecida pela PT⁵⁰.

Utilizando sistema de neuronavegação, Araujo⁵⁷ em 2016 comparou os acessos transcoroideo e transforncial transcoroideo ao terceiro ventrículo. Nesse estudo,

conclui-se que o acesso transforncial transcoroideo fornece maior exposição cirúrgica da porção anterior do terceiro ventrículo⁵².

Cavalcanti⁵⁸ em 2018 realizou uma análise quantitativa dos principais acessos cirúrgicos ao tronco encefálico, utilizando sistema de neuronavegação. Demonstrou-se que há superioridade nos acessos orbitozigomático e supracerebelar infratentorial extremo lateral em relação à trajetória para acesso ao tronco encefálico⁵⁹.

Comparando as craniotomias PT e OZ, Dzierzanowski *et al.*⁶⁰, através da análise de modelos virtuais, concluíram que a OZ fornece maior área de exposição e menor necessidade de retração cerebral.

6.1 Craniotomias clássicas em neurocirurgia vascular

A craniotomia PT consiste em uma variação da craniotomia frontolateral clássica descrita por Dandy¹⁶ em 1939 para o tratamento dos aneurismas da circulação anterior. A PT tornou-se o acesso cirúrgico mais utilizado em neurocirurgia^{2, 30, 60, 61}.

Além da via transilviana (através do sulco lateral do cérebro), o acesso subtemporal introduzido por Drake⁴⁵⁻⁴⁸, a craniotomia temporopolar descrita por Sano⁴⁹ e a PreT descrita por de Oliveira *et al.*⁶ oferecem trajetórias alternativas às cisternas interpeduncular e pré-pontina ao retrair o lobo temporal superior e posteriormente. O acesso cirúrgico pode então ser realizado a partir de uma perspectiva transilviana, subtemporal ou pré-temporal.

O racional da craniotomia PreT é combinar esses três corredores descritos, estendendo a craniotomia para expor parte do lobo temporal, além de realizar a retração posterior e lateral do pólo temporal^{6, 7, 62}. A principal vantagem da PreT é a visão lateral da artéria basilar, permitindo a clipagem mais segura de aneurismas nessa região⁶³.

Nossos resultados, por outro lado, mostraram um aumento significativo em todas as variáveis da PreT quando comparadas à PT.

A craniotomia OZ envolve a remoção de parte da órbita e do arco zigomático. Foi inicialmente descrita como um acesso orbitofrontal por Pellerin *et al.*³¹ em 1984 e modificada por Hakuba *et al.*⁴ em 1986.

Utilizando a abordagem OZ, é possível criar um acesso satisfatório à fossa anterior e média, bem como à parte superior do clivus e fossa posterior^{4,5}. A OZ não fornece apenas corredores cirúrgicos adicionais por meio das abordagens transorbital e transzigomática⁶⁴, mas também aumenta a exposição nas vias frontotemporal e transilviana. No entanto, existem algumas questões relacionadas à craniotomia OZ que envolvem a reconstrução orbital que podem levar a resultados estéticos e funcionais insatisfatórios.

6.2 Área de exposição cirúrgica

A craniotomia PT forneceu um menor acesso às estruturas intracranianas em comparação com as outras duas craniotomias estudadas. A área de exposição cirúrgica aumentou gradualmente na PreT, principalmente por estender a abertura do sulco lateral do cérebro, e na OZ por uma exposição mais ampla através de uma nova rota subfrontal além da transilviana. Acreditamos que a abertura mais ampla do sulco lateral do cérebro e das cisternas subaracnóideas basais, associada à retração do lobo temporal posteriormente, ofereça uma maior área de exposição.

Na OZ, duas vias adicionais são acrescentadas à exposição cirúrgica: a transzigomática e a supraorbital (subfrontal). Desse modo, acreditamos que uma área cirúrgica mais ampla é resultado do maior número de corredores cirúrgicos fornecidos

em cada craniotomia, além de uma dissecação ampliada das cisternas subaracnóideas basais e maior remoção óssea.

