

**MARCIO SAQUY RASSI**

**Estudo anatômico comparativo entre os acessos intradural  
suboccipital retrósigmoideo e extradural trans-zigomático via fossa  
média para exposição do nervo trigêmeo**

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. Eduardo Santamaria Carvalhal  
Ribas

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 13 de outubro de 2011. A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

**São Paulo  
2023**

**MARCIO SAQUY RASSI**

**Estudo anatômico comparativo entre os acessos intradural  
suboccipital retrósigmoideo e extradural trans-zigomático via fossa  
média para exposição do nervo trigêmeo**

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. Eduardo Santamaria Carvalho  
Ribas

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 13 de outubro de 2011. A versão original está disponível na Biblioteca da FMUSP)

**São Paulo  
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

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

©reprodução autorizada pelo autor

Rassi, Marcio Saquy

Estudo anatômico comparativo entre os acessos intradural suboccipital retrossigmoideo e extradural trans-zigomático via fossa média para exposição do nervo trigêmeo / Marcio Saquy Rassi. -- São Paulo, 2023.

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

Programa de Neurologia.

Orientador: Eberval Gadelha Figueiredo.

Coorientador: Eduardo Santamaria Carvalhal Ribas.

Descritores: 1.Base de crânio 2.Schwannoma  
3.Nervo trigêmeo 4.Fossa craniana média 5.Fossa craniana posterior

USP/FM/DBD-031/23

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

*À minha mulher Karina e meus filhos  
Alexandre, Carolina e Luíza. Não há estudo  
que possa demonstrar meu amor e gratidão.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Dr. Aziz Rassi Neto, meu herói e professor, sem o qual essas folhas estariam em branco.

À minha mãe, Luciana, meu exemplo de superação e humildade. Por nunca deixar que desistisse dos meus objetivos.

Aos meus irmãos, Fernanda e Alexandre, pelo companheirismo e paciência.

Aos meus sogros, “Nona” e “Tutú” (*in memoriam*). Todas as pessoas têm quatro avós; sou abençoado por ter quatro pais.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eberval Gadelha Figueiredo, pela confiança depositada no meu trabalho e por estar sempre a disposição para compartilhar seu conhecimento.

Ao meu coorientador e amigo, Dr. Eduardo Carvalhal Ribas, por abraçar esse projeto como seu próprio, sempre com novas ideias e sugestões para seu aprimoramento.

Ao Prof. Dr. Manoel Jacobsen Teixeira, Professor Titular da Disciplina de Neurocirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, por me aceitar em seu departamento como pós-graduando.

Ao Prof. Dr. José Carlos E. Veiga, Professor Titular da Disciplina de Neurocirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, pela oportunidade e confiança ao me receber em seu respeitado Departamento.

Ao Prof. Dr. Luís Alencar Borba, por ter me acolhido em Curitiba e se tornado minha inspiração na cirurgia da base do crânio. Por todos os conselhos e por dividir seu conhecimento dia após dia. Por todas as portas abertas, pelo carinho com minha família e por tudo que ainda há por vir.

Ao Dr. Ossama Al-Mefty, pelos ensinamentos dentro e fora do centro cirúrgico. Por me mostrar que a determinação supera barreiras. Por proporcionar a mim e minha família uma experiência inesquecível.

Aos Drs. Vicente de Paulo Coelho Junior e Walid Ibn Essayed, pela ajuda indispensável no desenvolvimento desse projeto dentro e fora do laboratório.

Aos meus contemporâneos preceptores e residentes da Neurocirurgia do Hospital Universitário Evangélico de Curitiba (atual Mackenzie), por todos os momentos de ensinamento e paciência durante minha formação. Ao Dr. José Antônio Maingué (*in memoriam*) e Dr. Paulo Eduardo Carneiro da Silva (*in memoriam*).

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

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*.

Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

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

## SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas	
Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Resumo	
Abstract	
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 Objetivos .....	6
2.1 Objetivo primário.....	7
2.2 Objetivo secundário .....	7
3 REVISÃO DA LITERATURA .....	8
3.1 Considerações sobre schwannomas do nervo trigêmeo.....	9
3.1.1 Incidência .....	9
3.1.2 Localização e classificação .....	9
3.1.3 Apresentação clínica .....	11
3.1.4 Considerações sobre o tratamento dos schwannomas do nervo trigêmeo .....	13
3.2 Considerações anatômicas .....	16
3.2.1 Considerações anatômicas sobre a fossa craniana média .....	16
3.2.2 Considerações anatômicas sobre a fossa craniana posterior e o ângulo pontocerebelar (APC) .....	19
3.2.3 Considerações anatômicas sobre o nervo trigêmeo e cavo de Meckel.....	22
3.3 Considerações sobre os acessos cirúrgicos estudados.....	26
3.3.1 Acesso intradural suboccipital retrósigmoideo e remoção do tubérculo suprameatal .....	26
3.3.2 Acesso extradural trans-zigomático via fossa média e petrosectomia anterior.....	27
4 MÉTODOS.....	30
4.1 Espécimes cadavéricos .....	32
4.2 Padronização dos acessos .....	32
4.2.1 Generalidades.....	32
4.3 Acesso intradural suboccipital retrósigmoideo .....	33
4.3.1 Posicionamento cirúrgico.....	33
4.3.2 Incisão cutânea.....	33
4.3.3 Craniotomia.....	34
4.3.4 Durotomia .....	36
4.3.5 Remoção do tubérculo suprameatal .....	37
4.4 Acesso extradural trans-zigomático via fossa média.....	39
4.4.1 Posição cirúrgica.....	39



4.4.2	Incisão cutânea.....	39
4.4.3	Osteotomia e mobilização do arco zigomático .....	41
4.4.4	Dissecção e mobilização do músculo temporal .....	41
4.4.5	Craniotomia.....	42
4.4.6	Dissecção da fossa média.....	43
4.4.7	Petrosectomia anterior .....	45
4.4.8	Durotomia .....	45
4.5	Aquisição de dados e cálculos .....	46
4.5.1	Segmentação do Nervo Trigêmeo.....	50
4.5.2	Cálculo da exposição do nervo trigêmeo .....	51
4.6	Análise estatística .....	52
5	RESULTADOS.....	53
5.1	Marcação dos pontos .....	54
5.1.1	Pontos do nervo trigêmeo expostos através dos ISORS e RISA .....	54
5.1.2	Pontos do nervo trigêmeo expostos através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP) .....	56
5.2	Cálculo da exposição do nervo trigêmeo.....	58
5.3	Análise e comparações das áreas de exposição do nervo trigêmeo nos diferentes acessos cirúrgicos estudados.....	59
5.3.1	Análise e comparação das áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ISORS e RISA.....	59
5.3.2	Análise e comparação das áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ETZFM e ETZFM-AP.....	62
5.3.3	Análise e comparação da exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ISORS e ETZFM .....	66
5.3.4	Análise e comparação da exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos RISA e ETZFM-AP .....	67
6	DISCUSSÃO.....	70
6.1	Limitações do Estudo .....	77
7	CONCLUSÕES .....	78
8	ANEXO .....	80
9	REFERÊNCIAS.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACI	- Artéria carótida interna
AICA	- artéria cerebelar ântero-inferior
AMM	- artéria meníngea média
AP	- Ápice petroso
APC	- Ângulo pontocerebelar
CAI	- Canal auditivo interno
CM	- Cavo de Meckel
CSS	- Canal semicircular superior
EA	- Eminência arqueada
ETZFM	- Acesso trans-zigomático extradural via fossa média
ETZFM-AP	- Acesso trans-zigomático extradural via fossa média com remoção do ápice petroso
FJ	- Forame jugular
FMD	- Fossa média
FP	- Fossa posterior
GG	- Gânglio de Gasser
GSPN	- Nervo petroso superficial maior
ISORS	- Acesso intradural suboccipital retrossigmoideo
LCR	- Líquido cefalorraquidiano
LPE	- ligamento petro-esfenoidal
LPP	- ligamento petroclinoideo posterior
MAI	- Meato acústico interno
NF/VC	- Complexo dos nervos facial e vestibulococlear
NT	- Nervo trigêmeo
RISA	- Acesso intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal
SC	- Seio cavernoso

SNT	- Schwannoma do nervo trigêmeo
SPI	- Seio petroso inferior
SPS	- Seio petroso superior
T	- Tentório ou tenda do cerebelo
TC	- Tomografia computadorizada
TSM	- Tubérculo suprameatal
V1	- Primeira divisão do nervo trigêmeo (ramo oftálmico)
V2	- Segunda divisão do nervo trigêmeo (ramo maxilar)
V3	- Terceira divisão do nervo trigêmeo (ramo mandibular)
VPS	- Veia petrosa superior

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação da posição cirúrgica e direção nos quais a fotografia anatômica foi registrada .....	5
Figura 2 -	Representação esquemática da classificação proposta por Jefferson (1953) .....	10
Figura 3 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	18
Figura 4 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	20
Figura 5 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	22
Figura 6 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	23
Figura 7 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	25
Figura 8 -	Imagem do Laboratório de Base do Crânio do <i>Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School</i> (Boston, EUA).....	31
Figura 9 -	Bancada do laboratório onde foi conduzido o estudo.....	33
Figura 10 -	Espécime em posição lateral mostrando local de incisão cirúrgica e suas relações anatômicas à direita .....	34
Figura 11 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	35
Figura 12 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico em posição lateral esquerda .....	36
Figura 13 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	38
Figura 14 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	40
Figura 15 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	41
Figura 16 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	42
Figura 17 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	43
Figura 18 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico .....	44
Figura 19 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	46
Figura 20 -	Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	47

Figura 21 - A. Imagem do neuronavegador durante o registro de um ponto anatômico no acesso intradural suboccipital retrósigmoideo. B. Imagem do neuronavegador durante o registro de um ponto anatômico no acesso extradural trans-zigomático via fossa média.....	49
Figura 22 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	51
Figura 23 - A distância entre dois pontos no espaço (dAB) pode ser calculada com base em suas coordenadas.....	58
Figura 24 - Fórmula de Heron, para se calcular a área do triângulo a partir dos semiperímetros (metade do perímetro) e os lados do triângulo .....	58
Figura 25 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	59
Figura 26 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico.....	60
Figura 27 - Representação ilustrativa da área de exposição do NT proporcionado pelos acessos ISORS (A) e RISA (B).....	62
Figura 28 - Vista superior direita da fossa média.....	63
Figura 29 - Representação ilustrativa da área de exposição do NT proporcionado pelos acessos ETZFM (A) e ETZFM-AP (B) .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Pontos anatômicos e suas respectivas coordenadas espaciais obtidos através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA).....	55
Tabela 2 -	Pontos anatômicos e suas respectivas coordenadas espaciais obtidos através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP).....	57
Tabela 3 -	Distância entre os pontos anatômicos (em mm), áreas de cada triângulo e segmentos do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ), em cada espécime, obtido através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA).....	61
Tabela 4 -	Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ) obtidas através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal, em cada espécime, e suas respectivas medias e ganhos .....	62
Tabela 5 -	Distância entre os pontos anatômicos (em mm), áreas de cada triângulo e segmentos do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ), em cada espécime, obtido através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP) .....	64
Tabela 6 -	Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ) obtidas através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), em cada espécime, suas respectivas média e ganhos .....	65
Tabela 7 -	Áreas mínimas, máximas e médias de exposição do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ) obtidas através do acesso intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) em comparação com o acesso extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e respectivos desvios padrão.....	66

Tabela 8 -	Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm <sup>2</sup> ) obtidas através do acesso intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA) comparado com o acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), em cada espécime, e suas respectivas medias .....	68
------------	--	----

## RESUMO

Rassi MS. *Estudo anatômico comparativo entre os acessos intradural suboccipital retrósigmoideo e extradural trans-zigomático via fossa média para exposição do nervo trigêmeo* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2023.

**Introdução:** neoplasias envolvendo o nervo trigêmeo que ocupam as fossas média e posterior são relativamente raros, e a escolha do acesso cirúrgico que oferece a melhor exposição do nervo trigêmeo permanece controversa. Dentre os acessos cirúrgicos mais utilizados estão o acesso intradural suboccipital retrósigmoideo (ISORS) e o acesso extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM), que podem ser ampliados através da remoção do tubérculo suprameatal (TSM) e do ápice petroso (AP), respectivamente. Quando acrescidos de tais manobras, recebem o nome em inglês de *retrosigmoid intradural suprameatal approach* (RISA) e acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP). **Objetivos:** este estudo tem como objetivos a análise quantitativa e qualitativa da exposição do nervo trigêmeo (NT) obtida através dos acessos ISORS e ETZFM e dos ganhos adicionais na área de exposição cirúrgica proporcionada pela remoção do TSM e AP, respectivamente. **Métodos:** foram utilizadas cinco cabeças de cadáver adultos fixadas em formol e preparadas para dissecação. Cada espécime foi submetido à tomografia computadorizada de alta resolução antes da dissecação anatômica das mesmas, e suas imagens foram carregadas no aparelho de neuronavegação. Pontos anatômicos foram definidos nos limites do nervo trigêmeo, a partir de sua origem do nervo no tronco cerebral até a entrada de cada um de seus ramos nos respectivos forames na fossa média, e coletados suas localizações espaciais tridimensionais a fim de se poder calcular posteriormente a exposição do nervo trigêmeo. Em cada cabeça, foi realizado um acesso ISORS de um lado e um acesso ETZFM do outro, de maneira que um acesso não influencie na realização do outro. Após a coleta da localização espacial dos pontos expostos através destes acessos, foram então acrescentados a remoção do TS no ISORS e do AP no ETZFM, sendo realizada nova coleta de pontos a seguir. No total foram realizados 20 acessos cirúrgicos: 5 ISORS, 5 RISA, 5 ETZFM e 5 ETZFM-AP. **Resultados:** a área média de exposição do NT adquirida através do acesso ISORS foi de 125,9 mm<sup>2</sup>. O acesso RISA promoveu uma média de 208,9 mm<sup>2</sup> de área de exposição. O ganho adicional médio na área de exposição do NT ao acrescentarmos a remoção do tubérculo suprameatal foi de 61,92% (p = 0,047). Utilizando o acesso ETZFM foi obtida uma exposição média de 419,24 mm<sup>2</sup>. Quando realizado o acesso ETZFM-AP a média da área exposta obtida foi 486,03 mm<sup>2</sup>. Ao se realizar a remoção do ápice petroso observou-se um ganho adicional médio na área de exposição de 16,81% (p = 0,072). **Conclusões:** os acessos ISORS e ETZFM, acrescidos de remoção do tubérculo suprameatal (RISA) e ápice petroso (ETZFM-AP), respectivamente, levam a exposições quantitativamente e



qualitativamente diferentes do nervo trigêmeo. No acesso ISORS, a área de exposição total do NT foi em média de 125,9 mm<sup>2</sup>, aumentando para 208,9 mm<sup>2</sup> com a remoção do tubérculo suprameatal (RISA), representando um ganho de 61,92 % na exposição do NT (p = 0,047). No acesso ETZFM, a área de exposição total do NT foi em média de 419,24 mm<sup>2</sup>, aumentando para 486,03 mm<sup>2</sup> com a remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), representando um ganho de 16,81% na exposição do NT (p = 0,072). Qualitativamente, o acesso ISORS leva à exposição do segmento pré-ganglionar do NT e a remoção adicional do tubérculo suprameatal (RISA) expõem a porção central do segmento ganglionar deste nervo. O acesso ETZFM leva à exposição do segmento ganglionar e pós-ganglionar do NT e a remoção adicional do ápice petroso (ETZFM-AP) expõem o segmento pré-ganglionar desse nervo.

Descritores: Base de crânio; Schwannoma; Nervo trigêmeo; Fossa craniana média; Fossa craniana posterior.

## ABSTRACT

Rassi MS. *Comparative anatomical study between the intradural suboccipital retrosigmoid and extradural trans-zygomatic middle fossa approaches to expose the trigeminal nerve* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2023.

**Introduction:** tumors involving the trigeminal nerve which occupies the middle and posterior fossae are relatively rare, and the choice of the surgical approach that offers the best exposure of the trigeminal nerve remains controversial. Among the most used surgical approaches are the intradural suboccipital retrosigmoid approach (ISORS) and the middle fossa extradural trans-zygomatic approach (ETZFM), which can be expanded by removing the suprameatal tubercle (SMT) and the petrous apex (PA), respectively. When added to these maneuvers, they are often named as retrosigmoid intradural suprameatal approach (RISA) and middle fossa extradural trans-zygomatic approach with anterior petrosectomy (ETZFM-AP). **Objective:** this study aims to quantitatively and qualitatively analyze the exposure of the trigeminal nerve (TN) obtained through the ISORS and ETZFM approaches and the additional gains in the area of surgical exposure provided by the removal of the SMT and PA, respectively. **Methods:** we used 5 formalin-fixed adult cadaver heads previously prepared for dissection. Each specimen was submitted to high-resolution computed tomography before their anatomical dissection, and their images were loaded into the neuronavigation device. Anatomical points were defined at the limits of the trigeminal nerve, from its origin of the nerve in the brainstem to the entry of each of its branches in the respective foramina in the middle fossa, and their three-dimensional spatial locations were collected in order to be able to later calculate the exposure of the trigeminal nerve. In each head, an ISORS approach was performed on one side and an ETZFM approach on the other, so that one approach does not influence the other. After collecting the spatial location of the exposed points through both approaches, the removal of the SMT in the ISORS and the PA in the ETZFM were then added, and a new collection of points was carried out next. In total, 20 surgical approaches were performed: 5 ISORS, 5 RISA, 5 ETZFM and 5 ETZFM-AP. **Results:** the average area of exposure of the TN acquired through the ISORS approach was 125.9 mm<sup>2</sup>. The RISA promoted an average of 208.9 mm<sup>2</sup> of exposure area. The mean additional gain in TN exposure area when we added the suprameatal tubercle removal was 61.92% (p = 0.047). Using the ETZFM approach, an average exposure of 419.24 mm<sup>2</sup> was obtained. When the ETZFM-AP was performed, the average of the exposed area obtained was 486.03 mm<sup>2</sup>. When performing the removal of the petrous apex, we observed an average additional gain in the exposure area of 16.81% (p = 0.072). **Conclusions:** the ISORS and ETZFM approaches, plus removal of the suprameatal tubercle (RISA) and petrous apex (ETZFM-AP), respectively, lead to quantitatively and qualitatively different exposures of the

trigeminal nerve. In the ISORS approach, the total area of TN exposure was on average 125.9 mm<sup>2</sup>, increasing to 208.9 mm<sup>2</sup> with the removal of the suprameatal tubercle (RISA), representing a gain of 61.92% in TN exposure (p = 0.047). In the ETZFM approach, the total area of TN exposure was on average 419.24 mm<sup>2</sup>, increasing to 486.03 mm<sup>2</sup>, with the removal of the petrous apex (ETZFM-AP), representing a gain of 16.81% in the exposure of the TN (p = 0.072). Qualitatively, the ISORS approach leads to exposure of the preganglionic segment of the TN and the additional removal of the suprameatal tubercle (RISA) exposes the central portion of the ganglionic segment of this nerve. The ETZFM approach leads to exposure of the ganglionic and postganglionic segments of the TN and the additional removal of the petrous apex (ETZFM-AP) exposes the preganglionic segment of this nerve.

Descriptors: Skull base; Schwannoma; Trigeminal nerve; Middle cranial fossa; Posterior cranial fossa.

# **1 INTRODUÇÃO**

Os tumores do cavo de Meckel (CM) são relativamente raros, correspondendo por menos de 1% de todos os tumores intracranianos (Cheung *et al.*, 1995). As lesões mais comuns observadas nessa região são meningiomas, schwannomas trigeminais, cistos epidermóides, cordomas e condrossarcomas. Esses tumores frequentemente se estendem da fossa craniana posterior para a média ou vice-versa (Muto *et al.*, 2010; Rigante *et al.*, 2016). Os meningiomas podem ocorrer dentro do cavo ou se estender para dentro dele após se originarem em outra superfície dural, como clivus, pirâmide petrosa, tentório ou seio cavernoso. Um tumor epidermoide que se desenvolve no ângulo pontocerebelar (APC) ou região pré-pontina é uma lesão que pode adentrar no cavo de Meckel. Cordomas, condrossarcomas e outros tumores ósseos podem penetrar no CM por extensão direta (Cheung *et al.*, 1995).

Schwannomas do nervo trigêmeo (SNT) correspondem a cerca de 8% dos schwannomas intracranianos (Samii *et al.*, 1995; Yoshida e Kawase, 1999). Podem se originar na zona de penetração da raiz dorsal do nervo, no gânglio trigeminal, ou Gânglio de Gasser (GG), ou em seus ramos (Kouyialis *et al.*, 2007) e, na maioria das vezes, ocupam o CM (Muto *et al.*, 2010). Seu crescimento segue as rotas de menor resistência, podendo assim se expandir anteriormente para a fossa média seguindo os ramos do NT ou seguindo posteriormente o tronco do nervo e adentrar o espaço intradural da fossa posterior ao passar através do poro trigeminal. Devido à maior resistência encontrada no poro trigeminal, esses tumores muitas vezes assumem a

forma de um halter (ou ampulheta) (Jefferson e Schorstein, 1955). O tratamento indicado na atualidade é a remoção cirúrgica completa e, por ser na maioria das vezes benigno, não requer tratamento oncológico complementar (Yasui *et al.*, 1989).

Ao escolher um acesso cirúrgico, o cirurgião deve considerar aspectos radiológicos do tumor, como tamanho, extensão e estruturas anatômicas envolvidas, bem como fatores clínicos individuais de cada paciente, como sintomas e conformação anatômica. A seleção da técnica a ser utilizada depende, além dos dados supracitados, da preferência e experiência do cirurgião. O acesso escolhido deve contemplar rotas mais curtas até o alvo, maior exposição das estruturas anatômicas e menor morbidade. Fundamentadas nesses princípios, inúmeras técnicas cirúrgicas foram desenvolvidas para o tratamento dos schwannomas do trigêmeo. As mais utilizados são o acesso intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) e o acesso extradural conhecido como fossa média estendido ou acesso trans-zigomático via fossa média (ETZFM) (Al-Mefty *et al.*, 2002). Estes acessos também podem oferecer uma exposição otimizada ao se acrescentar manobras intraoperatórias, como a remoção do ápice petroso (AP) no acesso ETZFM e a remoção do tubérculo suprameatal (TSM) no acesso ISORS (Hakuba *et al.*, 1988; Becker *et al.*, 1991; Honeybul *et al.*, 1995 e 1997; Seoane e Rhoton 1999, Samii *et al.*, 2000; Chanda e Nanda 2006; Chang *et al.*, 2009; Ebner *et al.*, 2009; Campero *et al.*, 2010; Chotai *et al.*, 2015; Colasanti *et al.*, 2016).

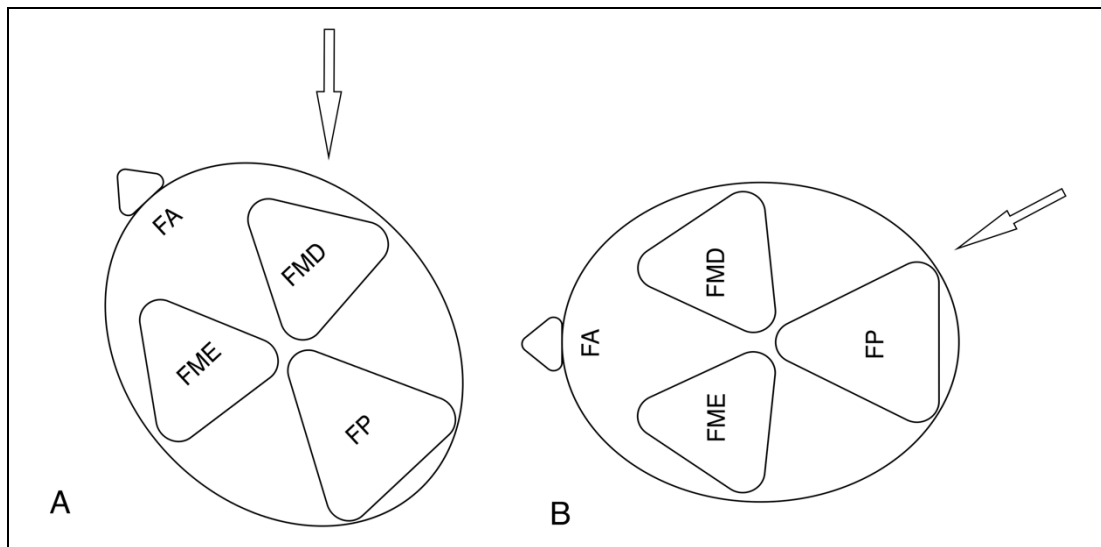
Nas últimas 2 décadas, grandes esforços foram feitos para melhorar os resultados cirúrgicos no tratamento de tumores que envolvem a área petroclival e se estendem para as fossas posterior e média. Técnicas avançadas de cirurgia da base do crânio com exposições estendidas do osso temporal contribuíram enormemente para

melhorar a ressecabilidade de tumores e diminuir a morbidade cirúrgica. Esses acessos (por exemplo, fossa média estendida, técnica de Kawase e exposição combinada subtemporal-pré-sigmoide) incluem diferentes graus de ressecção da porção petrosa do osso temporal (petrosectomia) e divisão do tentório (Yasui *et al.*, 1989; Kawase *et al.*, 1991; Cheung *et al.*, 1995; Al-Mefty *et al.*, 2007; Tang *et al.*, 2015).

Até o presente momento, não há na literatura estudos comparativos entre esses acessos, com ou sem suas respectivas manobras de extensão, que avaliem a área de exposição do NT, o que é de grande importância para o tratamento cirúrgico dos SNT que ocupam as fossas média e posterior. Adicionalmente, a relevância de manobras cirúrgicas como a remoção do TSM e do AP também ainda não foi objetivamente avaliada.

Este estudo visa aumentar a compreensão de como a exposição cirúrgica muda na medida em que manobras cirúrgicas específicas são adicionadas, podendo ajudar na seleção da melhor técnica cirúrgica para cada caso em particular, com foco nos casos de schwannomas do nervo trigêmeo, onde a escolha do melhor acesso para lesões que ocupam as fossas média e posterior permanece controversa.

Para auxiliar na orientação espacial, foi colocada ao lado de cada imagem anatômica uma representação da posição da cabeça e uma seta indicando a visão do cirurgião (Figura 1).



FA: fossa craniana anterior; FME: fossa média esquerda; FMD: fossa média direita; FP: fossa posterior; seta: visão cirúrgica na qual a imagem foi obtida.

**Figura 1 - Representação da posição cirúrgica e direção nos quais a fotografia anatômica foi registrada. A. Cabeça simulando o decúbito dorsal, rodada 30° no sentido contralateral ao lado abordado. B. Cabeça simulando o decúbito lateral, paralela à mesa**



## **2 OBJETIVOS**

## **2.1 Objetivo primário**

Esse estudo tem como objetivo primário a análise quantitativa da exposição do NT obtida através dos acessos ISORS e ETZFM e do ganho na área de exposição cirúrgica proporcionada pela remoção do TSM e do AP nos acessos ISORS e ETZFM, respectivamente.

## **2.2 Objetivo secundário**

Análise qualitativa dos acessos ISORS e ETZFM, e do ganho na área de exposição cirúrgica proporcionada pela remoção do TSM e do AP nos acessos ISORS e ETZFM, respectivamente, a fim de identificar suas vantagens e limitações.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 Considerações sobre schwannomas do nervo trigêmeo**

#### **3.1.1 Incidência**

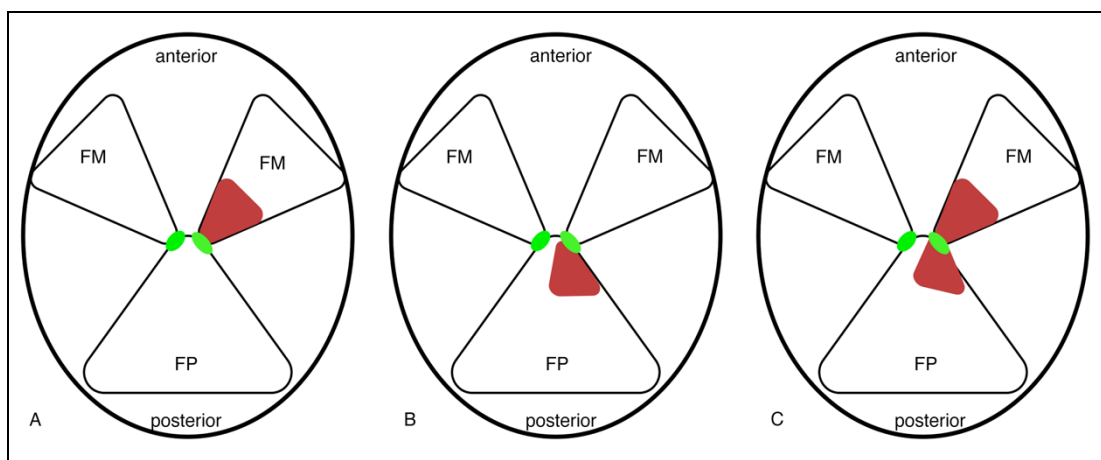
Schwannomas do nervo trigêmeo correspondem a cerca de a 0,36 % dos tumores intracranianos e 8% dos schwannomas intracranianos (Samii *et al.*, 1995; Yoshida e Kawase, 1999). Dentre os schwannomas da base do crânio, os trigeminais são os mais comuns após os vestibulares (Wanibuchi *et al.*, 2012; Raza *et al.*, 2014).

#### **3.1.2 Localização e classificação**

Os SNT podem ser encontrados em qualquer segmento desse nervo, sua raiz, no gânglio de Gasser ou em suas divisões periféricas (Kouyialis *et al.*, 2007; Wanibuchi *et al.*, 2012; Raza *et al.*, 2014). Portanto, podem se apresentar na fossa posterior, na porção gânglio-cavernosa (cavo de Meckel) na fossa média, em ambas fossas posterior e média (assumindo estes uma forma de halter) ou serem extracranianos, dependendo da porção do nervo de onde o tumor se origina (Muto *et al.*, 2010; Wanibuchi *et al.*, 2012), sendo comumente classificados de acordo com sua localização e extensão.

Jefferson, em 1953, classificou esses tumores em três tipos: Tipo A, tumores localizados principalmente na fossa média que surgem do gânglio de Gasser; Tipo B, tumores localizados predominantemente na fossa posterior que surgem da raiz do

nervo trigêmeo; e Tipo C, tumores com componentes significativos tanto na fossa média como na fossa posterior, que ele descreveu como em forma de halter ou ampulheta (Figura 2). A designação de SNT em halter baseia-se no formato adquirido pelo tumor gerado pela constrição do mesmo pelo teto do poro trigeminal e sua impressão no osso petroso, que forma o assoalho da fossa média (Youssef *et al.*, 2006).



Área vermelha: representação do tumor; FM: representação da fossa média; FP: representação da fossa posterior; área verde: representação do poro trigeminal

**Figura 2 - Representação esquemática da classificação proposta por Jefferson (1953). A. tumores restritos à fossa média. B. Tumores restritos à fossa posterior. C. tumores ocupando ambas as fossas média e posterior (em forma de halter ou ampulheta)**

Várias modificações desta classificação foram descritas posteriormente. Lesoin *et al.* (1986) classificaram os schwannomas do trigêmeo em três categorias: tipo I, tumores das raízes na fossa posterior; tipo II, tumores do gânglio de Gasser; e tipo III, tumores dos ramos do nervo trigêmeo. Yoshida e Kawase (1999) propuseram classificar os tumores em seis categorias: tumores da fossa posterior, fossa média, extracraniano, médio posterior, médio-extracraniano e médio-posterior-extracraniano. Alguns autores acrescentaram uma quarta classificação, tipo D, quando há extensão extracraniana (Samii *et al.*, 1995; Goel *et al.*, 2003; Guthikonda *et al.*, 2008). Wanibuchi *et al.* (2012) classificaram os schwannomas do trigêmeo em

quatro tipos, com o tipo haltere dividido em dois subtipos: periférico, gânglio, raiz e haltere (raiz cavernosa e subtipos periféricos). Tumores da raiz do nervo trigêmeo, gânglio e divisões são considerados intradurais, interdurais e extradurais, respectivamente.

Os tumores com origem na raiz do nervo estão geralmente confinados ao APC. Os tumores com origem no segmento plexiforme do nervo trigêmeo (NT), ou seja, próximo ao GG, podem ficar restritos ao CM, se estender posteriormente para o ângulo pontocerebelar ou se estender anteriormente. A extensão anterior do tumor pode ocorrer ao longo da divisão oftálmica (V1), maxilar (V2) ou mandibular (V3). A extensão por V1 ou V2 ocupa o espaço interdural da parede lateral do seio cavernoso (ou seja, entre a dura-própria e a camada membranosa interna), podendo também atravessar a fossa pterigopalatina, entrar no canal infraorbital e se expandir para o seio maxilar. A extensão do tumor ao longo de V3 pode entrar na fossa infratemporal (Roche *et al.*, 2011). Em casos de grandes SNT que ocupam o APC, seio cavernoso, e/ou compartimentos extracranianos, é altamente provável que o tumor tenha mais de uma origem (Dolenc, 1994).

### **3.1.3 Apresentação clínica**

Grande parte das manifestações clínicas é resultado do número de fibras neurais envolvidas pelo tumor, ou seja, de acordo com a extensão da perda da massa do NT que se transformou em tumor. Adicionalmente, dependendo da extensão e volume tumoral, podem surgir sintomas relacionados à compressão das estruturas adjacentes (Dolenc, 1994). A perda estrutural das fibras do NT pode levar a quadros assintomáticos (achado incidental) ou a alterações de sensibilidade cutânea nas áreas

correspondentes, geralmente descritas como sensação somato-sensitiva diminuída, ou outras manifestações, incluindo dor. Entretanto, acredita-se que essa última seja consequência da compressão pelo tumor das fibras nervosas normais remanescentes do nervo trigêmeo.

A instalação do quadro clínico geralmente é lenta e progressiva. Em casos de déficits sensoriais agudos, os tumores frequentemente apresentam hemorragia intramural (Asari *et al.*, 1992). Schwannomas originários do GG podem atingir tamanhos consideráveis, levando a déficits visuais por compressão direta do nervo óptico homolateral, condição que pode eventualmente ser o sintoma inicial (Dolenc, 1994).

Diplopia também é um achado frequente em SNT com origem no GG ou no segmento plexiforme da raiz do NT, sendo explicada pela paresia do nervo abducente (Currie *et al.*, 1983; Del Priore e Miller, 1989) causada pelo deslocamento e compressão do mesmo entre o ligamento petroclinoideo e a porção petrosa do osso temporal (Dolenc, 1994).

A paresia dos nervos oculomotor e troclear são raras, mesmo em SNT muito volumosos. Os schwannomas da raiz do NT no APC geralmente atingem grandes volumes antes de causar sintomas ou sinais neurológicos (Dolenc, 1994). No caso de SNT com forma de halter, dependendo de seu tamanho e extensão, manifestações relacionadas a compressão do tronco cerebral e cerebelo, bem como perda auditiva, podem ser encontradas (Kouyialis *et al.*, 2007).

### 3.1.4 Considerações sobre o tratamento dos schwannomas do nervo trigêmeo

Quando é considerado o tratamento de schwannomas do nervo trigêmeo como objetivo, é importante ressaltar que a história natural desses tumores ainda não é totalmente compreendida (Taha *et al.*, 1995). Schwannomas do trigêmeo são tumores predominantemente benignos, com alguns relatos de evolução mais agressiva (Cuneo e Rand 1952; Hedeman *et al.*, 1978; Levy *et al.*, 1983; Beck e Menezes 1987; Day e Fukushima, 1998; Al-Mefty *et al.*, 2002). Mesmo quando grandes, eles habitualmente deslocam as estruturas neurovasculares circundantes ao invés de envolvê-las. Portanto, acredita-se que a remoção total dessas lesões ofereça a melhor chance de cura (Dolenc, 1994; Taha *et al.*, 1995; Al-Mefty *et al.*, 2002), enquanto a remoção subtotal está associada a maiores taxas de recorrência (Pollack *et al.*, 1989; Al-Mefty *et al.*, 2002).

Há relatos de persistência dos sintomas em pacientes com remoção subtotal (Pollack *et al.*, 1989), bem como descrições de longo período de remissão (Taha *et al.*, 1995). A remoção subtotal também é relatada como uma fonte de sangramento do leito tumoral no pós-operatório, com aumento da morbidade e mortalidade (Arseni *et al.*, 1975; Levy *et al.*, 1983).

As primeiras tentativas de remover esses tumores foram associadas com altas taxas de mortalidade (Arseni *et al.*, 1975). Em 1987, Sindou e Pelissou revisaram a literatura e observaram que a remoção completa do tumor foi alcançada em apenas 50% dos casos, devido à estreita relação da lesão com o ângulo pontocerebelar, ápice petroso, seio cavernoso e nervos cranianos. Na década seguinte, Samii *et al.* (1995) encontraram na literatura que a remoção total ou quase total tinha sido alcançada em aproximadamente 70% dos casos nos 15 anos anteriores.



Com a evolução das técnicas microcirúrgicas houve uma notável melhora na capacidade de remover totalmente esses tumores com riscos de mortalidade e morbidade reduzidos (Pollack *et al.*, 1989; Dolenc, 1994; Taha *et al.*, 1995; Day e Fukushima, 1998; Yoshida e Kawase, 1999). Usualmente, três vias são mais utilizadas para acessar o nervo trigêmeo: anterolateral, lateral e posterolateral (Kassam *et al.*, 2009). Na década de 1980, os cirurgiões usaram principalmente o acesso intradural para esses tumores (Beck e Menezes, 1987; McCormick *et al.*, 1988; Bordi *et al.*, 1989; Yasui *et al.*, 1989), sendo as técnicas extradurais reservadas para tumores menores (Lesoin *et al.*, 1986). Acessos intradurais tradicionais, como o pterional (centrado na região onde os ossos frontal, temporal, parietal e esfenóide se encontram) e a suboccipital retrosigmoidéa estão entre as mais utilizadas dentre as anterolaterais e posterolaterais, respectivamente (Inoue *et al.*, 1990; Taha *et al.*, 1995; Jian *et al.*, 2001; Krisht, 2005; Yasuda *et al.*, 2005; Kassam *et al.*, 2009).

Esses acessos intradurais são frequentemente utilizadas para operar tumores envolvendo o nervo trigêmeo, no entanto, apresentam necessidade de retração cerebral excessiva, o que aumenta o risco de lesão na veia de Labbé, e dificuldade em expor adequadamente o cavo de Meckel no espaço interdural (Jefferson e Schorstein, 1955; McCormick *et al.*, 1988; Bordi *et al.*, 1989; Pollack *et al.*, 1989; Youssef *et al.*, 2006; Kassam *et al.*, 2009).

Mais recentemente, o acesso extradural tem sido usada para tratar tumores extracranianos com extensão intracraniana (Samii *et al.*, 1995; Al-Mefty *et al.*, 2002), periférica e gasseriana (Dolenc, 1994; Day e Fukushima 1998; Al-Mefty *et al.*, 2002) e para fossa posterior, quando abordagem transpetrosa é adicionada (Yoshida e Kawase, 1999; Al-Mefty *et al.*, 2002). Em comparação aos acessos

convencionais, os acessos desenvolvidos para doenças da base do crânio permitem melhores exposição e ângulo de trabalho com mínima retração cerebral permitindo, dessa forma, a remoção desses tumores em uma única etapa sem aumento da morbidade (Dolenc, 1994; Samii *et al.*, 1995; Taha *et al.*, 1995; Day e Fukushima, 1998; Yoshida e Kawase, 1999; Al-Mefty *et al.*, 2002; Youssef *et al.*, 2006). Em uma revisão realizada por Taha *et al.* (1995) foi observado que a remoção completa dos schwannomas do nervo trigêmeo é mais frequentemente alcançada quando se utiliza um acesso pela base do crânio ao invés de uma abordagem tradicional (intradural). Foi observado que as abordagens extradurais, combinadas ou não a remoção do ápice petroso, oferecem melhor exposição do espaço inferior ao gânglio de Gasser, que frequentemente esconde parte do tumor, além de facilitar a abertura do poro trigeminal, o que permite a mobilização do nervo trigêmeo, obtendo dessa forma ampla exposição do tronco encefálico, onde o tumor pode frequentemente estar aderido.

Ainda que, na maioria dos casos, a remoção total do tumor seja o objetivo, em pacientes que não apresentam condições médicas para tolerar o procedimento pode ser optado por remoção parcial seguida de observação ou radiocirurgia estereotáxica (Taha *et al.*, 1995; Aoyagi *et al.*, 2013). A radiocirurgia estereotáxica tem sido usada recentemente para tratar pacientes com schwannomas do trigêmeo, com relatos de redução no volume do tumor em 56% dos pacientes tratados e estabilização do crescimento do tumor em 44%. Nenhum déficit neurológico foi observado após seguimento médio de 44 meses (Huang *et al.*, 1999). Embora esses autores indiquem esse tratamento como primário em pacientes com schwannomas do trigêmeo pequenos e médios, outros preferem reservar seu uso como terapia adjuvante para

tumores residuais ou recorrentes que não podem ser removidos cirurgicamente, para pacientes incapazes de submetidos à cirurgia e para pacientes que optam por não fazer a cirurgia (Al-Mefty *et al.*, 2002).