Esses dados demonstram que a adição da técnica orbitozigomática a um acesso PreT resultou em uma maior área de exposição cirúrgica. Esse aumento de exposição permite uma melhor visualização das estruturas intracranianas e lesões a serem operadas bem como uma maior liberdade para inserção e manipulação de instrumentais microcirúrgicos no campo operatório.

6.3 Exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina

A via de acesso cirúrgico para a artéria basilar é um desafio aos neurocirurgiões. A extensão da exposição da artéria basilar é de sumo interesse para o controle proximal no tratamento de doenças vasculares. O principal obstáculo para o acesso à artéria basilar é o processo clinoideo posterior⁵³.

Desse modo, não era esperado que houvesse um aumento na exposição basilar com a remoção da órbita ou do arco zigomático. No entanto, o OZ forneceu uma visão estendida da artéria basilar em comparação com as outras duas craniotomias.

Schwartz *et al.*⁵¹ sugerem que a osteotomia zigomática proporciona ganhos máximos de exposição por meio do aumento do relaxamento cerebral, permitindo assim uma dissecação refinada da rota transilviana frontotemporal.

Acreditamos que a ampla dissecação das cisternas basais permitiu um aumento da retração cerebral, resultando em um acréscimo da exposição linear na fossa interpeduncular e cisterna pré-pontina.

Vale ressaltar que em todos os casos do presente estudo, a artéria basilar foi visibilizada sem a necessidade de remoção do processo clinoideo posterior. O acesso ao

controle proximal da artéria basilar está associado não só à exposição, mas à altura na qual ocorre a bifurcação da mesma⁶⁰.

6.4 Exposição angular

Nossas principais conclusões foram obtidas quando comparamos a OZ e a PreT. Ao compararmos essas duas craniotomias com a PT, observamos um aumento significativo da exposição angular em todos os pontos estudados. A craniotomia PreT fornece ângulos horizontais e verticais semelhantes para abordagem ao complexo da artéria comunicante anterior, quando comparada à OZ.

Observamos um aumento no ângulo horizontal para o topo da artéria basilar com a remoção da margem orbital e do arco zigomático. A PreT permite uma visão lateral das perfurantes ao retrair posteriormente o pólo temporal^{62, 63}. Já a técnica OZ garante mais exposição basal, com melhor visualização do colo dos aneurismas do topo da artéria basilar e maior facilidade de acesso ao controle proximal⁶⁰.

A exposição angular da ACM ipsilateral fornecida pela OZ mostrou-se superior quando comparado com a PreT. No entanto, ao realizarmos a análise do tamanho do efeito, observamos um efeito pequeno nessa comparação. Isso se reflete na pouca significância clínica do acréscimo da OZ para o acesso a lesões mais superficiais, como as localizadas na bifurcação da ACM ipsilateral.

O aumento na exposição angular fornecida pela craniotomia OZ pode ser interpretado como uma possibilidade de uso da craniotomia para alcançar determinadas regiões intracranianas. Como exemplo, pacientes com aneurismas intracranianos múltiplos, com necessidade de tratamento contralateral, têm na craniotomia OZ uma opção de maior exposição angular para as cisternas subaracnóideas basais contralaterais.

Outra possibilidade de aplicação desses resultados pode ser vista em pacientes com lesões intracranianas volumosas, como craniofaringiomas ou meningiomas, que se estendam para a cisterna interpeduncular e para as cisternas basais contralaterais. Uma maior exposição angular pode ser alcançada com a OZ para o tratamento dessas patologias, comparando-se com outras craniotomias como PT e PreT.

6.5 Limitações do estudo

O presente estudo foi realizado utilizando-se cadáveres frescos, que é um modelo mais próximo da realidade para estudos anatômicos do que cabeças de cadáver fixadas em formol. As propriedades físicas dos tecidos, tais como consistência e resistência, ainda são preservadas algumas horas após a morte, fornecendo uma anatomia muito próxima à encontrada nos pacientes vivos.