## **3.2 Considerações anatômicas**

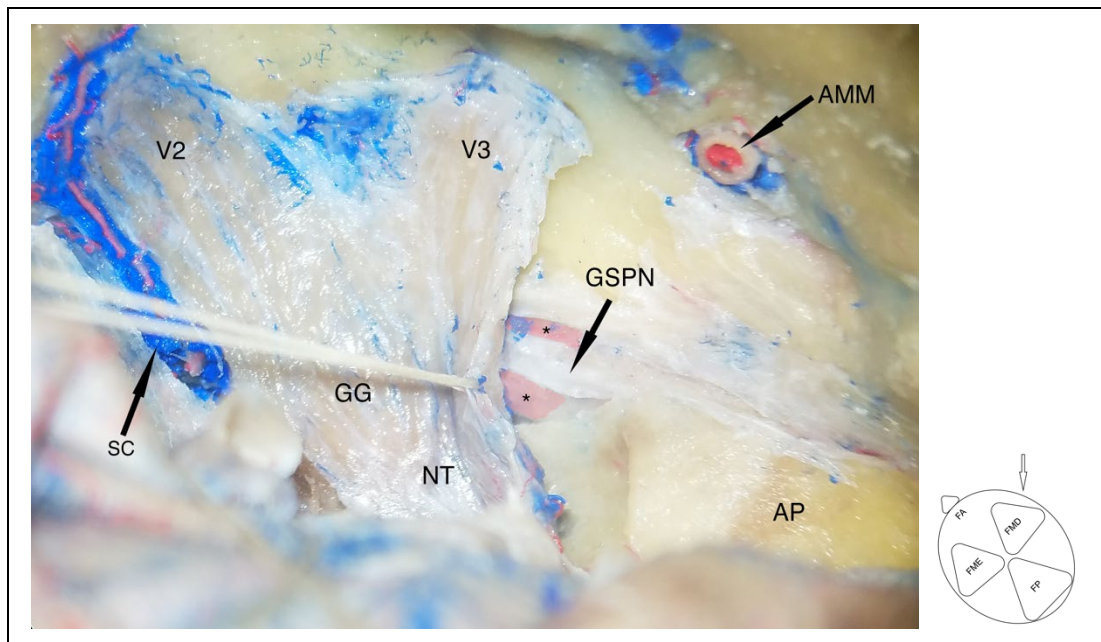
### **3.2.1 Considerações anatômicas sobre a fossa craniana média**

A dissecação anatômica da fossa craniana média tradicionalmente se inicia identificando-se a artéria meníngea média sobre a dura-máter do lobo temporal e seguindo-a em sentido proximal, servindo como guia para um dos marcos mais constantes da fossa média, o forame espinhoso (Isolan *et al.*, 2007; Krayenbuhl *et al.*, 2008) Essa artéria é dissecada, coagulada e dividida em sua entrada no compartimento intracraniano. O ramo V3, localizado medialmente, é identificado no assoalho da fossa média, e o forame oval é identificado anterior e medial ao forame espinhoso (Aristegui *et al.*, 1994). O nervo petroso superficial maior (GSPN) pode ser identificado posteromedial ao forame espinhoso e anteromedial à eminência arqueada. A tração no nervo petroso superficial maior deve ser evitada, pois pode causar paralisia do nervo facial, xeroftalmia e dor facial tardia no pós-operatório (Day *et al.*, 1994).

Seguindo a crista petrosa de um sentido lateral para medial, é possível identificar a eminência arqueada (House, 1963). A eminência arqueada é considerada um marco do aspecto mais superior do canal semicircular superior (CSS), embora, a posição precisa do CSS possa ser de difícil identificação. Situado perpendicularmente à crista do osso petroso, o eixo longitudinal do CSS e o curso do GSPN fazem um ângulo de cerca de 120 graus (House, 1961; Aristegui *et al.*, 1994).

Com a dissecação procedendo medialmente, a dura-máter que cobre V3 e, mais anteriormente, o forame redondo e V2 são elevados. Localizada mais medialmente, a parede lateral do SC e CM são identificadas (Pait *et al.*, 1977; Al-Mefty *et al.*, 2002). O gânglio geniculado está localizado posterior e lateral ao joelho posterior da porção horizontal do segmento petroso da artéria carótida interna (ACI). Medial ao gânglio geniculado, abaixo do assoalho da fossa média e posterior ao joelho da carótida interna, encontra-se a cóclea (House, 1961). Lateralmente ao GSPN e coberto pelo osso da fossa média está a tuba auditiva. Situado superior e medialmente à tuba auditiva, está o músculo tensor do tímpano.

A tuba auditiva e o músculo tensor do tímpano estão localizados quase paralelos ao segmento horizontal da carótida petrosa e separados do canal carotídeo por um septo ósseo (Paullus *et al.*, 1977; Rhoton, 2002a). O canal carotídeo está localizado entre os ossos petroso e esfenoidal e contém a porção horizontal do segmento petroso da artéria carótida interna e fibras simpáticas. Seguir o GSPN é a chave para encontrar o segmento petroso da artéria carótida interna (Isolan *et al.*, 2007). Se necessário, a porção horizontal do segmento petroso da carótida interna pode ser mais exposta com desgaste ósseo da fossa média utilizando uma broca de diamante em alta velocidade (Figura 3).



NT: nervo trigêmeo; GG: gânglio de Gasser; V2: ramo maxilar V3: ramo mandibular; AP: ápice petroso; AMM: artéria meníngea média; asterisco: segmento petroso da artéria carótida interna; GSPN: nervo petroso superficial maior

**Figura 3 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Vista superior da fossa média direita**

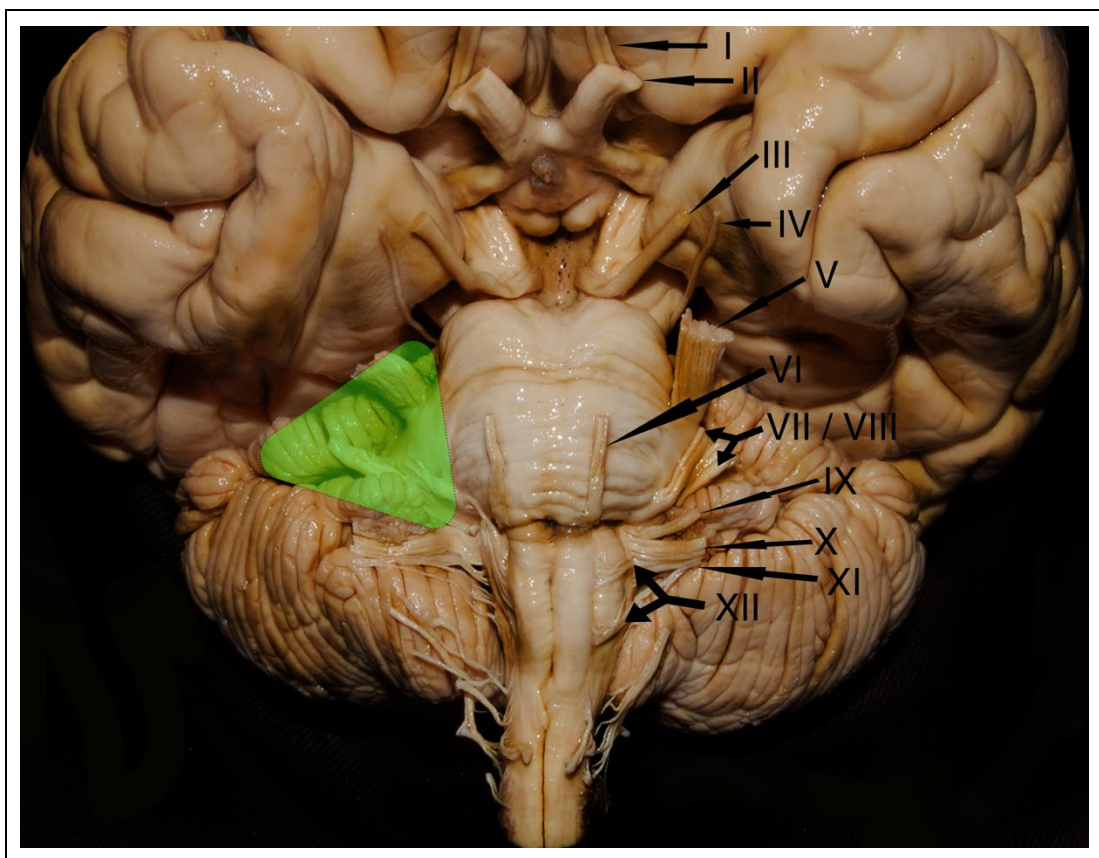
Elevando a dura-máter lateral e posterior a V3, o ápice petroso é identificado (Al-Mefty *et al.*, 2002). Seus limites são a crista do osso petroso medialmente, a margem posterior de V3 anteriormente, nervo petroso superficial maior lateralmente e eminência arqueada posteriormente. Uma linha obtida pela bissetção do ângulo entre o GSPN e eminência arqueada representa a projeção do teto do conduto auditivo interno sobre o assoalho da fossa média. Anteriormente a essa linha está a área pré-meatal, que corresponde ao triângulo posteromedial da fossa média (também chamado de triângulo de Kawase) (Kawase *et al.*, 1985; Al-Mefty *et al.*, 2002; Rhoton, 2002a).

### **3.2.2 Considerações anatômicas sobre a fossa craniana posterior e o ângulo pontocerebelar (APC)**

A fossa posterior ou compartimento infratentorial está localizado entre a tenda do cerebelo superiormente e o forame magno inferiormente. Neste compartimento estão contidos o cerebelo, tronco cerebral, nervos cranianos e estruturas vasculares. O ângulo pontocerebelar é um espaço cisternal em forma de V localizado na fossa posterior, entre os braços superior e inferior da fissura cerebelopontina, formado pela face petrosa do cerebelo, dobrando-se ao redor da ponte e pedúnculo cerebelar médio (Rhoton, 2000a) A parede anterolateral do APC é formada pelos ossos occipital (medialmente) e segmento petroso do osso temporal (lateralmente), incluindo a cavo de Meckel, meato acústico interno, forame jugular e canal do nervo hipoglosso (Rhoton, 2000a; Matsushima, 2015).

A parede posteromedial compreende o tronco encefálico e as raízes dos nervos cranianos, bem como a face petrosa do cerebelo. A fissura cerebelopontina pode ser dividida em dois braços, sendo um superior e contínuo com a fissura cerebelomesencefálica e outro inferior em continuidade com a fissura cerebelobulbar. O flóculo está localizado no nível ou ligeiramente inferior à fissura petrosa, e o plexo coróide que se projeta através do forame de Lushka está localizado inferomedialmente ao flóculo (Rhoton, 2000a). O nervo troclear se origina no tronco encefálico na superfície dorsal do mesencéfalo e segue próximo à incisura tentorial até penetrar no teto do seio cavernoso. O nervo trigêmeo está conectado à ponte por um grande ramo sensorial e uma ou duas pequenas raízes motoras mediais à sensorial, ambos seguindo em direção ao cavo de Meckel. O nervo abducente deixa o tronco encefálico pela porção medial do sulco pontomedular, na base da fissura cerebelomedular (Rhoton, 2000a; Matsushima, 2015).

Os nervos cranianos facial e vestibulococlear surgem da extremidade lateral do sulco pontobulbar imediatamente rostral ao forame de Luschka, ligeiramente separados, e ambos entram no meato acústico interno como um único complexo nervoso (Samii e Gerganov, 2013). Os nervos glossofaríngeo, vago e acessório deixam o tronco cerebral do sulco retro-olivar, e seguem em direção ao forame jugular (Samii e Gerganov, 2013, Matsushima, 2015) (Figura 4).



I: nervo olfatório; II: nervo óptico; III: nervo oculomotor; IV: nervo troclear; V: nervo trigêmeo; VI: nervo abducente; VII: nervo facial; VIII: nervo vestibulococlear; IX: nervo glossofaríngeo; X: nervo vago; XI: nervo acessório; XII: nervo hipoglosso; área verde: região correspondente ao ângulo pontocerebelar do lado direito  
Fotografia gentilmente cedida pelo Dr. Paulo A. S. Kadri.

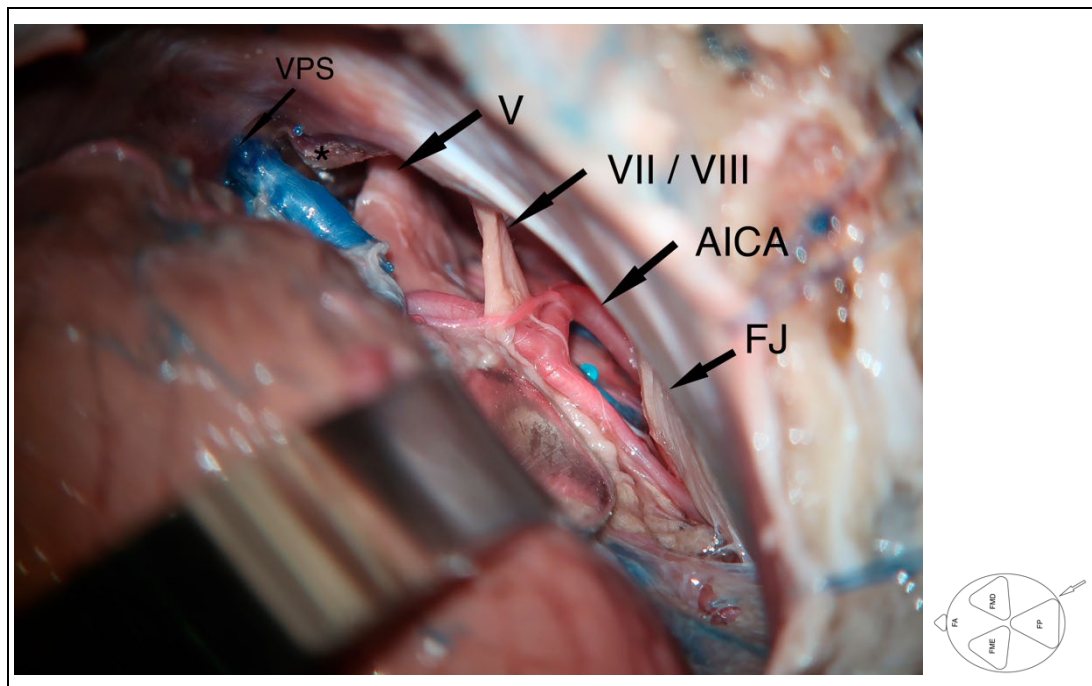
**Figura 4 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Vista inferior do encéfalo evidenciando os nervos cranianos e a região correspondente ao ângulo pontocerebelar**

A artéria cerebelar superior emerge do segmento distal da artéria basilar e contorna o mesencéfalo entre os nervos troclear e trigêmeo formando uma alça convexa para baixo próximo ao nervo trigêmeo (Rhoton, 2000a). A artéria cerebelar anteroinferior surge da artéria basilar proximal, em proximidade com o nervo abducente em seu ponto de saída, e se estende ao redor da ponte inferiormente e do flóculo lateralmente, próximo ao meato acústico interno. A artéria cerebelar posteroinferior, ramo da artéria vertebral, frequentemente faz contato com radículas do nervo hipoglosso imediatamente após deixar o seu vaso parental, e ao correr em direção à fissura cerebelomedular, passa entre os nervos glossofaríngeo e acessório medialmente ao forame jugular (Rhoton, 2000a; Samii e Gerganov, 2013; Matsushima, 2015).

As veias da fossa posterior podem ser divididas em três grupos baseados em seus padrões de drenagem: grupo galênico, drenando para a veia de Galeno; grupo petroso, que drena para o seio petroso superior; grupo tentorial, que compreende as veias que drenam para seios da face suboccipital do cerebelo à tórcula (Rhoton, 2000a). Existem várias veias em ponte conectando as veias sobre as estruturas neurais em direção a esses sistemas de drenagem, no entanto, as mais frequentemente envolvidas durante a abordagem retrosigmoidéa são as veias do grupo petroso superior (Rhoton, 2000a e 2000b).

A parte da superfície posterior do osso temporal que forma a margem superior do meato acústico interno é local de uma proeminência chamada de tubérculo suprameatal. É a elevação óssea mais proeminente nas margens do meato acústico interno, e sua posição bloqueia significativamente o acesso cirúrgico à margem lateral do nervo trigêmeo e ao clivus abaixo e medialmente ao nervo quando se emprega uma abordagem retrosigmoidéa (Seoane e Rhoton, 1999) (Figura 5).



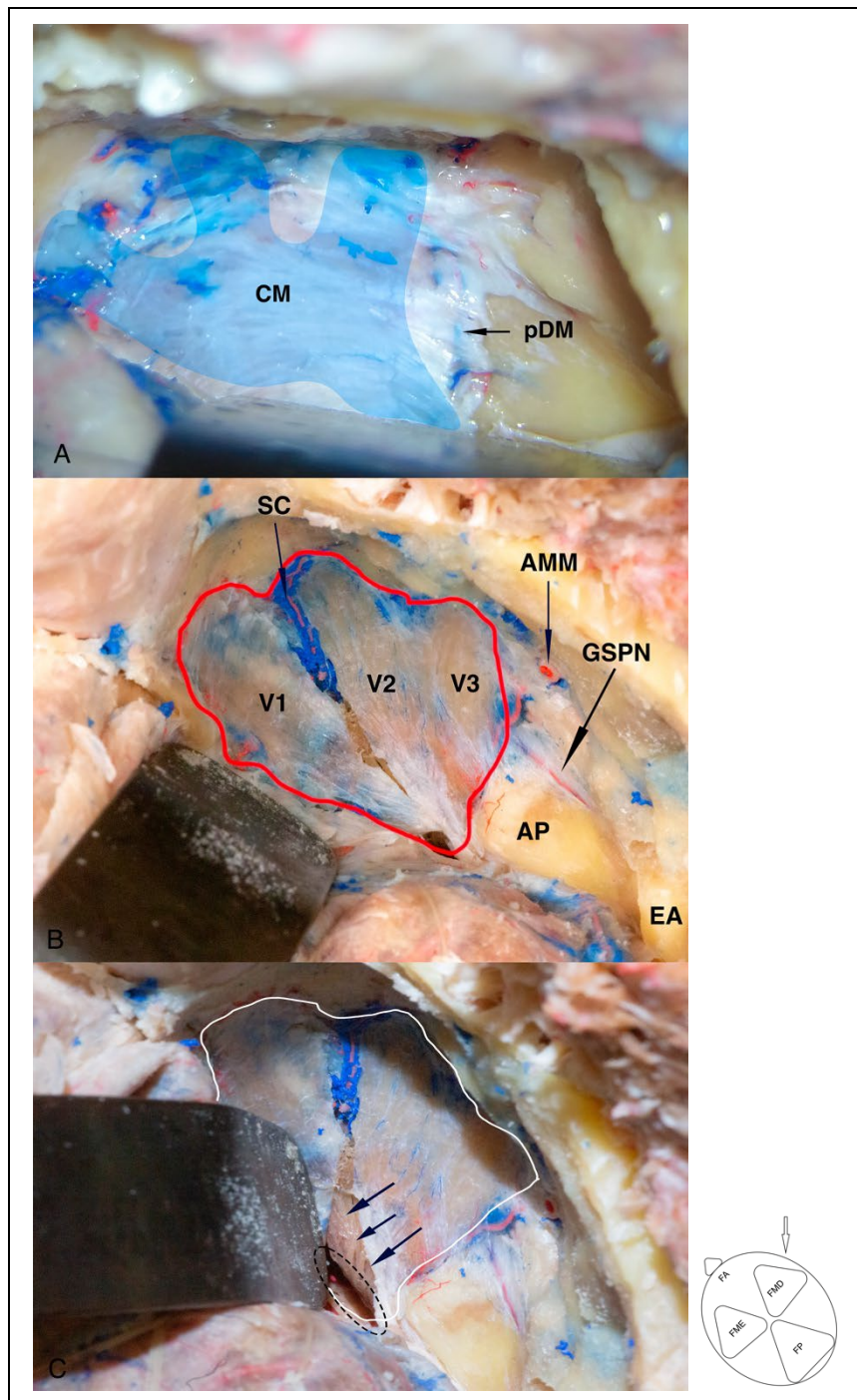


VPS: veia petrosa superior; asterisco: tubérculo suprameatal; AICA: artéria cerebelar ântero-inferior; V: nervo trigêmeo; asterisco: tubérculo suprameatal; VII / VIII: complexo dos nervos facial e vestibulococlear; FJ: forame jugular com seus respectivos nervos cranianos

**Figura 5 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Vista posterior, com a cabeça em decúbito lateral esquerdo, das estruturas do ângulo pontocerebelar e forame jugular à direita**

### 3.2.3 Considerações anatômicas sobre o nervo trigêmeo e cavo de Meckel

O nervo trigeminal se origina no tronco encefálico, entre a superfície convexa da ponte e a origem do pedúnculo cerebelar médio, se dirige anteriormente e adentra a fossa média ao atravessar sob o tentório e sobre o ápice petroso, formando o GG no cavo de Meckel. O GG então se divide em três ramos; o primeiro (ramo oftálmico ou V1) e o segundo (ramo maxilar ou V2) participam da formação da parede lateral do seio cavernoso, enquanto a terceira divisão (ramo mandibular ou V3) tem um curso intracraniano curto, deixando a cavidade craniana através do forame oval (Kehrli *et al.*, 1997; Seoane e Rhoton, 1999; Rhoton, 2002b). Conforme o NT viaja sobre o ápice petroso, ele é coberto por uma bainha de dura-máter e aracnóide que formam o cavo de Meckel (Rhoton, 2002b, Muto *et al.*, 2010) (Figura 6).



pDM: dura-máter periosteal; CM: cavo de Meckel; área azul: região correspondente ao cavo de Meckel

pDM: dura-máter periosteal; CM: cavo de Meckel; área azul: região correspondente ao cavo de Meckel; V1: ramo oftálmico; V2: ramo maxilar; V3: ramo mandibular; SC: seio cavernoso; AMM: artéria meníngea média; GSPN: nervo petroso superficial maior; AP: ápice petroso; EA: eminência arqueada; linha vermelha: área correspondente ao cavo de Meckel.