Esse é um estudo puramente anatômico que aborda importantes características da técnica microcirúrgica refinada em base de crânio e neurocirurgia vascular. Não foi possível prever riscos clínicos de um cenário cirúrgico real, como sangramentos, edema cerebral, lesões intracranianas, contusão temporal e resultados cosméticos para cada craniotomia.

Independentemente das vantagens de cada via de acesso cirúrgico, esse estudo deve ser usado como um guia anatômico dentro do contexto de cada doença e das condições individuais dos pacientes. Além do mais, deve-se levar em consideração as características das lesões a serem tratadas, bem como a perícia e a familiaridade do cirurgião com cada uma das técnicas empregadas.

Um estudo anatômico detalhado para cada paciente e a experiência do cirurgião deve ser considerado para indicação da via de acesso cirúrgico individualizada.

7. CONCLUSÕES

A craniotomia OZ oferece vantagens cirúrgicas significativas em comparação com as craniotomias tradicionais PT e PreT no que diz respeito à área de exposição e exposição linear da artéria basilar. Com relação à exposição angular, a remoção da margem orbital e do arco zigomático proporciona exposição quantitativamente mais ampla e maior liberdade cirúrgica para acessar estruturas das cisternas interpeduncular e pré-pontina, bem como lesões que se estendem às cisternas subaracnóideas basais contralateralmente com menor retração do cérebro.

8. ANEXOS

Anexo A – Aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa – Página 1 de 2

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Estudo analítico e comparativo da craniotomia pterional, pré-temporal e sua variante orbitozigomática

Pesquisador: Eberval Gadelha Figueiredo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 31534014.5.0000.0065

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.434.961

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa denominado “Estudo analítico e comparativo da craniotomia pterional, pré-temporal e sua variante orbitozigomática”.

Objetivo da Pesquisa:

Comparar anatômica e quantitativamente as craniotomias pterional, pré-temporal e orbitozigomática e determinar seus limites, área de exposição cirúrgica, exposição angular vertical e horizontal e extensão linear de acesso à artéria basilar, definindo assim as indicações precisas de sua aplicação na prática neurocirúrgica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há risco, visto que serão utilizados cadáveres do SVO.

Benefícios potenciais para a ciência em questão, com melhor conhecimento sobre a anatomia que será estudada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo anatômico, a ser realizado em cadáveres do SVO, de acordo com protocolo previamente acordado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos obrigatórios adequados.

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

Anexo B – Aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa – Página 2 de 2

USP - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - FMUSP

Continuação do Parecer: 2.434.961

Solicitado dispensa de TCLE. De acordo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências ou inadequações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_313259.pdf	21/11/2017 13:32:24		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pterional_FINAL_revisado.docx	21/11/2017 13:31:50	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Substituicao.docx	21/11/2017 13:30:13	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Folha de Rosto	ebervalfr0001.pdf	06/11/2017 11:02:25	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_313259.pdf	16/05/2014 10:24:52		Aceito
Outros	Eberval.Gabriel.cadastro.12159.0001.pdf	16/05/2014 10:18:12		Aceito
Outros	Eberval.Gabriel.SVO.0001.pdf	16/05/2014 10:17:35		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 13 de Dezembro de 2017

Assinado por:

Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36

Bairro: PACAEMBU

CEP: 01.246-903

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3893-4401

E-mail: cep.fm@usp.br

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 1

Tabela 3 – Dados do caso 1						
Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	743,6		950,5		1312,1	
Exposição Linear (mm)	5,3		7,1		13	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	80,3	92	85,1	106	87,1	113,1
(2) ACI ipsilateral	51,2	66,9	63,8	81,3	65,3	82,1
(3) Topo da basilar	43,6	52,7	46,1	67,7	49,8	67,7
(4) Artéria CoA	45,7	58,4	54,7	80,3	63,2	79,5
(5) ACI contralateral	40,1	55,6	47,8	69,5	53,4	69,8
(6) ACM contralateral	39,3	53,8	45,7	65,9	45,6	66,8