**Figura 6 -** Dissecção anatômica em espécime cadavérico. **A.** Vista superior da fossa média direita. **B.** Após remoção de parte da dura-máter periosteal é possível identificar as estruturas da fossa média. **C.** Removendo a dura-máter sobre o tecido nervoso podendo desta maneira identificar o gânglio de Gasser (setas) e o poro trigeminal (área pontilhada)

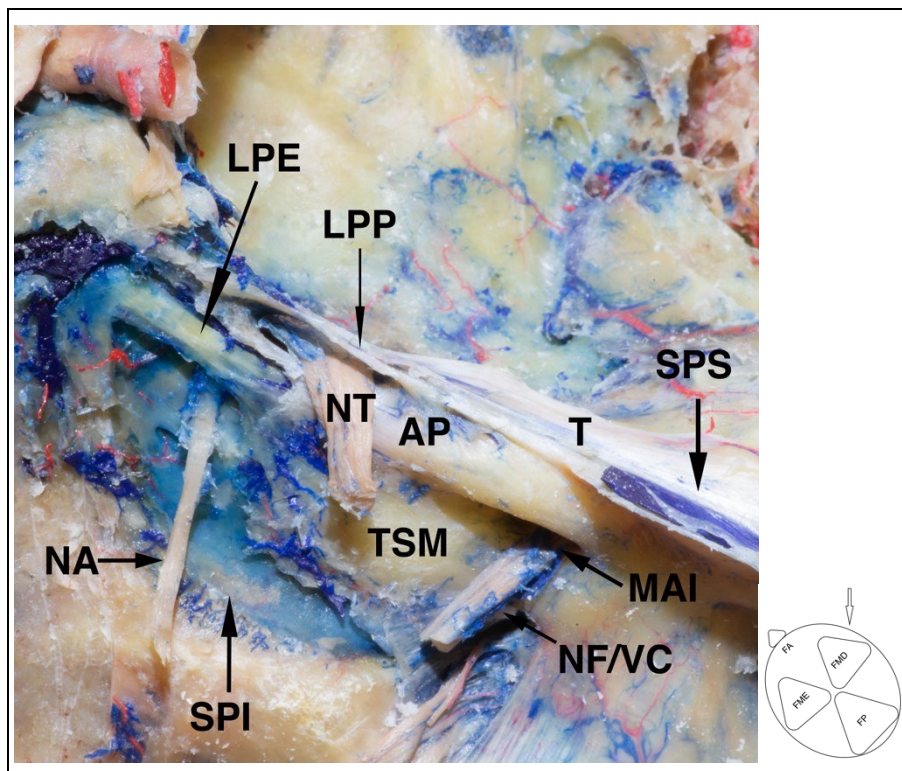
O cavo de Meckel é uma bolsa semelhante a uma fenda dural formada pela dura-própria (cerebral) da fossa posterior e as duas camadas da dura-máter periosteal da fossa média. A camada externa da dura-máter periosteal continua como a parede lateral do GG e seio cavernoso, enquanto a camada interna da dura-máter periosteal continua medialmente e forma a camada dural inferior do GG e a parede medial do seio cavernoso (Kehrli *et al.*, 1997; Rhoton, 2002b). Devido a essa deflexão da dura-máter da fossa posterior por baixo da dura-máter da fossa média, um plano de clivagem é formado entre essas duas camadas.

Esse plano é a base anatômica para o acesso extradural ao CM (Al-Mefty *et al.*, 2002). Há um grande espaço subaracnoideo sobre o gânglio de Gasser no CM contendo líquido cefalorraquidiano, que constitui a cisterna trigeminal, onde o líquido cefalorraquidiano (LCR) é absorvido no sistema venoso. As camadas durais podem ser facilmente separadas do GG devido a esse espaço subaracnoideo (Ziyal *et al.*, 1998; Al-Mefty Ayoubi *et al.*, 2002). O seio petroso superior atravessa as camadas da dura-máter e o seio petroso inferior cursa inferiormente à raiz do NT em sua entrada na CM. O segmento pré-cavernoso da artéria carótida interna está localizado posteromedialmente ao gânglio de Gasser e, em aproximadamente dois terços dos casos, o assoalho ósseo da fossa média é incompleto de forma que não há divisão óssea entre essas duas estruturas (Rhoton, 2002b).

A raiz do NT corresponde ao seu segmento intradural, enquanto o GG, V1, V2 e V3 representam seus segmentos interdurais. O gânglio e V3 são extracavernosos, enquanto V1 e V2 são intracavernosos (Rhoton, 2002b). A abertura oval conhecida com “boca” ou óstio do cavo de Meckel encontra-se logo inferiormente ao seio petroso superior (Al-Mefty *et al.*, 2002). Esse orifício é coberto

por duas dobras (ou ligamentos) durais espessas: a dobra petroclival e a dobra petroclinoideá (ou ligamento petroclinoideo posterior, que é continuação do tentório).

Os dois terços inferiores da parede são formados pelo ligamento petrolingual, o qual separa o CM do segmento vertical posterior da artéria carótida interna intracavernosa. O ligamento petrolingual é contínuo com o perióstio do canal carotídeo, que se estende da língula do osso esfenoide anteriormente ao ápice petroso posteriormente (Ziyal *et al.*, 1998). Anterior ao ligamento petro-esfenoidal (ligamento de Gruber), o nervo abducente percorre os aspectos posterior e lateral do segmento vertical da ACI intracavernosa, junto com a parede lateral do CM (Umansky *et al.*, 1991) (Figura 7).



NT: nervo trigêmeo; LPP: ligamento petroclinoideo posterior; NA: nervo abducente; LPE: ligamento petro-esfenoidal; MAI: meato acústico interno; NF/VC: complexo dos nervos facial e vestibulococlear; AP: ápice petroso; SPS: seio petroso superior; SPI: seio petroso inferior; T: tentório

**Figura 7 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Vista superior das fossas média e posterior à direita**

### 3.3 Considerações sobre os acessos cirúrgicos estudados

#### 3.3.1 Acesso intradural suboccipital retrossigmoideo e remoção do tubérculo suprameatal

A primeira descrição de um acesso unilateral ao ângulo pontocerebelar pertence a Fedor Krauze e data de 1903 (Krauze, 1903). Desde então, modificações feitas por Cushing (1917), Seiffert (1937), Dandy (1934), House (1964) e Fisch (1976), trouxeram a forma atual de como essa técnica é realizada.

O acesso intradural suboccipital retrossigmoideo é um acesso amplamente utilizado para tratamento cirúrgico de lesões na região do APC. A identificação imediata das cisternas da fossa posterior facilita a drenagem precoce de LCR e o consequente relaxamento do cerebelo, proporcionando um amplo corredor cirúrgico. O centro desse acesso cirúrgico são os nervos cranianos facial e vestibulococlear. Na região superior do campo cirúrgico é possível identificar o nervo trigêmeo, desde sua origem até sua entrada no poro trigeminal.

Em 1983, uma modificação desse acesso foi introduzida por Samii *et al.* (2000), para tratar lesões da região petroclival. Este acesso inclui uma craniotomia suboccipital retrosigmoidéa associada à remoção intradural da protuberância óssea localizada acima e anterior ao meato acústico interno, que envolve a área suprameatal e a porção posterior do ápice petroso, localizado abaixo e lateral à cavidade trigeminal (Figura 3). Essa protuberância é conhecida como TSM. Essa manobra permite uma abertura mais ampla do CM, com aumento da exposição e mobilização do NT e acesso à fossa média. Essa técnica é chamada de “abordagem suprameatal intradural retrosigmoidéa” (RISA) (do inglês *retrosigmoid intradural suprameatal approach*) (Samii *et al.*, 2000).

Cheung *et al.* (1995) descreveram a aplicação dessa técnica para ressecção de schwannomas do nervo trigêmeo que ocupavam as fossas média e posterior. Schwannomas trigeminais em forma de halter usualmente expandem o osso ao redor do cavo de Meckel, criando um espaço natural entre as fossas média e posterior que pode ser acessado pelo RISA (Samii *et al.*, 2000). A principal vantagem desse acesso, segundo seus defensores, é a ausência de interação com o lobo temporal (Kassam *et al.*, 2009).

No entanto, através da via retrosigmoidéa, os nervos cranianos ficam usualmente superficiais ou dorsais à lesão, sendo que todo trabalho de perfuração óssea e dissecação tumoral é realizado por corredores estreitos. Riscos que são comuns aos acessos posterolaterais incluem lesão de nervos cranianos, riscos relacionados ao cerebelo e tronco encefálico, risco de infarto venoso relacionado à lesão da veia petrosa superior e seios petrosos (Seoane e Rhoton, 1999; Samii *et al.*, 2000; Kassam *et al.*, 2009).

### **3.3.2 Acesso extradural trans-zigomático via fossa média e petrosectomia anterior**

O acesso extradural pela fossa média foi descrita pela primeira vez por Parry, em 1904, para secção do nervo vestibular. No entanto, foi na década de 1960 que William House aperfeiçoou e popularizou esse acesso para descompressão do canal auditivo interno em casos graves de otosclerose (House, 1961). No mesmo período, House e Hitselberger (1964) introduziram os acessos translabirínticos e fossa média extradural para remoção de schwannomas do nervo vestibular, incorporando na prática cirúrgica o uso do microscópio.

Inicialmente se tratava de uma abordagem reduzida, sendo realizada uma craniotomia na porção escamosa do osso temporal seguida de abertura do teto do canal auditivo interno (House, 1961). Com o desenvolvimento das técnicas para acesso à base do crânio, modificações ao modelo anterior foram feitas com o objetivo de otimizar a exposição cirúrgica à outras estruturas da base do crânio (Dolenc, 1985; Kawase *et al.*, 1985; Hakuba *et al.*, 1988; MacDonald *et al.*, 1998; Cho e Al-Mefty, 2002; Liu *et al.*, 2006; Aoyagi *et al.*, 2013). Day *et al.* (1994), Dolenc (1994) e Yoshida e Kawase (1999) descreveram nas décadas seguintes o uso das abordagens extradurais para diversas doenças da base do crânio. Yoshida e Kawase (1999) também enfatizaram a eficácia dessas técnicas, como o acesso transpetroso anterior, zigomático ou orbitozigomático infratemporal, e zigomático transpetroso, para a remoção de schwannomas do nervo trigêmeo.

A secção do arco zigomático e seu deslocamento inferior permitem que o músculo temporal, que ocupa a parte mais basal do campo cirúrgico, possa ser mobilizado através do novo espaço criado, assim permitindo uma maior proximidade do cirurgião com a base do crânio na fossa média (Al-Mefty e Anand, 1990, Kadri e Al-Mefty, 2004) A incorporação da osteotomia do arco zigomático aos acessos a base do crânio foi amplamente descrita, com inúmeras variações de acordo com a região cirúrgica de interesse (Fujitsu e Kuwabara, 1985; Pitelli *et al.*, 1986; Neil-Dwyer *et al.*, 1988; Al-Mefty e Anand, 1990; Uttley *et al.*, 1991; Ammirati *et al.*, 1992; Honeybul *et al.*, 1997; Terasaka *et al.*, 1999; Deda e Ugur, 2001; Sindou *et al.*, 2001; Campero *et al.*, 2010). Sua inclusão como complemento a abordagem fronto-temporo-esfenoidal tradicional (pterional) consta na literatura neurocirúrgica dos anos 1980 como uma ferramenta importante para otimizar o acesso às estruturas da cisterna interpeduncular (Fujitsu e Kuwabara, 1985; Pitelli *et al.*, 1986; Neil-Dwyer *et al.*, 1988).



O ápice petroso, localizado no triângulo posteromedial da fossa média (ou triângulo de Kawase), é uma protuberância óssea localizada na porção mais medial da parte petrosa do osso temporal, também conhecido como rochedo. Seu conteúdo é, na maioria das vezes, osso esponjoso, sendo apenas circundado por estruturas neurovasculares (Rhoton, 2002a). A remoção do ápice petroso foi inicialmente descrita por Kawase *et al.* (1985) para o tratamento microcirúrgico de aneurismas da artéria basilar. Em 1988, Hakuba *et al.* publicaram sua experiência com esse acesso, com algumas modificações, para o tratamento de meningiomas do clivus. Posteriormente, em 1991, Kawase *et al.* descreveram sua aplicação para meningiomas da região petroclival.

Essa técnica, também conhecida como petrosectomia anterior, permite o acesso à fossa posterior através da fossa média (Kawase *et al.*, 1985). Após a remoção dessa estrutura óssea, a dura-máter da fossa posterior é identificada, aberta, e a tenda do cerebelo cortada, comunicando o espaço extradural da fossa média com o intradural da fossa posterior (Al-Mefty *et al.*, 2002). Esse acesso recebe o nome de trans-zigomático via fossa média com petrosectomia anterior. Posteriormente, alguns autores reportaram suas principais vantagens em relação à craniotomia pterional como sendo a exposição completa da dura-máter da porção lateral do lobo temporal, e o maior acesso ao assoalho e parede anterior da fossa média, obtidos pela maior mobilização inferior do músculo temporal (Honeybul *et al.*, 1997; Terasaka *et al.*, 1999; Campero *et al.*, 2010). No entanto, apresentam algumas desvantagens, incluindo a necessidade de retração lobo temporal, ainda que menor, além dos riscos de lesão das estruturas do ouvido médio e da ACI (Hitselberger *et al.*, 1993; Goel, 1995; Sanna *et al.*, 2007; Kassam *et al.*, 2009).



## **4 MÉTODOS**

Esse estudo foi realizado no Laboratório de Base do Crânio do *Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School* (Boston, EUA) entre março e maio de 2017, com aprovação do Comitê de Ética dessa instituição (*IRB - Institutional Review Board*) e da Coordenadoria de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (CEP-FMUSP) (Anexo A). Os espécimes foram preparados para dissecação pelo Departamento de Anatomia da *University of Maryland School of Medicine* (Baltimore, EUA) (Figura 8).



**Figura 8 - Imagem do Laboratório de Base do Crânio do *Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School* (Boston, EUA)**

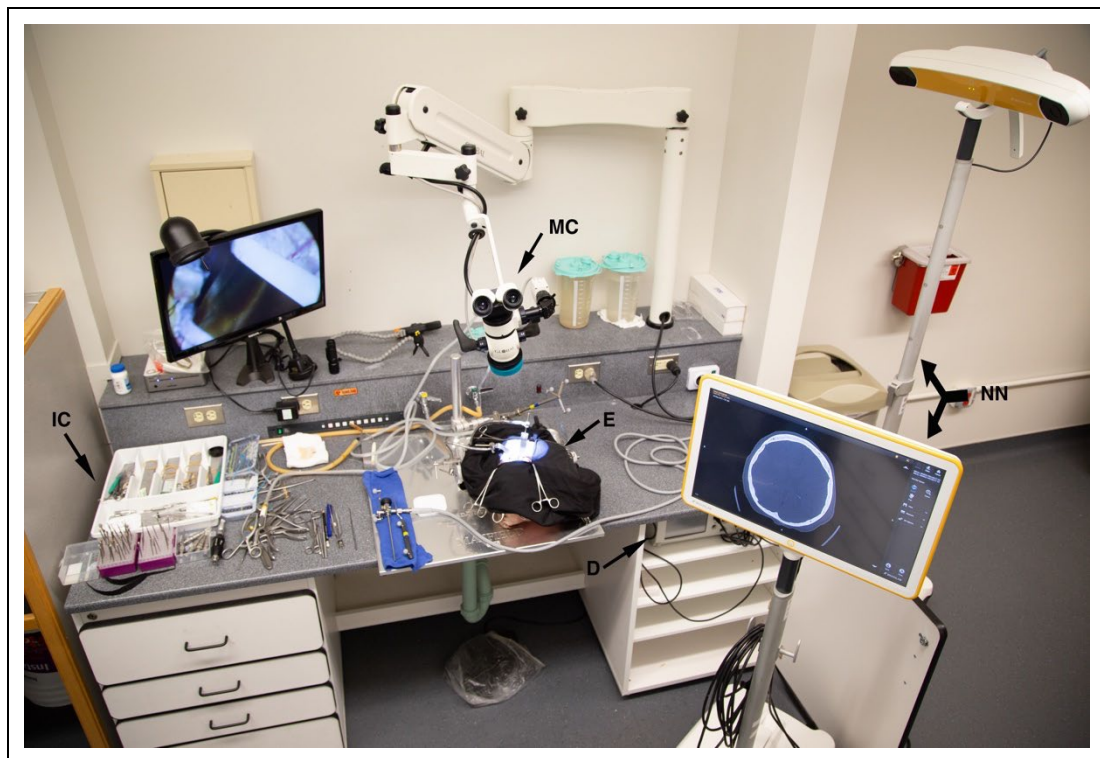
## 4.1 Espécimes cadavéricos

Foram utilizadas cinco cabeças de cadáver adultos caucasianos fixadas em formol, injetadas com silicone vermelho e azul para preenchimento dos compartimentos arterial e venoso, respectivamente. Os espécimes foram disponibilizados pelo Departamento de Anatomia da Universidade de Maryland (Maryland, EUA). Cada espécime foi submetido à tomografia computadorizada (TC) de alta resolução (cortes de 0,6 mm) antes da dissecação anatômicas dos mesmos. As imagens obtidas foram registradas em aparelho de neuronavegação. Em cada cabeça, foi realizado um acesso ISORS de um lado e um acesso ETZFM do outro, de maneira que um acesso não influencie na realização do outro. Após a coleta de dados obtidos através desses acessos, foram então acrescentados a remoção do TSM no ISORS e do AP no ETZFM, sendo realizada nova coleta de dados. No total foram realizados 20 acessos cirúrgicos: cinco ISOSR, cinco RISA, cinco ETZFM e cinco ETZFM-AP.

## 4.2 Padronização dos acessos

### 4.2.1 Generalidades

Para a realização dos acessos cirúrgicos, as cabeças foram posicionadas simulando a posição cirúrgica para cada abordagem, considerando a preferência do autor e as descrições clássicas, sendo então estabilizadas em aparelho de fixação de três pinos (Mayfield®, Integra LifeSciences, Saint Priest, França). Após a fixação dos espécimes, o instrumento para neuronavegação era registrado (Kick®, Brainlab, Munique, Alemanha). As disseções foram realizadas com instrumentos cirúrgicos e microcirúrgicos tradicionais (Aesculap, Tuttlingen, Alemanha) e *drills* elétricos de alta rotação (Stryker, Kalamazoo, EUA) (Figura 9).



IC: instrumento cirúrgicos; E: espécime; MC: microscópio cirúrgico; D: motor do *drill* de alta rotação; NN: neuronavegador

**Figura 9 - Bancada do laboratório onde foi conduzido o estudo**

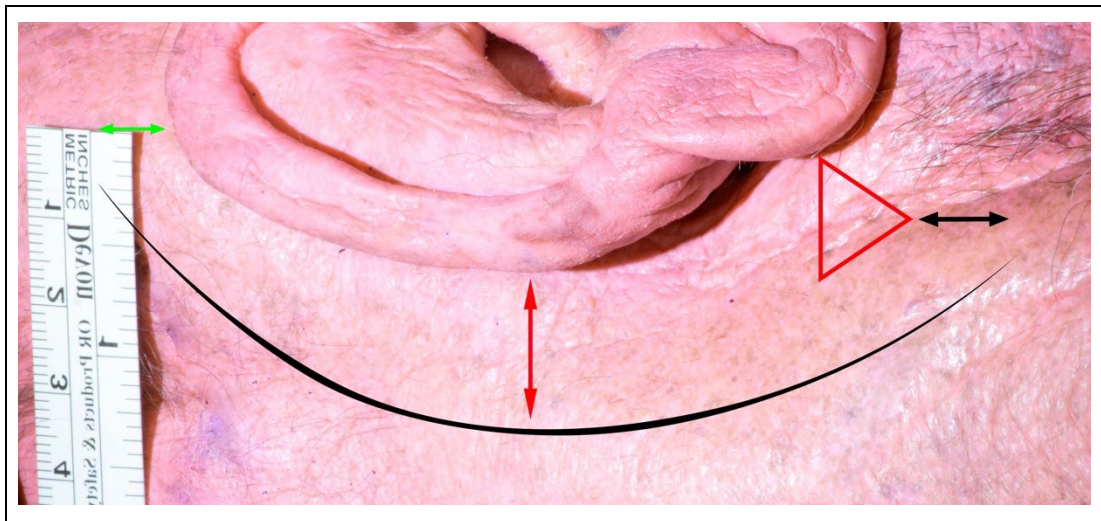
### **4.3 Acesso intradural suboccipital retrossigmoideo**

#### **4.3.1 Posicionamento cirúrgico**

A cabeça foi posicionada simulando o decúbito dorsal lateral, em rotação para o lado oposto à região acessada em 90 graus (paralela à mesa cirúrgica) e fixada ao suporte.