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 2

Tabela 4 – Dados do caso 2

Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	646,6		930,3		1211	
Exposição Linear (mm)	7,1		9,4		12,5	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	77	88	82,6	104	85,5	111,9
(2) ACI ipsilateral	48,5	64,9	60,9	86,7	62,4	91,7
(3) Topo da basilar	40,6	51,7	45,2	68,8	47,8	76,7
(4) Artéria CoA	43,8	56,2	53,7	79,1	60,1	88
(5) ACI contralateral	38,9	53,6	45,9	67,6	51,3	67,4
(6) ACM contralateral	37,3	50,3	42,8	64,3	43,6	66

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 3

Tabela 5 – Dados do caso 3

Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	750,3		1440,5		1505,8	
Exposição Linear (mm)	6,6		7		13,1	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	88,9	115	98,6	122,7	103,6	125,3
(2) ACI ipsilateral	60	80,6	78,8	100,2	84,1	107,4
(3) Topo da basilar	47,7	68	55,8	76,8	59,5	84,2
(4) Artéria CoA	50,3	70,3	60,8	87,2	67	86,6
(5) ACI contralateral	32,8	58,4	41,3	67,4	45,2	67,6
(6) ACM contralateral	34,6	52,5	35,9	66,9	45,2	67,2

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 4

Tabela 6 – Dados do caso 4

Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	936,3		1129,4		1247,2	
Exposição Linear (mm)	5,8		14,3		15,7	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	50,1	71,9	61,5	89,1	71,1	89,7
(2) ACI ipsilateral	49	69,7	61	86,8	62,1	89,7
(3) Topo da basilar	36,5	60,9	50,1	72,6	53,4	71,4
(4) Artéria CoA	44,5	64	51,9	74,6	51,8	76,4
(5) ACI contralateral	37	53,7	45	64,6	45,7	66,6
(6) ACM contralateral	35,4	50,1	41	57,7	42	59,4

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 5

Tabela 7 – Dados do caso 5						
Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	1337,1		1435,6		1651,2	
Exposição Linear (mm)	5,6		9		10,8	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	56,8	101,5	72,4	116,3	82,5	123,2
(2) ACI ipsilateral	43,5	79,1	56,8	99,6	62,9	105,2
(3) Topo da basilar	34,2	62,3	44,8	77,3	45,7	77,1
(4) Artéria CoA	40,7	60,7	50,1	83,6	50,3	84,2
(5) ACI contralateral	34,2	58,5	42,6	70,1	42,4	71,2
(6) ACM contralateral	31,2	53,4	39,2	67,2	39,8	70,2

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 6

Tabela 8 – Dados do caso 6						
Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	980,3		990,7		1023,8	
Exposição Linear (mm)	7,3		11,5		12,6	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	64,7	99,7	80,6	115,2	85,1	119,2
(2) ACI ipsilateral	54,9	82,9	66	98	71,3	98,5
(3) Topo da basilar	40,1	68,9	48,2	77,9	56,9	76,2
(4) Artéria CoA	44,7	71,8	54,8	82,6	55,8	82
(5) ACI contralateral	39,8	64,2	47,1	69,6	49,7	70
(6) ACM contralateral	35	57,7	41,2	66,3	43,5	66

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 7

Tabela 9 – Dados do caso 7

Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	1337,1		1435,6		1651,2	
Exposição Linear (mm)	5,6		9		10,8	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	56,8	101,5	72,4	116,3	82,5	123,2
(2) ACI ipsilateral	43,5	79,1	56,8	99,6	62,9	105,2
(3) Topo da basilar	34,2	62,3	44,8	77,3	45,7	77,1
(4) Artéria CoA	40,7	60,7	50,1	83,6	50,3	84,2
(5) ACI contralateral	34,2	58,5	42,6	70,1	42,4	71,2
(6) ACM contralateral	31,2	53,4	39,2	67,2	39,8	70,2