#### **4.3.2 Incisão cutânea**

Foi realizada incisão cutânea em plano único, se iniciando 2,0 cm atrás da orelha externa, aproximadamente na altura da pina, seguindo inferiormente de maneira curvilínea, terminando cerca de 1,0 cm abaixo da ponta do processo mastoideo. Em seguida realizada dissecação subperiosteal (Figura 10).

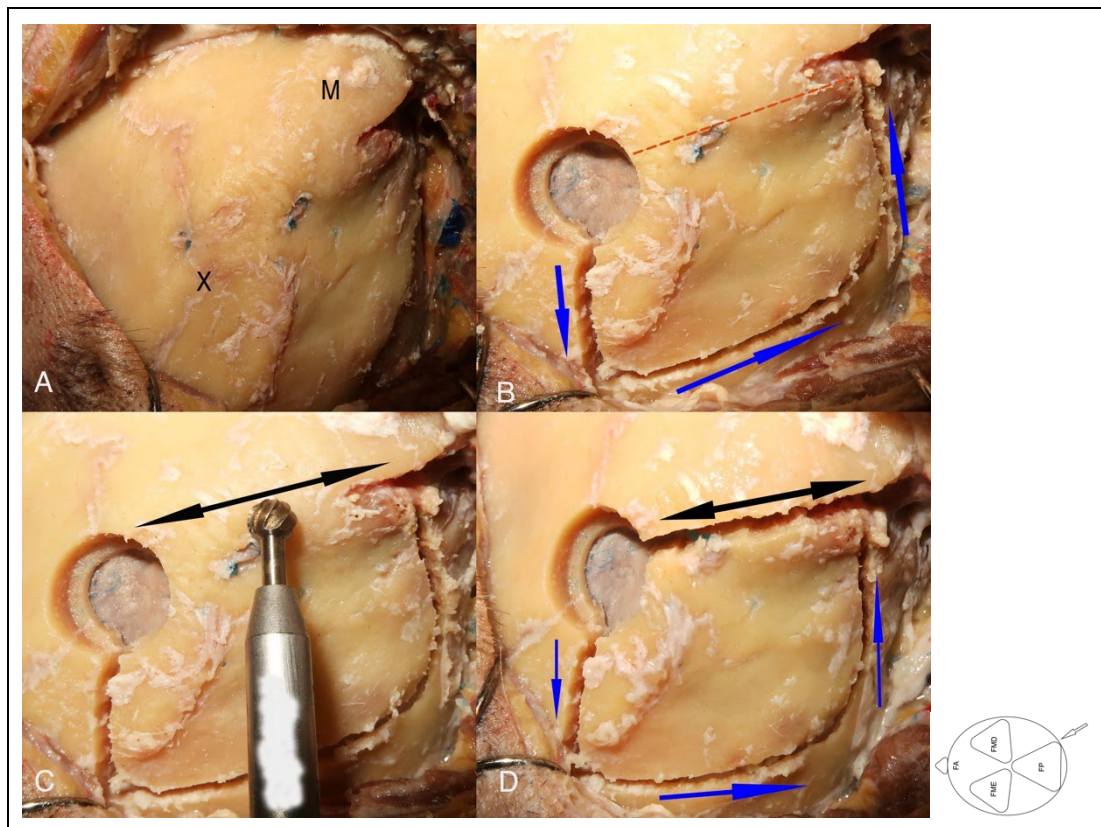


**Figura 10** - Espécime em posição lateral mostrando local de incisão cirúrgica e suas relações anatômicas à direita. Linha preta: local de incisão; seta vermelha: distância entre a orelha externa e a incisão; seta verde: distância entre a pina e o ponto mais superior da incisão; triângulo vermelho: representação da ponta do processo mastoideo; seta preta; distância entre a ponta do processo mastoideo e a porção mais inferior da incisão

### 4.3.3 Craniotomia

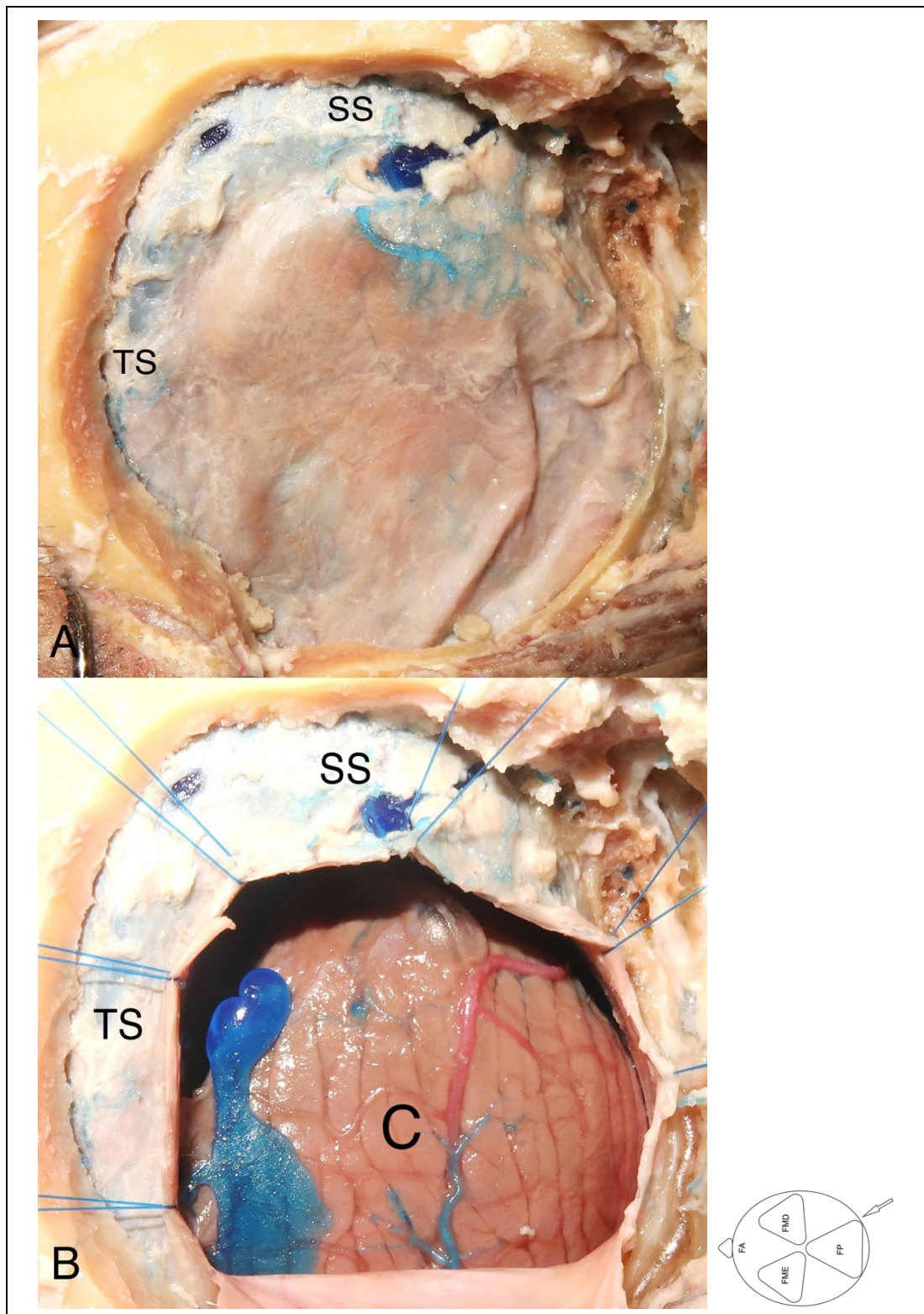
O orifício de trepanação inicial foi realizado no *asterion*, ponto que representa o encontro das suturas lambdoide, escamosa e occipito-mastoidea. Em seguida, a osteotomia se estende 3,0 cm posteriormente, curvando-se inferiormente, onde segue por 4,0 cm antes de se curvar anteriormente, terminando paralelo ao orifício inicial. Um segundo orifício de trepanação pode ser realizado na extremidade oposta ao inicial para evitar lesões durante a dissecação da dura-máter. O segmento ósseo remanescente é removido com broca para evitar lesões ao seio sigmoideo. Uma craniotomia suboccipital retrosigmoidéa assim foi criada, expondo-se parcialmente os seios sigmoide e transversos (Figuras 11 e 12).





M: processo mastoideo; X: *asterion*.

**Figura 11 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. A.** Espécime em posição lateral esquerda, mostrando local do orifício inicial no asterion (X) e suas relações anatômicas à direita. **B.** Trepanação inicial e osteotomia inicial. **C.** drill e broca de desgaste usados para completar a craniotomia. **D.** aspecto final da craniotomia. Setas azuis: sentido da osteotomia realizada com craniótomo; linha pontilhada vermelha: segmento ósseo removido com *drill* de alta rotação e broca de desgaste seta preta: segmento removido com broca de desgaste e aspecto final da craniotomia



SS: seio sigmoideo; TS: seio transversos

**Figura 12** - Dissecção anatômica em espécime cadavérico em posição lateral esquerda. A. Após a realização da craniotomia e remoção do *flap* ósseo onde pode ser observada a dura-máter da fossa posterior. B. Após a realização da durotomia pode-se identificar o cerebelo (C)

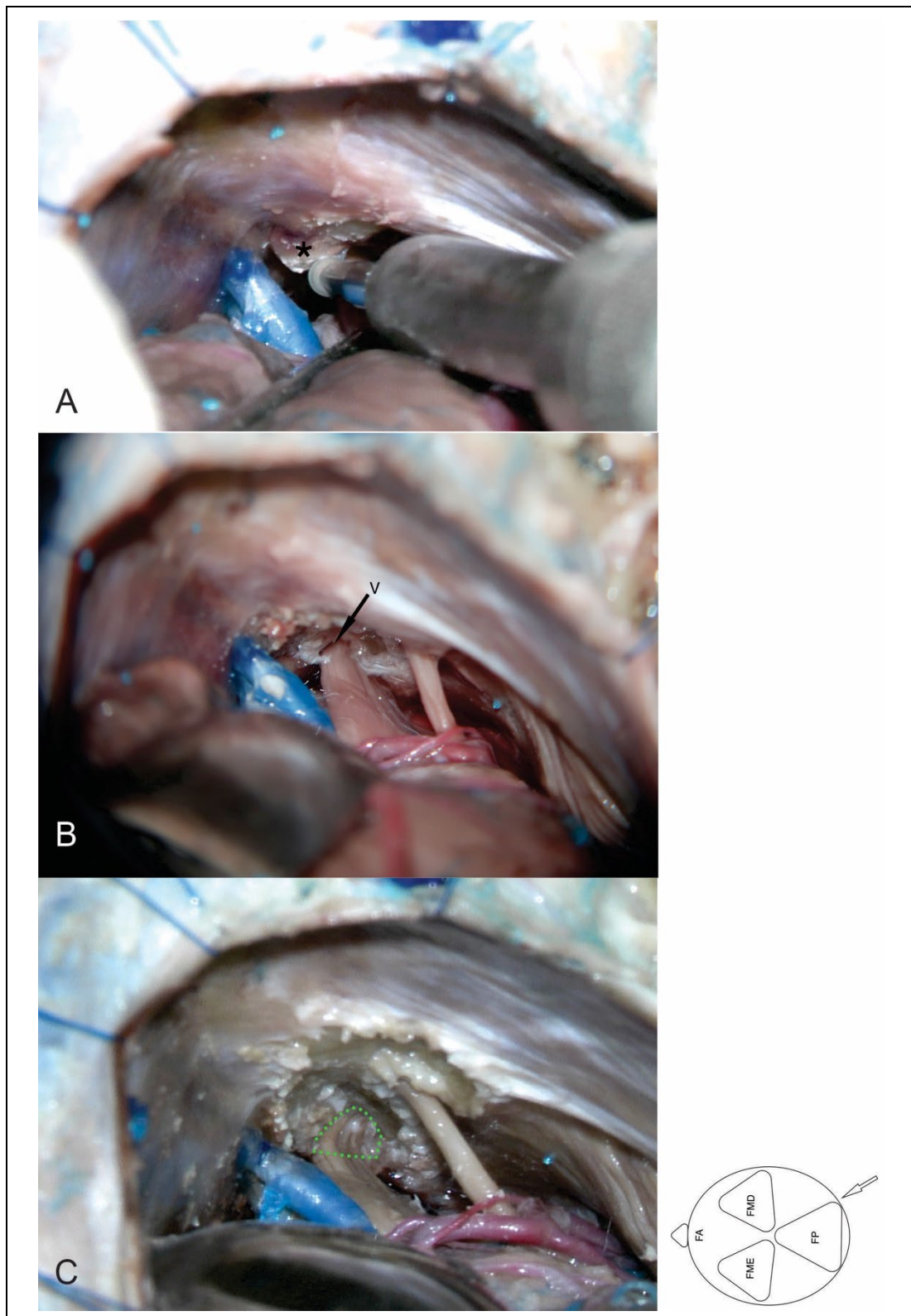
#### **4.3.4 Durotomia**

Uma durotomia em forma de C foi executada medialmente ao seio sigmoideo e inferior ao seio transverso. A superfície petrosa do hemisfério cerebelar foi retraída em relação à parte petrosa do osso temporal, de forma a criar um espaço de aproximadamente 1,5 cm entre ambas as estruturas, tendo como referência estudos previamente publicados. A aracnoide da cisterna cerebelobulbar lateral foi identificada e aberta. Os nervos cranianos trigêmeo, vestibulococlear, facial, glossofaríngeo, vago e acessório foram expostos.

#### **4.3.5 Remoção do tubérculo suprameatal**

Com uso do microscópio cirúrgico, o TSM é identificado na face petrosa do osso temporal, imediatamente superior ao meato acústico interno. Sua remoção é realizada com *drill* de alta rotação, respeitando seus limites: lateralmente os canais semicirculares superior e posterior, e anteriormente a artéria carótida interna (Figura 13).





**Figura 13 -** Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime em posição lateral esquerda. Visão cirúrgica do lado direito. A. Manobra para remoção do tubérculo supraorbital (asterisco). B. Porção do nervo trigêmeo (V) exposta pela remoção parcial do tubérculo supraorbital. C. Exposição final obtida após a remoção de todo tubérculo supraorbital evidenciando a porção central medial do gânglio de Gasser (área pontilhada)

#### **4.4 Acesso extradural trans-zigomático via fossa média**

##### **4.4.1 Posição cirúrgica**

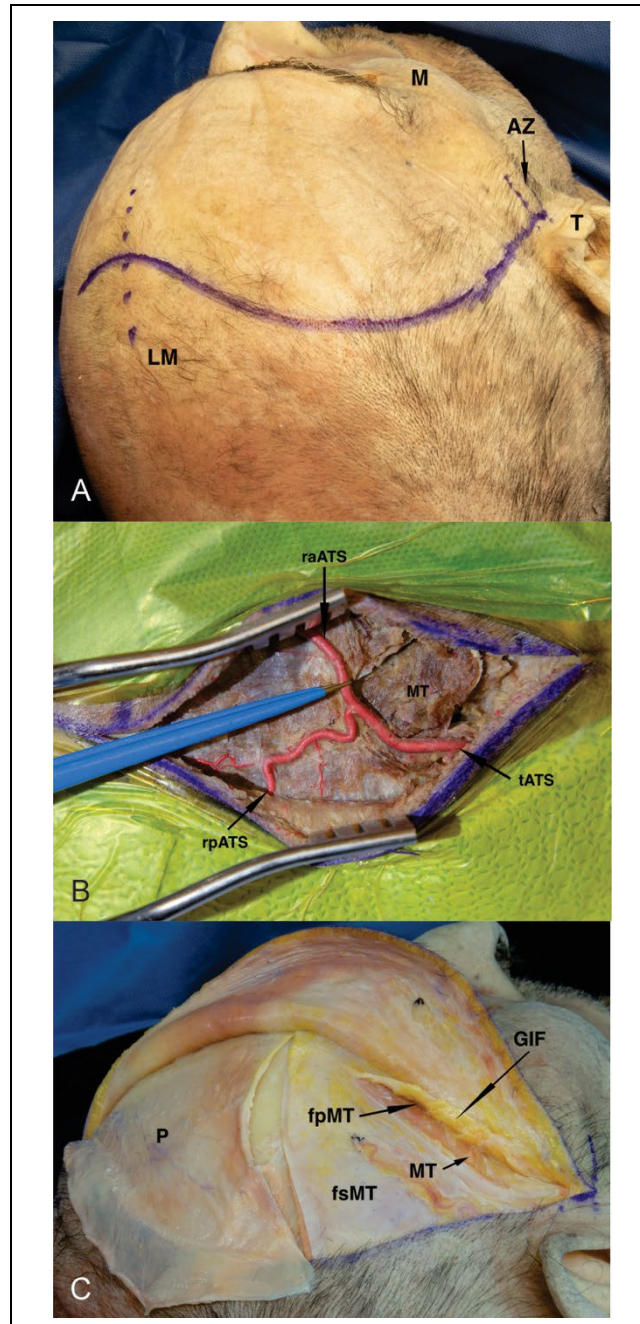
A cabeça foi posicionada simulando o decúbito dorsal, em rotação para o lado oposto ao acesso cerca de 30 graus e defletida até que a região malar fosse o ponto mais alto. Essa manobra alivia a pressão do lobo temporal sobre a fossa média e facilita o acesso cirúrgico extradural. Na prática clínica, a angulação da cabeça pode variar dependendo da localização e extensão da lesão a ser operada.

##### **4.4.2 Incisão cutânea**

Incisão cutânea pré-auricular foi iniciada 1,0 cm ventralmente ao trago, estendendo-se e curvando-se superior e anteriormente por trás da linha frontal de implantação capilar, até a linha mediana. A artéria temporal superficial pode ser identificada e deve ser preservada. Após a dissecação do tecido subcutâneo contra a gálea, o retalho do couro cabeludo é rebatido anteriormente, deixando um tecido areolar espesso com uma camada de pericrânio aderido ao crânio. O ramo anterior da artéria temporal superficial pode ser seccionado distalmente e refletido com o retalho do couro cabeludo.

Para preservar os ramos frontais do nervo facial, uma incisão de 1 a 2 cm de comprimento foi feita através das camadas superficial e profunda da fáscia temporal. As lâminas da tesoura foram posicionadas sob a fáscia temporal profunda e sobre a fáscia temporal superficial, sendo então realizada secção delas até exposição das fibras musculares. A dissecação subfascial foi feita em um curso paralelo ao arco zigomático e direcionada para a raiz posterior do zigoma. Essas camadas foram então dissecadas ao longo do arco zigomático e da rima orbital lateral de maneira

subperiosteal e mobilizadas anteriormente, sendo expostas as fibras do músculo temporal (Figura 14).