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

Anexo C – Tabela de resultados do caso número 8

Tabela 10 – Dados do caso 8

Craniotomia	Pterional		Pré-temporal		Orbitozigomática	
Área (mm²)	681		1278,5		1408,1	
Exposição Linear (mm)	8,2		11,5		12,2	
Exposição em graus	H	V	H	V	H	V
(1) ACM ipsilateral	66,1	86,7	84,5	107,7	95,1	109,3
(2) ACI ipsilateral	44,7	66	58,5	81,8	76	80,5
(3) Topo da basilar	37,2	53,5	46,8	66,9	60	68,4
(4) Artéria CoA	37,9	58,9	46,3	75,9	63,8	75,4
(5) ACI contralateral	31,2	50,7	38,6	63	52,2	63
(6) ACM contralateral	28,7	46,7	34,3	59,6	47,4	60,1

H: exposição angular horizontal; V: exposição angular vertical; ACM: artéria cerebral média; ACI: artéria carótida interna; CoA: comunicante anterior

9. REFERÊNCIAS

1. Yasargil MG, Antic J, Laciga R, Jain KK, Hodosh RM, Smith RD. Microsurgical pterional approach to aneurysms of the basilar bifurcation. *Surg Neurol.* 1976;6(2):83-91.
2. 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.
3. Gonzalez LF, Crawford NR, Horgan MA, Deshmukh P, Zabramski JM, Spetzler RF. Working area and angle of attack in three cranial base approaches: pterional, orbitozygomatic, and maxillary extension of the orbitozygomatic approach. *Neurosurgery.* 2002;50(3):550-5;
4. Hakuba A, Liu S, Nishimura S. The orbitozygomatic infratemporal approach: a new surgical technique. *Surg Neurol.* 1986;26(3):271-6.
5. Zabramski JM, Kiriş T, Sankhla SK, Cabiol J, Spetzler RF. Orbitozygomatic craniotomy. Technical note. *J Neurosurg.* 1998;89(2):336-41.
6. de Oliveira E, Tedeschi H, Siqueira MG, Peace DA. The pretemporal approach to the interpeduncular and petroclival regions. *Acta Neurochir (Wien).* 1995;136 (3-4): 204-11.
7. Wen HT, de Oliveira E, Tedeschi H, Andrade FC, Rhoton AL: The Pretemporal Approach: Surgical Anatomy, Operative Technique, and Rationale. *Oper Tech Neurosurgery.* 2001;4:73–81.

8. Horsley V. On the technique of operations on the central nervous system. *Br Med J*. 1906;2:411-423.
9. Cushing H. The Pituitary Body and its Disorders, Clinical States Produced by Disorders of the Hypophysis Cerebri. Philadelphia, PA: *JB Lippincott*; 1912.
10. Cushing H, Eisenhardt L. Meningiomas arising from the tuberculum sellae. With the syndrome of primary optic atrophy and bitemporal field defects combined with a normal sella turcica in a middle-aged person. *Arch Ophthalmol*. 1929;1(2):168-206.
11. Krause F. Surgery of the Brain and the Spinal Cord Based on Personal Experiences. New York, NY: *Rebman*; 1909-1912.
12. McArthur LL. An aseptic surgical access to the pituitary body and its neighborhood. *JAMA*. 1912;58:2009-2011.
13. Frazier CH. I. An approach to the hypophysis through the anterior cranial fossa. *Ann Surg*. 1913;57(2):145-150.
14. Heuer GJ. Surgical experiences with an intracranial approach to chiasmal lesions. *Arch Surg*. 1920;1(1):368-381.
15. Altay T, Couldwell WT. The frontotemporal (pterional) approach: an historical perspective. *Neurosurgery*. 2012;71(2):481-91;
16. Dandy WE. The treatment of internal carotid aneurysms within the cavernous sinus and the cranial chamber: report of three cases. *Ann Surg*. 1939;109(5):689-711.

17. Hamby WB. Pterional approach to the orbits for decompression or tumor removal. *J Neurosurg.* 1964;21:15-18.
18. Kempe LG. Operative Neurosurgery, Vol. 1: Cranial, Cerebral, and Intracranial Vascular Disease. Berlin, Germany: *Springer-Verlag*; 1968.
19. House WF. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle, cranial fossa. *Laryngoscope.* 1961;71:1363-1385.
20. Yasargil MG. Microsurgery Applied to Neurosurgery. Stuttgart, Germany: *Georg Thieme Verlag*; 1969.
21. Yasargil MG. Microneurosurgery: Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain, diagnostic studies, general operative techniques and pathological considerations of the intracranial aneurysms. Vol. 1. Stuttgart, Germany: *Georg Thieme*; 1984.
22. Yasargil MG. Microneurosurgery: Clinical Considerations, Surgery of the Intracranial Aneurysms and Results. Vol. 2. Stuttgart, Germany: *Georg Thieme*; 1984.
23. Krayenbühl HA, Yasargil MG, Flamm ES, Tew JM Jr. Microsurgical treatment of intracranial saccular aneurysms. *J Neurosurg.* 1972;37(6):678-86.
24. Niemeyer, P. Resultados da microcirurgia em 54 aneurismas intracranianos. *Arq. Neuro-Psiquiatr.* 1974, 32(3):175-186.

25. Harland SP, Hussein A, Gullan RW. Modification of the standard pterional approach for aneurysms of the anterior circle of Willis. *Br J Neurosurg*. 1996;10(2): 149-153; discussion 153.
26. Samson DS, Hodosh RM, Clark WK. Microsurgical evaluation of the pterional approach to aneurysms of the distal basilar circulation. *Neurosurgery*. 1978;3(2): 135-141.
27. Scholz M, Parvin R, Thissen J, Lohnert C, Harders A, Blaeser K. Skull base approaches in neurosurgery. *Head Neck Oncol*. 2010;2:16.
28. Tanaka Y, Kobayashi S, Sugita K, Gibo H, Kyoshima K, Nagasaki T. Characteristics of pterional routes to basilar bifurcation aneurysm. *Neurosurgery*. 1995;36(3):533-538; discussion 538-540.
29. Vishteh AG, Marciano FF, David C, Baskin J, Spetzler R. The pterional approach. *Oper Techn Neurosurg*. 1998;1(1):39-49.
30. Chaddad-Neto F, Campos Filho JM, Doria-Netto HL, Faria MH, Ribas GC, Oliveira E. The pterional craniotomy: tips and tricks. *Arq. Neuro-Psiquiatr*. 2012; 70(9): 727-732.
31. Pellerin P, Lesoin F, Dhellemmes P, Donazzan M, Jomin M. Usefulness of the orbitofrontomalar approach associated with bone reconstruction for frontotemporosphenoid meningiomas. *Neurosurgery*. 1984;15(5):715-8

32. Hakuba A, Tanaka K, Suzuki T, Nishimura S. A combined orbitozygomatic infratemporal epidural and subdural approach for lesions involving the entire cavernous sinus. *J Neurosurg.* 1989; 71:699–704
33. Al-Mefty O. Supraorbital-pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery.* 1987;21(4):474-477.
34. Al-Mefty O, Anand VK. Zygomatic approach to skull-base lesions. *J Neurosurg* 1990;73:668–673
35. Delashaw JB Jr, Tedeschi H, Rhoton AL. Modified supraorbital craniotomy: technical note. *Neurosurgery.* 1992;30(6):954-6.
36. Delashaw JB Jr, Jane JA, Kassell NF, Luce C. Supraorbital craniotomy by fracture of the anterior orbital roof. Technical note. *J Neurosurg.* 1993;79(4):615-8.
37. Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg.* 1985;62(5):667-72.
38. Smith RR, Al-Mefty O, Middleton TH. An orbitocranial approach to complex aneurysms of the anterior circulation. *Neurosurgery.* 1989;24:385–391
39. Alaywan M, Sindou M. Fronto-temporal approach with orbito-zygomatic removal. Surgical anatomy. *Acta Neurochir (Wien).* 1990;104(3-4):79-83.
40. McDermott MW, Durity FA, Rootman J, Woodhurst WB. Combined frontotemporal-orbitozygomatic approach for tumors of the sphenoid wing and orbit. *Neurosurgery.* 1990;26:107–116