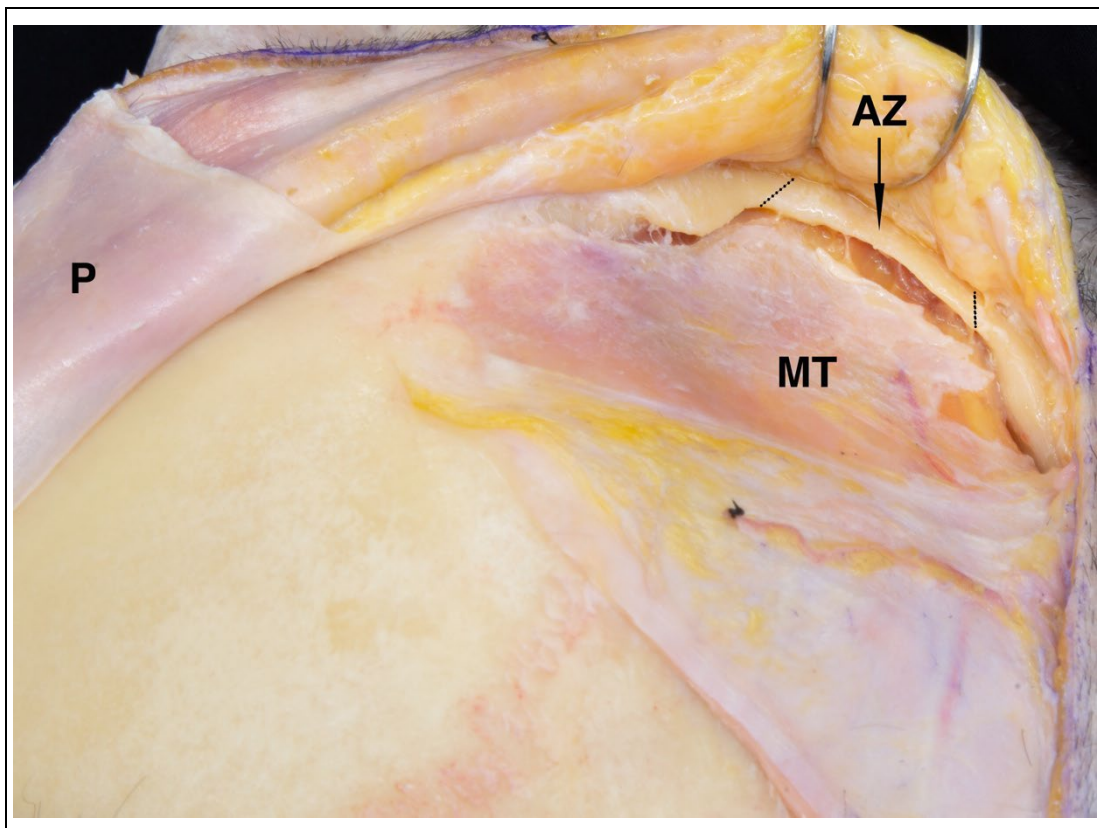


M: malar; AZ; arco zigomático; T: trago; LM: linha mediana; MT: músculo temporal; tATS: tronco da artéria temporal superficial; rpATS: ramo posterior da artéria temporal superficial; raATS: ramo anterior da artéria temporal superficial; P: pericrânio; fsMT: fâscia superficial do músculo temporal; fpMT: fâscia profunda do músculo temporal; GIF: gordura interfascial

**Figura 14 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. A. Trajetória da incisão cirúrgica e suas relações anatômicas. B. Artéria temporal superficial. C. Dissecção do pericrânio e músculo temporal**

#### 4.4.3 Osteotomia e mobilização do arco zigomático

A osteotomia foi feita com dois cortes oblíquos, fornecendo um retalho ósseo limitado anteriormente pela eminência malar e posteriormente pela raiz do zigoma. O músculo masseter é mantido em sua inserção anatômica, dessa forma, o arco zigomático é mobilizado inferiormente (Figura 15).



P: pericrânio; MT: músculo temporal; AZ: arco zigomático; linhas pontilhadas: local da secção do arco zigomático

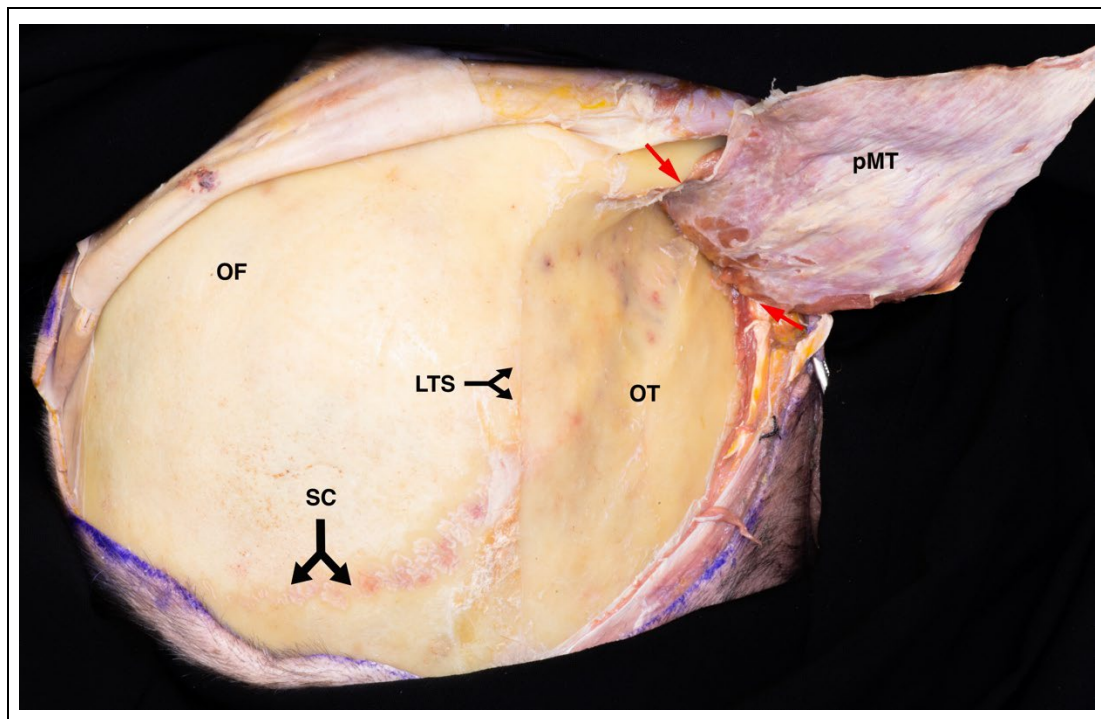
**Figura 15 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Osteotomia do arco zigomático a direita**

#### 4.4.4 Dissecção e mobilização do músculo temporal

Para mobilizar o músculo temporal foi utilizada a técnica de dissecção retrógrada subperiosteal, a fim de preservar as artérias temporais profundas e os nervos (Kadri e Al-Mefty, 2004). A dissecção é iniciada na raiz posterior do zigoma



e realizada na direção de inferior para superior e de posterior para anterior. O músculo é completamente desinserido da linha temporal superior e mobilizado inferiormente, passando pelo espaço criado pela mobilização do arco zigomático (Figura 16).

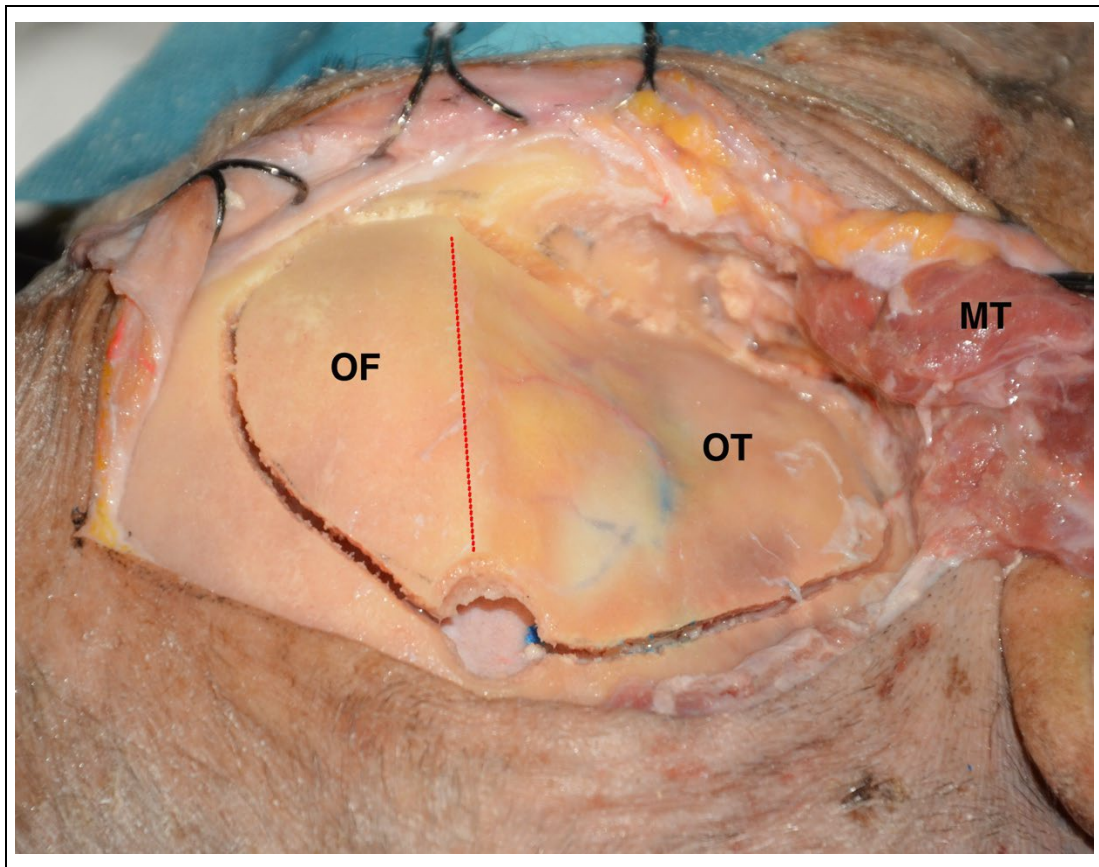


OF: osso frontal; SC: sutura coronal; LTS: linha temporal superior; OT: osso temporal; pMT: periósteo aderido ao músculo temporal; setas vermelhas: local onde foi realizada a osteotomia do arco zigomático e por onde o músculo temporal é mobilizado

**Figura 16 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Dissecção subperiosteal e mobilização do músculo temporal a direita**

#### 4.4.5 Craniotomia

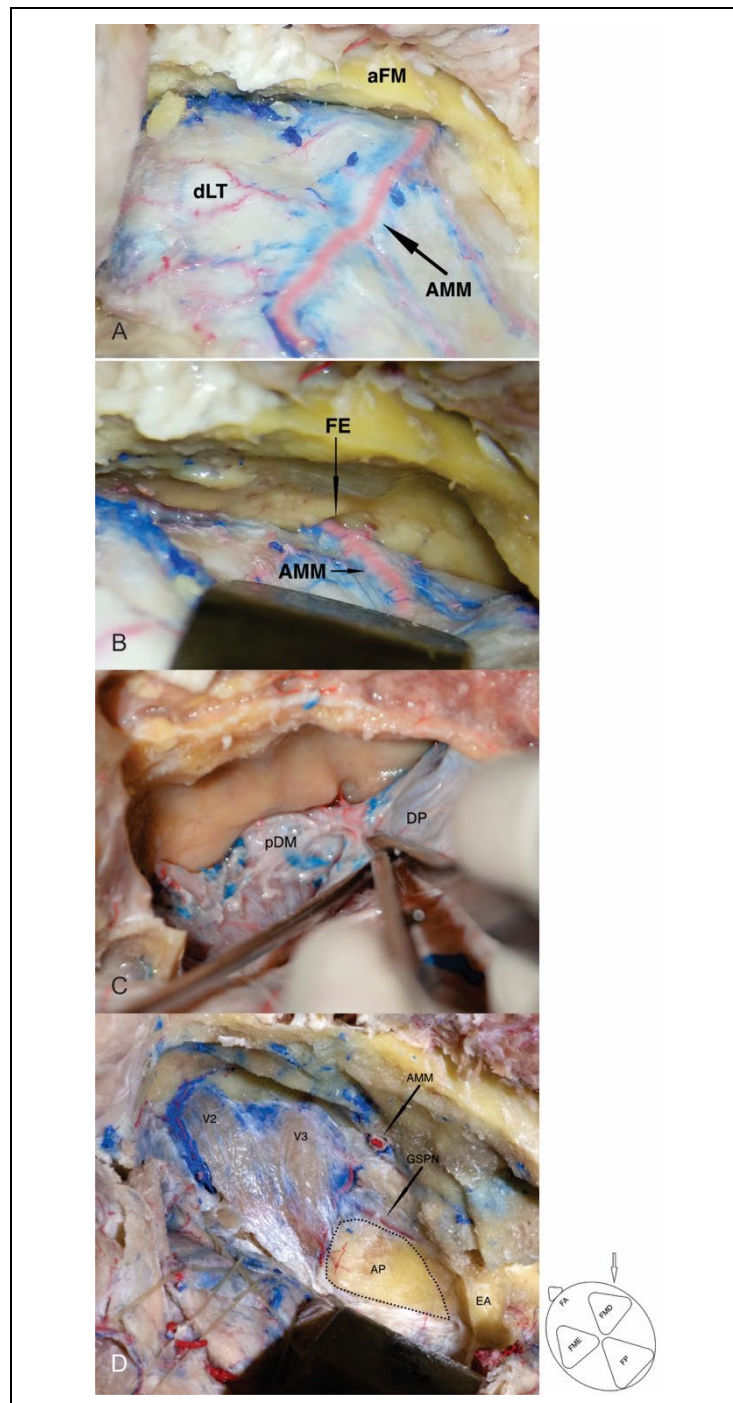
Orifícios de trepanação foram confeccionados na base da fossa média (imediatamente acima da raiz posterior do zigoma) e na linha temporal superior. A craniotomia é então realizada de maneira a expor do giro frontal inferior até o assoalho da fossa média (Figura 17).



OF: osso frontal; OT: osso temporal; MT: musculo temporal; linha pontilhada vermelha: linha temporal superior  
**Figura 17 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Craniotomia frontotemporal a direita**

#### 4.4.6 Dissecção da fossa média

O primeiro marco anatômico a ser identificado é o forame espinhoso e a artéria meníngea média, que deve ser seccionada. A progressão posterior da dissecção expõe o forame oval e V3. A dissecção dural deve prosseguir do sentido posterior para anterior para melhor identificar e preservar o GSPN, deve-se ter cuidado durante essa etapa, pois não é incomum encontrar estruturas sob o assoado da fossa média sem uma cobertura óssea, como a porção da carótida petrosa ou o gânglio geniculado. Uma vez identificada a eminência arqueada, GSPN, a impressão trigeminal e a crista petrosa, pode-se iniciar a ressecção do ápice petroso (Figura 18).



AMM: artéria menígea média; dLT: dura-máter do lobo temporal; aFM: assoalho da fossa média. FE: forame espinho; pDM: dura-máter periosteal; DP: dura-máter própria; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo; GSPN: nervo petroso superficial maior; AP: ápice petroso; EA: eminência arqueada; área pontilhada: região removida na petrosectomia anterior

**Figura 18 -** Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. A. Após remoção do *flap* ósseo onde pode ser identificada a dura-máter do lobo temporal. B. Seguindo a artéria menígea média podendo identificar o forame espinhoso. C. A dura-máter própria (cerebral) é separada da dura-máter periosteal. D. Após a elevação da camada externa da dura-máter periosteal é possível identificar o ápice petroso e suas relações anatômicas na fossa média

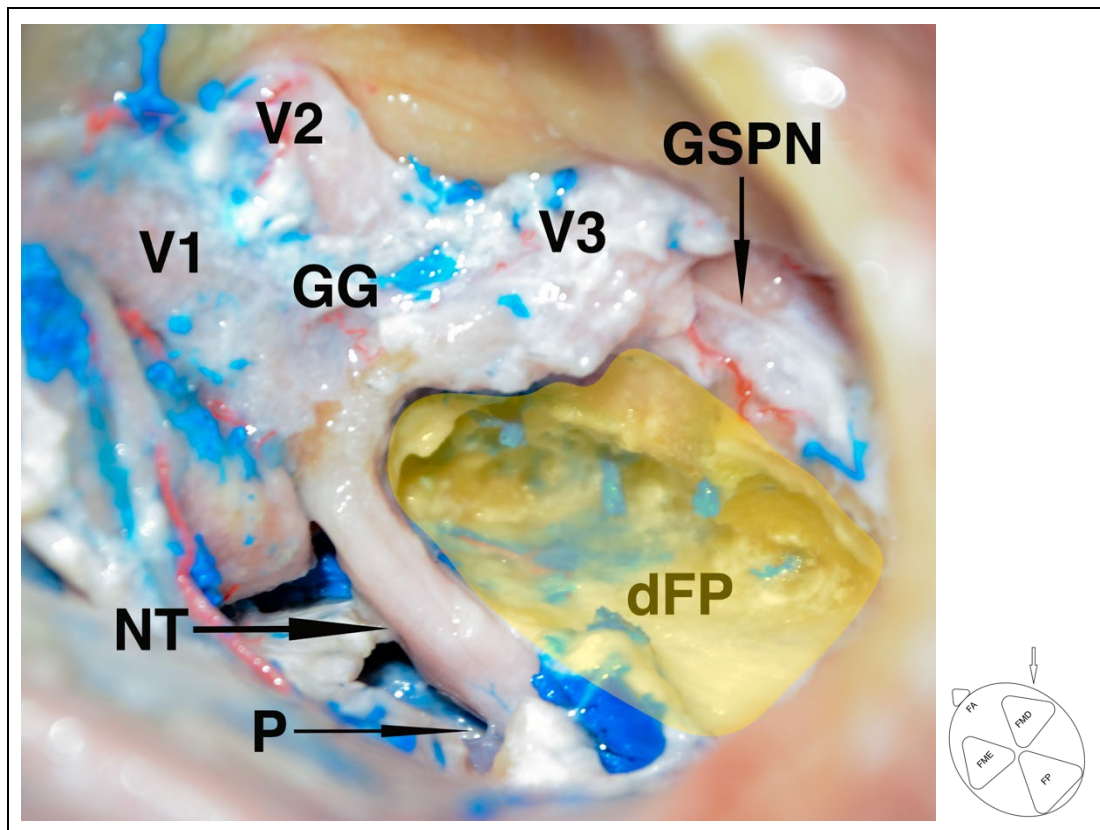
#### **4.4.7 Petrosectomia anterior**

Uma área quadrangular da porção petrosa do osso temporal pode ser removida, limitada medialmente pela dura-máter da fossa posterior, anteriormente pela depressão trigeminal (V3), lateralmente pela porção petrosa da ACI e posteriormente pelo canal auditivo interno, constituindo a petrosectomia anterior. Aproximando-se do osso cortical da superfície interna, próximo à dura-máter da fossa posterior, podendo identificar uma coloração azulada que corresponde ao seio petroso inferior.

#### **4.4.8 Durotomia**

As aberturas da dura-máter foram realizadas de maneira linear ao longo do assoalho da fossa média, bem como na fossa posterior. Se necessário, o seio petroso superior pode ser ligado e seccionado para permitir a divisão do tentório e a exposição aumentada da fossa posterior. É importante nessa etapa, antes de realizar o último corte no tentório, identificar a posição do nervo troclear para evitar que ele seja seccionado (Figura 19).





V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo; GG: gânglio de Gasser; NT: nervo trigêmeo; P: ponte; dFP: dura-máter da fossa posterior; GSPN: nervo petroso superficial maior; área amarela: região acrescentada ao acesso após a remoção do ápice petroso

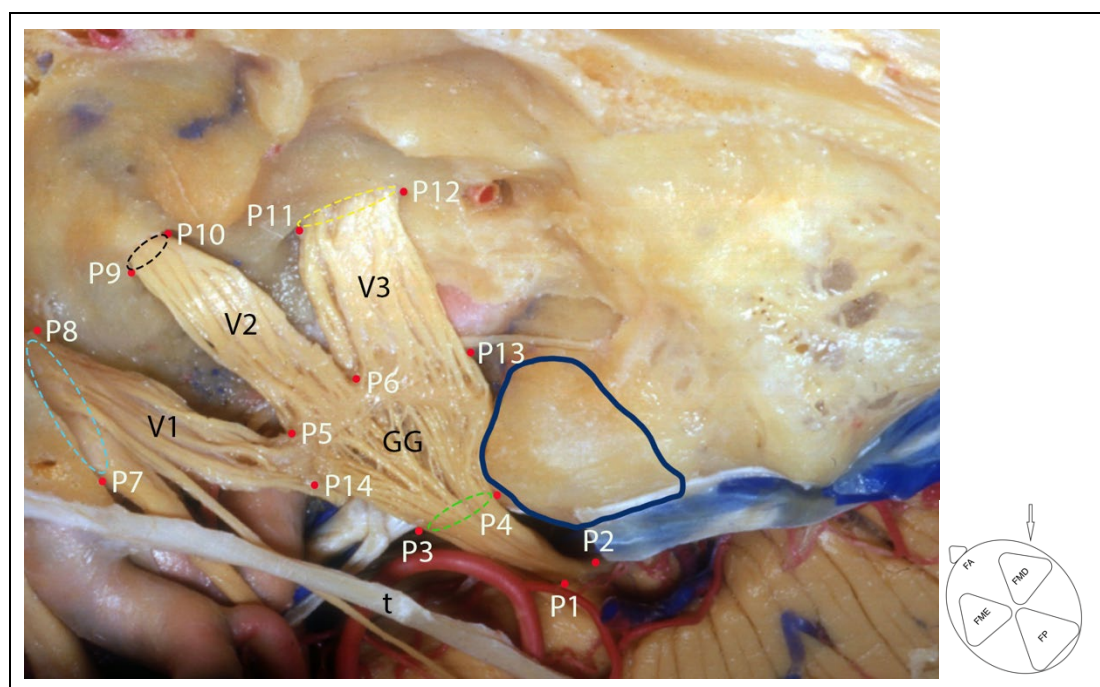
**Figura 19 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Após a remoção do ápice petroso e a durotomia podendo identificar toda extensão do nervo trigêmeo e a dura-máter da fossa posterior**

#### 4.5 Aquisição de dados e cálculos

Foi utilizado o equipamento de neuronavegação Kick (*BrainLab, Munich, Alemanha*), configurado pelo método de correspondência de superfície, com a matriz de referência fixada ao suporte de cabeça e acurácia geral registrada menor que 1,5 mm em todos os acessos. As imagens obtidas através da TC foram registradas para cada acesso individualmente. Após a exposição cirúrgica completa, utilizando-se do neuronavegador, pontos previamente determinados foram localizados pela extremidade da sonda de navegação, sendo registrados tridimensionalmente. Ao

longo da extensão do nervo trigêmeo, 14 pontos foram definidos em limites anatômicos conhecidos e enumerados à partir da origem do nervo no tronco cerebral até a entrada de cada um de seus ramos nos respectivos forames na fossa média.