41. Ikeda K, Yamashita J, Hashimoto M, Futami K. Orbitozygomatic temporopolar approach for a high basilar tip aneurysm associated with a short intracranial internal carotid artery: a new surgical approach. *Neurosurgery*. 1991;28:105–110
42. Sekhar LN, Pomeranz S, Janecka IP, Hirsch B, Ramasastry S. Temporal bone neoplasms: a report on 20 surgically treated cases. *J Neurosurg*. 1992;76:578–587
43. Sekhar LN, Kalia KK, Yonas H, Wright DC, Ching H. Cranial base approaches to intracranial aneurysms in the subarachnoid space. *Neurosurgery*. 1994;35:472–483
44. Hsu FP, Clatterbuck RE, Spetzler RF. Orbitozygomatic approach to basilar apex aneurysms. *Neurosurgery*. 2005;56 (1Suppl):ONS172–ONS177
45. Drake CG. Bleeding aneurysms of the basilar artery. Direct surgical management in four cases. *J Neurosurg*. 1961;18:230-8.
46. Drake CG. The surgical treatment of aneurysms of the basilar artery. *J Neurosurg*. 1968;29(4):436-46.
47. Drake CG. Microsurgical evaluation of pterional approach to aneurysms of the distal basilar circulation: comment. *Neurosurgery*. 1978;3(2):140-141.
48. Drake CG. The treatment of aneurysms of the posterior circulation. *Clin Neurosurg*. 1979;26:96-144.
49. Sano K. Temporo-polar approach to aneurysms of the basilar artery at and around the distal bifurcation: technical note. *Neurol Res*. 1980;2(3-4):361-7.

50. Figueiredo EG, Deshmukh P, Nakaji P, Crusius MU, Crawford N, Spetzler RF, Preul MC. The minipterional craniotomy: technical description and anatomic assessment. *Neurosurgery*. 2007;61(5 Suppl 2):256-64;
51. Schwartz MS, Anderson GJ, Horgan M a, Kellogg JX, McMenomey SO, Delashaw JB. Quantification of increased exposure resulting from orbital rim and orbitozygomatic osteotomy via the frontotemporal transsylvian approach. *J Neurosurg*. 1999;91:1020–1026.
52. Vitorino Araujo JL, Veiga JCE, Wen HT, de Andrade AF, Teixeira MJ, Otoch JP, Rhoton AL Jr, Preul MC, Spetzler RF, Figueiredo EG. Comparative anatomical analysis of the transcallosal-transchoroidal and transcallosal-transforniceal-transchoroidal approaches to the third ventricle. *J Neurosurg*. 2017;127(1):209-218.
53. Figueiredo EG, Tavares WM, Rhoton AL, de Oliveira E. Nuances and technique of the pretemporal transcavernous approach to treat low-lying basilar artery aneurysms. *Neurosurg Rev*. 2010;33:129–135.
54. Figueiredo EG, Beer-Furlan A, Welling LC, et al. Microsurgical Approaches to the Ambient Cistern Region: An Anatomic and Qualitative Study. *World Neurosurg*. 2016;87:584-90.
55. Joaquim MAS. *Análise craniométrica das extensões orbitária, esfenoidal e zigomática da craniotomia frontotemporal: contribuição ao estudo das técnicas de abordagem cirúrgica à região anterolateral da base do crânio* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 1996.

56. Figueiredo EG. *Descrição técnica e avaliação anatômica da craniotomia minipterional* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008.
57. Araujo JLV. *Avaliação anatômica comparativa dos acessos transcorioideo e transforniceal transcorioideo ao terceiro ventrículo* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.
58. Cavalcanti DD. *Análise quantitativa dos principais acessos cirúrgicos ao tronco encefálico com ênfase nas áreas de segurança* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.
59. Cavalcanti DD, Preul MC, Kalani MY, Spetzler RF. Microsurgical anatomy of safe entry zones to the brainstem. *J Neurosurg*. 2016;124(5):1359-76.
60. Dzierzanowski J, Słoniewski P, Rut M. Morphometry of the pterional and pterional-orbitozygomatic approaches to the basilar artery bifurcation by the use of neuronavigation systems: a new technical concept. *Folia Morphol (Warsz)*. 2008;67(4):267-72.
61. Figueiredo EG, Deshmukh P, Zabramski JM, Preul MC, Crawford NR, Spetzler RF. The pterional-transsylvian approach: an analytical study. *Neurosurgery*. 2008;62(6 Suppl 3):1361-7.
62. Chaddad-Neto F, Dória-Netto HL, Campos-Filho JM, Reghin-Neto M, Oliveira E. Pretemporal craniotomy. *Arq Neuro-Psiquiatr*. 2014;72(2):145-51.

63. Zador Z, Lu DC, Arnold CM, Lawton MT. Deep bypasses to the distal posterior circulation: anatomical and clinical comparison of pretemporal and subtemporal approaches. *Neurosurgery*. 2010;66(1):92-100;
64. Becker D, Ammirati M, Black K, Canalis R, Andrews J. Transzygomatic approach to tumours of the parasellar region. Technical note. *Acta Neurochir Suppl (Wien)*. 1991;53:89-91.

10. APÊNDICES

Apêndice A – Trabalho científico referente à presente tese, publicado em revista internacional indexada no PubMed

PubMed.gov
US National Library of Medicine
National Institutes of Health

PubMed Advanced

Format: Abstract

World Neurosurg. 2019 Jan;121:e398-e403. doi: 10.1016/j.wneu.2018.09.120. Epub 2018 Sep 26.

Pterional, Pretemporal, and Orbitozygomatic Approaches: Anatomic and Comparative Study.

da Silva SA¹, Yamaki VN¹, Solla DJF¹, Andrade AF¹, Teixeira MJ¹, Spetzler RF², Preul MC², Figueiredo EG³.

Author information

Abstract

OBJECTIVE: Although pterional craniotomy and its variants are the most used approaches in neurosurgery, few studies have evaluated their precise indications. We evaluate the pterional (PT), pretemporal (PreT), and orbitozygomatic (OZ) approaches through quantitative measurements of area, linear, and angular exposures of the major intracranial vascular structures.

METHODS: Eight fresh, adult cadavers were operated with the PT, followed by the PreT, and ending with the OZ approach. The working area, angular exposure of vascular structures and linear exposure of the basilar artery were measured.

RESULTS: The OZ approach presented a wider area ($1301.3 \pm 215.9 \text{ mm}^2$) with an increase of 456.7 mm^2 compared with the PT and of 167.4 mm^2 to the PreT ($P = 0.011$). The extension from PT to PreT and OZ increases linear exposure of the basilar artery. When comparing the PreT and OZ, we found an increase in the horizontal and vertical angle to the bifurcation of the ipsilateral middle cerebral artery ($P = 0.005$ and $P = 0.032$, respectively), horizontal angle to the basilar artery tip ($P = 0.02$), and horizontal angle to the contralateral ICA bifurcation ($P = 0.048$).

CONCLUSIONS: The OZ approach offered notable surgical advantages compared with the traditional PT and PreT regarding to the area of exposure and linear exposure to basilar artery. Regarding angle of attack, the orbital rim and zygomatic arch removal provided quantitatively wider exposure and increased surgical freedom. A detailed anatomic study for each patient and surgeon experience must be considered for individualized surgical approach indication.

Copyright © 2018 Elsevier Inc. All rights reserved.

KEYWORDS: Orbitozygomatic; Pretemporal; Pterional; Surgical technique

PMID: 30266695 DOI: [10.1016/j.wneu.2018.09.120](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.120)
[Indexed for MEDLINE]

da Silva SA, Yamaki VN, Solla DJF, Andrade AF, Teixeira MJ, Spetzler RF, Preul MC, Figueiredo EG. Pterional, Pretemporal, and Orbitozygomatic Approaches: Anatomic and Comparative Study. *World Neurosurg.* 2019 Jan;121:e398-e403.