Em cada espécime estudado, apenas os pontos expostos pelo acesso cirúrgico realizado foram alcançados pelo instrumento de navegação, tendo assim suas localizações espaciais registradas. A Figura 20 ilustra a localização anatômica desses pontos, descritos no Quadro 1. A Figura 21 mostra dois exemplos de como os pontos eram localizados com o neuronavegador. Os dados coletados foram utilizados para calcular as áreas descritas adiante, com o auxílio do *software* livre *GeoGebra Graphing Calculator* versão 6.0.458.0 (*International GeoGebra Institute*).



GG: gânglio de Gasser; V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo; área azul com linhas pontilhadas: ápice petroso; linha pontilhada azul clara: fissura orbitaria superior; linha pontilhada preta: forame redondo; linha pontilhada amarela: forame oval; linha pontilhada verde: poro trigeminal.

Adaptado de Rhoton: The Rhoton Collection, American Association of Neurological Surgeons (AANS)/Neurosurgical Research and Education Foundation (NREF).

**Figura 20 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Foto anatômica mostrando a localização dos pontos de referência. A tenda do cerebelo foi removida para melhor ilustrar as relações anatômicas entre as estruturas das fossas média e posterior**

**Quadro 1 - Pontos selecionados para análise ao longo do trajeto do nervo trigêmeo e sua respectiva localização anatômica**

Ponto	Localização Anatômica
P1	Origem superior do nervo trigêmeo
P2	Origem inferior do nervo trigêmeo
P3	Limite medial do poro trigeminal
P4	Limite lateral do poro trigeminal
P5	Divisão V1/V2
P6	Divisão V2/V3
P7	Limite superior da fissura orbitaria superior
P8	Limite inferior da fissura orbitaria superior
P9	Limite medial do forame redondo
P10	Limite lateral do forame redondo
P11	Limite medial do forame oval
P12	Limite lateral do forame oval
P13	Encontro de V3 com GSPN
P14	Limite superior e medial do GG

V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo maxilar do nervo trigêmeo; V3: ramo mandibular do nervo trigêmeo; GSPN: nervo petroso superficial maior; GG: gânglio de Gasser.

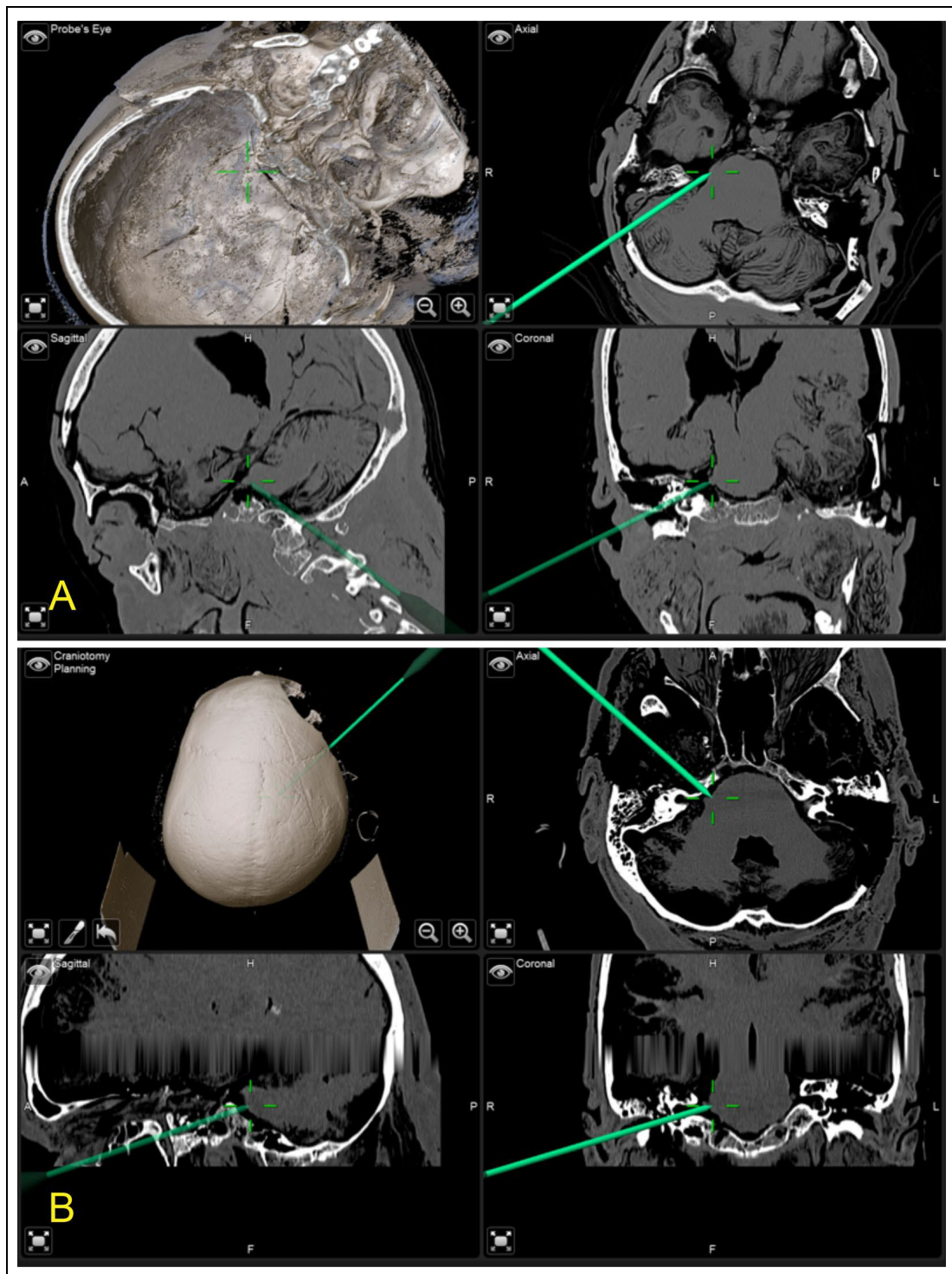


Figura 21 - A. Imagem do neuronavegador durante o registro de um ponto anatômico no acesso intradural suboccipital retrossigmoideo. B. Imagem do neuronavegador durante o registro de um ponto anatômico no acesso extradural trans-zigomático via fossa média

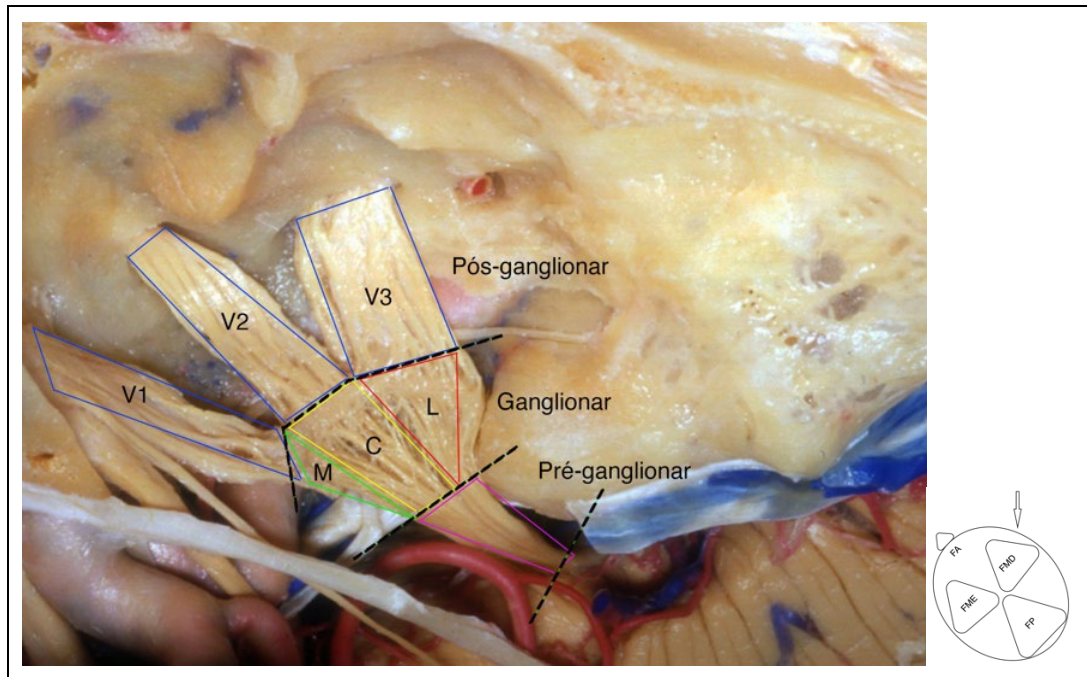
#### 4.5.1 Segmentação do Nervo Trigêmeo

Com base nos pontos definidos anteriormente, o nervo trigêmeo foi dividido em segmentos de forma a podermos avaliar qualitativamente e quantitativamente a exposição de cada segmento nos diferentes acessos cirúrgicos (Figura 22).

- Segmento pré-ganglionar: localizado na fossa posterior, inclui o nervo trigêmeo desde a sua origem na ponte até sua passagem pelo poro trigeminal. No presente estudo, foi definido como a área exposta entre os pontos P1, P2, P3 e P4.
- Segmento ganglionar: localizado na fossa média, inclui o nervo trigêmeo desde sua passagem pelo poro trigeminal até sua ramificação em V1, V2 e V3. No presente estudo, foi definido como a área exposta entre os pontos P3, P4, P5, P6, P13 e P14. Esse segmento foi também subdividido em porções:
  - a. Porção medial: área exposta entre os pontos P3, P5 e P14.
  - b. Porção central: área exposta entre os pontos P3, P4, P5 e P6.
  - c. Porção lateral: área exposta entre os pontos P4, P6 e P13.
- Segmento pós-ganglionar: localizado na fossa média, inclui o nervo trigêmeo desde a origem de suas ramificações V1, V2 e V3 no aspecto anterior do GG, até a entrada dessas ramificações em na fissura orbitária superior, forame redondo e forame oval, respectivamente. No presente estudo, foi definido como a área exposta entre os pontos P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 e P15. Esse segmento foi também subdividido em porções:



- a. Porção V1: área exposta entre os pontos P14, P7, P8 e P5.
- b. Porção V2: área exposta entre os pontos P5, P6, P10 e P9.
- c. Porção V3: área exposta entre os pontos P6, P11, P12 e P13.



GG: gânglio de Gasser; V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo.

Adaptado de Rhoton: The Rhoton Collection, American Association of Neurological Surgeons (AANS)/Neurosurgical Research and Education Foundation (NREF)

**Figura 22 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Foto anatômica mostrando a segmentação do nervo trigêmeo. A tenda do cerebelo foi removida para melhor ilustrar as relações anatômicas entre as estruturas das fossas média e posterior**

#### 4.5.2 Cálculo da exposição do nervo trigêmeo

Após a realização de cada craniotomia, foram marcadas com o instrumento do neuronavegador as posições espaciais de cada ponto do nervo trigeminal possível de ser visibilizado através do acesso cirúrgico.

Em um segundo momento, foram realizadas as manobras cirúrgicas para aumentar o grau de exposição do nervo trigêmeo, sendo a petrosectomia anterior para cada acesso extradural trans-zigomático via fossa média e a ressecção do tubérculo

suprameatal para cada acesso intradural suboccipital retrossigmoideo, seguido de nova aferição com o instrumento do neuronavegador a posição espacial tridimensional de cada ponto do nervo trigeminal possível de ser visibilizado após essas manobras.

Os pontos aferidos pelo neuronavegador tem sua posição no espaço definida por coordenadas XYZ, expressas em milímetros. É importante ressaltar que as coordenadas de cada ponto são relacionadas a um referencial, definido no momento de registro do neuronavegador em cada diferente espécime. Assim, as coordenadas de cada ponto podem ser relacionadas com os outros pontos do mesmo espécime uma vez que usaram o mesmo referencial. Porém, as coordenadas de pontos de diferentes espécimes não podem ser relacionadas entre si porque em cada espécime foi usado um referencial diferente.

#### **4.6 Análise estatística**

Foi utilizado o *software* SPSS versão 17.0 (IBM Corp., Armonk, EUA) para a análise estatística neste estudo. As áreas de exposição obtidas em cada acesso foram comparadas utilizando-se o teste U de *Mann-Whitney*. Optou-se por esse método pois as variáveis não são paramétricas. Um valor de p menor que 0,05 definiu significância estatística.

## **5 RESULTADOS**



## **5.1 Marcação dos pontos**

### **5.1.1 Pontos do nervo trigêmeo expostos através dos ISORS e RISA**

Nos cinco acessos intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) foram expostos em todos os casos (100%) os pontos: P1, P2, P3 e P4. Após a retirada do tubérculo suprameatal, caracterizando assim o acesso intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA), foi acrescida a exposição em todos os casos (100%) dos pontos: P5 e P6 (Tabela 1).

**Tabela 1 - Pontos anatômicos e suas respectivas coordenadas espaciais obtidos através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA)**

Acesso	Pontos	Espécime 1			Espécime 2			Espécime 3			Espécime 4			Espécime 5		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
ISORS	P1	-16,63	-140,31	-62,48	-40,19	-121,22	-125,98	2,91	-127,98	-94,54	-26,05	14,37	-509,91	-3	18,18	-576,91
	P2	-16,62	-139,43	-69,34	-40,57	-119,95	-131,2	9,45	-130,73	-83,05	-25,86	15,4	-513,52	-3,9	25,32	-580,25
	P3	-28,06	-167,49	-65,26	-24,96	-140,69	-123,71	11,63	-146,21	-86,97	-21,86	5,58	-518,03	-15,51	1,37	-585,2
	P4	-23,04	-153,47	-62,92	-34,11	-137,71	-126,67	14,3	-140,49	-88,42	-27,61	8,79	-516,62	-11,5	11,68	-579,26
RISA	P5	-17,17	-159,2	-62,53	-29,92	-151,41	-134,45	16,09	-145,48	-97,12	-19,01	3,12	-517,21	-0,04	6,44	-568,62
	P6	-13,99	-156,62	-58,11	-25,51	-154,18	-129,97	12,59	-150,54	-95,4	-24	5,21	-517,7	-14,37	12,56	-577,93

### **5.1.2 Pontos do nervo trigêmeo expostos através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP)**

Nos cinco ETZFM foram expostos em todos os casos (100%) os pontos: P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 e P14. Após a petrosectomia anterior, caracterizando assim o extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), foi acrescida a exposição em todos os casos (100%) dos pontos P1 e P2 (Tabela 2).

**Tabela 2 - Pontos anatômicos e suas respectivas coordenadas espaciais obtidos através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP)**

Acesso	Pontos	Espécime 1			Espécime 2			Espécime 3			Espécime 4			Espécime 5			
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
ETZFM	P3	-19,38	-159,48	-63,5	-22,16	-142,9	-126,46	6,58	-140,19	-95,9	-23,8	3,8	-513,7	-7,48	3,58	-578,69	
	P4	-24,61	-154,78	-64,16	-30,23	-136,99	-128,8	8,1	-137,13	-97,72	-28,68	6,03	-515,64	-11,35	10,64	-577,93	
	P5	-17,82	-167,17	-69,63	-26,82	-145,17	-128,31	7,95	-139,94	-94,83	-20	-5,4	-522,6	-8,91	-2,79	-583,46	
	P6	-22,33	-167,53	-76,4	-30,46	-137,9	-126,64	8,73	-136,65	-95,77	-25,56	-5,23	-528,34	-13,23	0,4	-590,86	
	P7	-25,18	-185,33	-59,69	-25,3	-174,24	-121,54	18,6	-173,7	-100,6	-15,3	-20,08	-518,62	-18,38	-22,6	-582,3	
	P8	-22,92	-186,3	-65,7	-20,82	-167,81	-124,99	14,95	-167,83	-104,9	-17,22	-18,32	-523,46	-11,09	-17,4	-587,92	
	P9	-18,15	-179,7	-75,16	-24,95	-166,33	-133,46	13,48	-160,21	-111	-19,74	-11,1	-525,62	-14,46	-12,3	-592,32	
	P10	-20,23	-176,84	-77,95	-28,58	-164,63	-136,3	17,88	-157	-114,1	-23,42	-10,55	-531,66	-17,5	-10,7	-598,42	
	P11	-25,78	-168,6	-81,37	-31,92	-156,5	-139	19,48	-149,18	-110,8	-24,6	-5,02	-530,16	-15,31	-3,08	-591,37	
	P12	-27,33	-162,13	-80,19	-37,72	-152,09	-140,7	22,36	-144,06	-109,7	-31,74	-2,46	-530,7	-23,62	4,34	-593,48	
	P13	-30,01	-156,26	-74,52	-37,61	-149,15	-138,43	22,62	-138,38	-97,99	-32,11	2,8	-527,7	-18,82	8,53	-586,13	
	P14	-17,03	-165,66	-63,93	-24,99	-149,31	-127,67	11,69	-153,76	-91,85	-18,16	-1,92	-520,1	-9,19	-2,27	-580,63	
	ETZFM-AP	P1	-21,2	-144,77	-65,65	-19,71	-124,85	-119,85	2,91	-127,98	-94,54	-28,8	16,8	-507,6	-1,23	16,85	-575,96
		P2	-19,42	-146,68	-67,65	-20,68	-127,05	-124,18	2,63	-135,41	-93,1	-28,27	15,7	-512,6	-3,21	21,54	-575,98

## 5.2 Cálculo da exposição do nervo trigêmeo

Uma vez que as coordenadas de cada ponto podem ser relacionadas com os outros pontos do mesmo espécime devido a usarem o mesmo referencial, é possível calcular as distâncias entre os diferentes pontos do nervo trigêmeo exposto em cada acesso cirúrgico.

A distância entre dois pontos no espaço pode ser calculada com base em suas coordenadas. Sejam os pontos  $A = (x_A, y_A, z_A)$  e  $B = (x_B, y_B, z_B)$ , a distância entre A e B, denotada por  $d_{AB}$ , é dada pela expressão ilustrada na Figura 23.

$$d_{AB} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 + (z_B - z_A)^2}$$

Onde:

$A = (x_A, y_A, z_A)$  e  $B = (x_B, y_B, z_B)$

**Figura 23 - A distância entre dois pontos no espaço ( $d_{AB}$ ) pode ser calculada com base em suas coordenadas**

A partir das distâncias entre os diferentes pontos, é possível subdividir a exposição do nervo trigêmeo em diversos triângulos, os quais podem ter sua área calculada pela “Fórmula de Heron” ilustrada na Figura 24, onde se utiliza os semiperímetros (metade do perímetro) e os lados do triângulo (Paulanti, 2014).

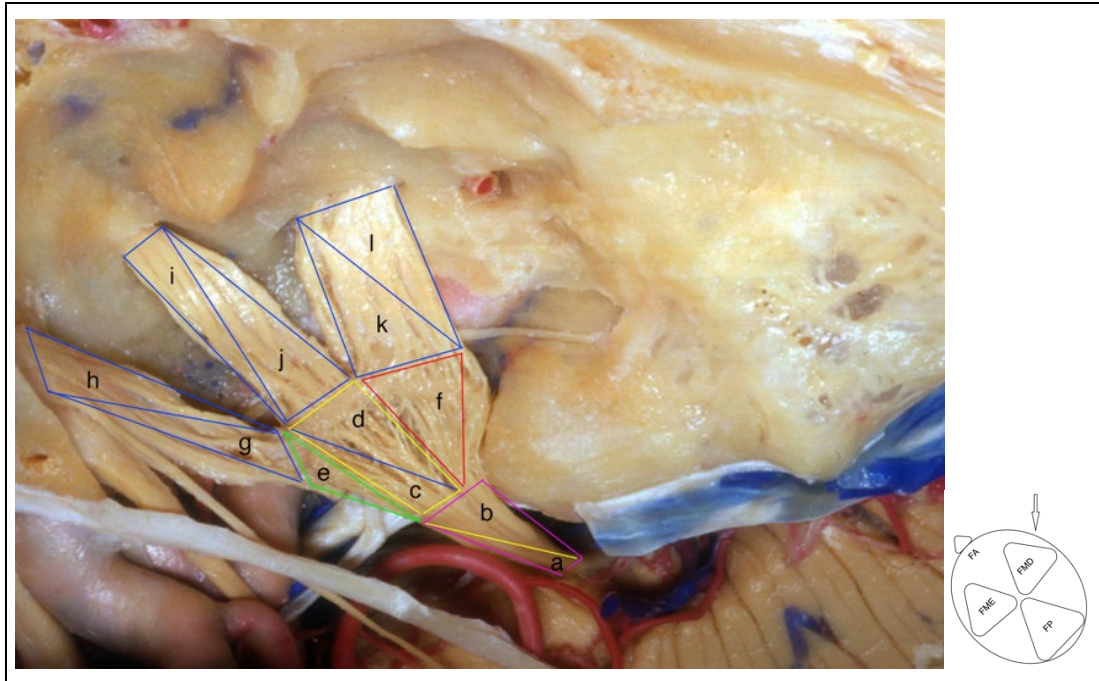
$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}$$

Onde:

S: área do triângulo; p: semiperímetros ( $(a+b+c)/2$ ); a, b e c: lados do triângulo

**Figura 24 - Fórmula de Heron, para se calcular a área do triângulo a partir dos semiperímetros (metade do perímetro) e os lados do triângulo**

A partir da soma das áreas dos diferentes triângulos, é possível se calcular a área exposta da superfície lateral de cada segmento do nervo trigêmeo (Figura 25).



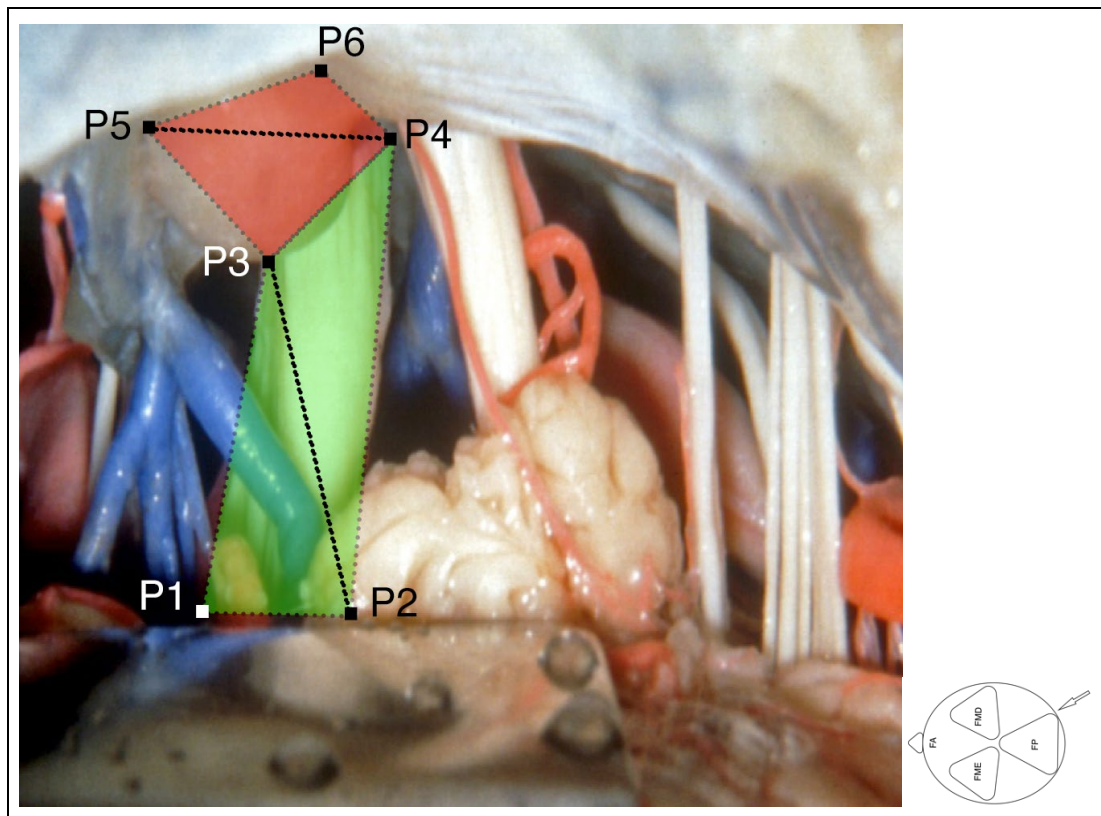
Adaptado de Rhoton: The Rhoton Collection, American Association of Neurological Surgeons (AANS)/Neurosurgical Research and Education Foundation (NREF)

**Figura 25 -** Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime lateralizado para o lado esquerdo. Visão cirúrgica do lado direito. Foto anatômica mostrando os triângulos utilizados para obtenção das áreas de exposição da superfície lateral do nervo trigêmeo. A tenda do cerebello foi removida para melhor ilustrar as relações anatômicas entre as estruturas das fossas média e posterior

### 5.3 Análise e comparações das áreas de exposição do nervo trigêmeo nos diferentes acessos cirúrgicos estudados

#### 5.3.1 Análise e comparação das áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ISORS e RISA

O acesso intradural suboccipital retrossigmoideo expõem o segmento pré-ganglionar do nervo trigêmeo. O acesso intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal aumenta a exposição do nervo trigêmeo, sendo possível também a visualização cirúrgica da porção central do segmento ganglionar do nervo trigêmeo (Figura 26).



Adaptado de Rhoton: The Rhoton Collection, American Association of Neurological Surgeons (AANS)/Neurosurgical Research and Education Foundation (NREF)

**Figura 26 - Dissecção anatômica em espécime cadavérico. Espécime em posição lateral esquerda. Vista posterior do ângulo pontocerebelar. Área verde representa os pontos e segmento do nervo trigêmeo expostos pelo acesso intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS); área vermelha representa o ganho na área obtido após a remoção do tubérculo suprameatal**

A área de exposição do nervo trigêmeo oferecida pelo ISORS, o qual leva à visualização cirúrgica dos pontos P1, P2, P3 e P4, é calculada pela soma das áreas dos triângulos que compõem o segmento pré-ganglionar (a e b). O acesso intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal aumenta a exposição do nervo trigêmeo, acrescentando a visualização dos pontos P5 e P6, oferecendo uma área de exposição do nervo trigêmeo dada pela soma das áreas dos triângulos que compõem o segmento pré-ganglionar (a e b) às áreas dos triângulos que compõem a porção central do segmento ganglionar (c e d) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Distância entre os pontos anatômicos (em mm), áreas de cada triângulo e segmentos do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>), em cada espécime, obtido através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA)**

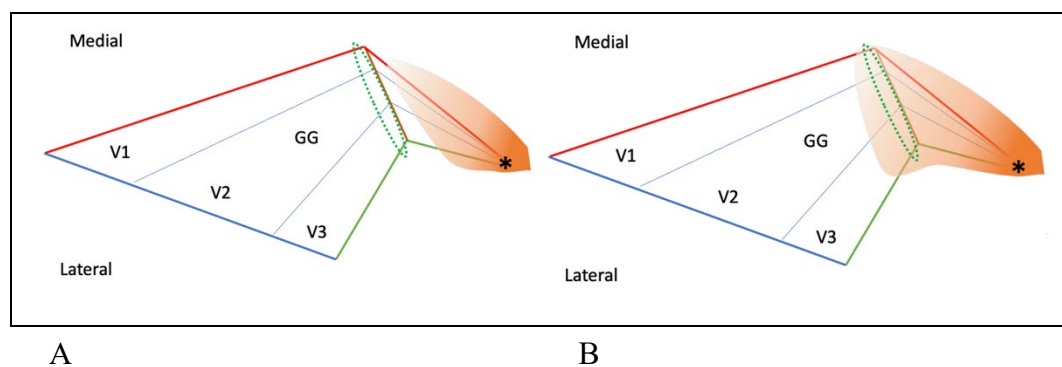
	Espécimes				
	1	2	3	4	5
<b>Distâncias (mm)</b>					
P1-P2	6,91622	5,38569	13,504	3,7589	7,9338
P2-P3	30,5759	27,017	16,117	11,523	27,0721
P1-P3	29,6163	24,8231	21,58	12,679	22,5344
P3-P4	15,0744	10,068	6,4769	6,7346	12,5563
P2-P4	16,7199	19,4337	12,15	7,5076	15,6458
P4-P5	8,2123	16,3026	10,188	10,318	16,4924
P3-P5	13,956	15,9646	11,111	3,8531	23,2362
P4-P6	10,722	18,8709	12,355	5,1976	3,28332
P5-P6	6,02538	6,8696	6,3884	5,4322	18,1516
<b>Triângulos (mm<sup>2</sup>)</b>					
a	102,386	63,4	108,66	21,377	79,6717
b	66,5377	75,0775	35,218	24,059	53,138
c	56,6343	77,1182	32,519	5,8834	99,8045
d	24,5818	54,9475	32,48	6,592	24,4283
<b>Segmentos, porções (mm<sup>2</sup>)</b>					
Pré-ganglionar	168,924	138,477	143,88	45,436	132,81
Ganglionar, central	81,2161	132,066	64,999	12,475	124,233
<b>Acessos (mm<sup>2</sup>)</b>					
ISORS	168,924	138,477	143,88	45,436	132,81
RISA	250,14	270,543	208,88	57,912	257,043

A área média de exposição do NT adquirida através do acesso ISORS foi de 125,9 mm<sup>2</sup> (variação 45,44 - 168,92 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 47,05 mm<sup>2</sup>). O acesso RISA promoveu uma média de 208,9 mm<sup>2</sup> (variação 57,91 - 270,54 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 87,49 mm<sup>2</sup>) de área de exposição. O ganho adicional médio na área de exposição do NT ao acrescentarmos a remoção do tubérculo suprameatal foi de 61,92% (Tabela 4). Os ganhos adicionais estão ilustrados na Figura 27. Foi observada diferença estatisticamente significativa ao compararmos as áreas de exposição do nervo trigêmeo proporcionadas por esses acessos ( $p = 0,047$ ).



**Tabela 4 - Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>) obtidas através dos acessos intradural suboccipital retrossigmoideo e intradural suboccipital retrossigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal, em cada espécime, e suas respectivas medias e ganhos**

Espécime	ISORS (mm <sup>2</sup> )	RISA (mm <sup>2</sup> )	Ganho (mm <sup>2</sup> )	Ganho (%)
1	168,92	250,14	81,22	48,08%
2	138,48	270,54	132,07	95,37%
3	143,88	208,88	65,00	45,18%
4	45,44	57,91	12,48	27,46%
5	132,81	257,04	124,23	93,54%
<b>Média</b>	125,90	208,90	83,00	61,92%
<b>Desvio Padrão</b>	47,05	87,49	48,50	30,73%
<b>Mínimo</b>	45,44	57,91	12,48	27,46%
<b>Máximo</b>	168,92	270,54	132,07	95,37%

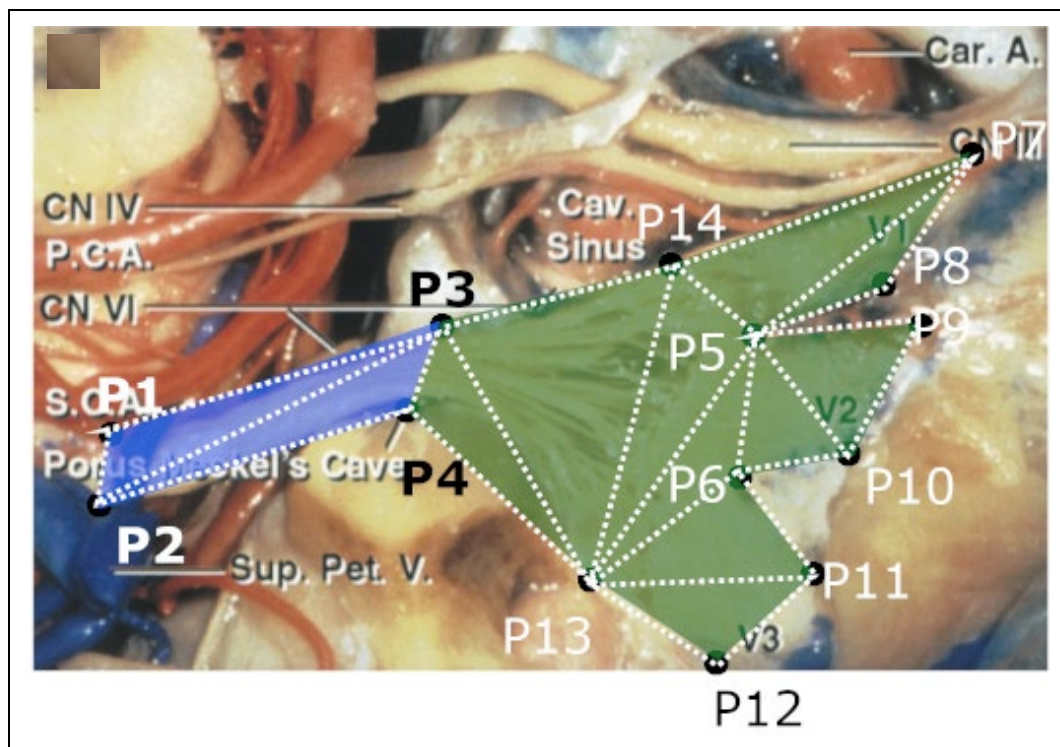


GG: gânglio de Gasser; V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo; forma pontilhada verde: óstio do cavo de Meckel; asterisco: raiz do NT na ponte; forma laranja: área de exposição do NT

**Figura 27 - Representação ilustrativa da área de exposição do NT proporcionado pelos acessos ISORS (A) e RISA (B). Visão superior esquerda**

### 5.3.2 Análise e comparação das áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ETZFM e ETZFM-AP

O acesso extradural trans-zigomático via fossa média expõem o segmento ganglionar e pós-ganglionar do nervo trigêmeo. O acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso aumenta a exposição do nervo trigêmeo, sendo possível também a visualização cirúrgica do segmento pré-ganglionar do nervo trigêmeo (Figura 28).



Adaptado de Rhoton: The Rhoton Collection, American Association of Neurological Surgeons (AANS)/Neurosurgical Research and Education Foundation (NREF)

**Figura 28 - Vista superior direita da fossa média. Área verde representa os pontos e segmentos expostos pelo acesso extradural trans-zigomático via fossa média; área azul representa os pontos e segmentos expostos após a remoção do ápice petroso**

A área de exposição do nervo trigêmeo oferecida pelo ETZFM, o qual leva a visualização cirúrgica dos pontos P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 e P14, é calculada pela soma das áreas dos triângulos que compõem os segmentos ganglionar (c, d, e, f) e pós-ganglionar (g, h, i, j, k, l). O acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso aumenta a exposição do nervo trigêmeo, acrescentando a visualização dos pontos P1 e P2, oferecendo uma área de exposição do nervo trigêmeo dada pela soma das áreas dos triângulos que compõem os segmentos ganglionar (c, d, e, f) e pós-ganglionar (g, h, i, j, k, l) às áreas dos triângulos que compõem o segmento pré-ganglionar (a e b). (Tabela 5).

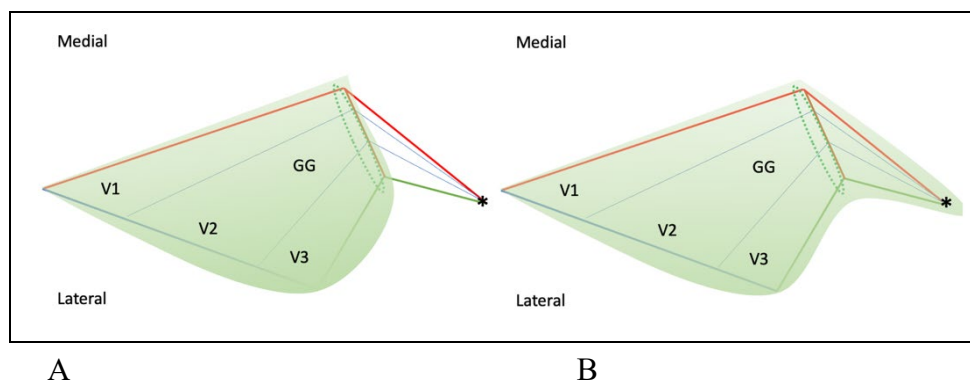
**Tabela 5 - Distância entre os pontos anatômicos (em mm), áreas de cada triângulo e segmentos do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>), em cada espécime, obtido através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP)**

	Espécimes				
	1	2	3	4	5
<b>Distâncias (mm)</b>					
P1-P2	3,2888	4,95276	7,5734	5,1469	5,09086
P1-P3	14,977	19,3777	12,822	15,206	14,9201
P2-P3	13,456	16,0814	6,8037	12,759	18,6585
P2-P4	10,234	14,5379	7,3637	10,145	13,7431
P3-P4	7,0625	10,2727	3,8712	5,7053	8,08691
P4-P5	15,15	8,87584	4,0337	15,951	14,7275
P3-P5	9,9572	5,50373	1,7562	13,353	8,08546
P5-P6	8,1426	8,30008	3,5094	7,9931	9,14322
P4-P6	17,821	2,35512	2,1047	17,257	16,6005
P3-P14	6,6257	7,11063	15,055	10,271	6,39611
P5-P14	5,9493	4,57144	14,624	4,6633	2,89097
P6-P13	13,767	17,7958	14,172	10,382	10,9416
P4-P13	11,776	17,1775	14,576	12,948	11,2913
P7-P14	21,71	25,6745	22,83	18,443	22,4003
P7-P8	6,4937	8,56258	8,1406	5,4963	10,5967
P5-P8	20,184	23,6557	30,454	13,244	15,4114
P5-P7	21,972	29,8866	35,861	15,92	22,0148
P5-P9	13,7	21,8578	26,537	6,4559	14,16
P9-P10	4,5045	4,91248	6,2521	7,0941	7,01954
P6-P10	9,669	28,4841	28,883	6,626	14,0609
P5-P10	12,982	21,1099	27,593	10,968	18,9612
P6-P11	6,144	22,3799	22,313	2,0684	4,08618
P11-P12	6,7569	7,48185	5,9711	7,6043	11,3386
P12-P13	8,59	3,71599	13,026	6,0667	9,72721
P11-P13	14,734	9,31255	17,032	11,118	13,2125
<b>Triângulos (mm<sup>2</sup>)</b>					
a	20,588	32,4472	20,811	31,119	28,6732
b	35,527	73,2372	13,051	28,122	50,3713
c	28,83	24,409	3,3694	36,498	24,6015
d	61,443	9,71337	3,6913	63,542	67,0395
e	19,074	12,579	12,61	20,262	8,32253
f	81,018	19,8243	14,806	66,98	61,3637
g	64,301	24,5928	94,327	33,375	31,7465
h	65,009	77,6035	100,13	34,375	74,3714
i	29,238	51,8125	82,834	21,779	41,4382
j	39,305	46,5676	45,993	26,296	61,2347
k	42,215	79,1996	120,68	10,343	20,2174
l	15,693	13,2407	32,614	21,899	53,7908
<b>Segmentos, porções (mm<sup>2</sup>)</b>					
Pré-ganglionar	56,114	105,684	33,861	59,24	79,0445
Ganglionar, central	90,273	34,1224	7,0607	100,04	91,641
Ganglionar, medial	19,074	12,579	12,61	20,262	8,32253
Ganglionar, lateral	81,018	19,8243	14,806	66,98	61,3637
Pós-ganglionar, V1	129,31	102,196	194,46	67,751	106,118
Pós-ganglionar, V2	68,542	98,3801	128,83	48,075	102,673
Pós-ganglionar, V3	57,909	92,4403	153,29	32,242	74,0081
<b>Acessos (mm<sup>2</sup>)</b>					
ETZFM	446,13	359,543	511,05	335,35	444,126
ETZFM-AP	502,24	465,227	544,92	394,59	523,171

Utilizando o acesso ETZFM foi obtida uma exposição média de 419,24 mm<sup>2</sup> (variação 333,35 - 511,05 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 71,37 mm<sup>2</sup>). Quando realizado o acesso ETZFM-AP a média da área exposta obtida foi 486,03 mm<sup>2</sup> (variação 394,59 - 544,92 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 58,96 mm<sup>2</sup>). Ao realizarmos a remoção do ápice petroso pode-se observar um ganho adicional médio na área de exposição de 16,81%. (Tabela 6) Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados às áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através desses acessos ( $p = 0,072$ ). Os ganhos adicionais estão ilustrados na Figura 29.

**Tabela 6 - Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>) obtidas através dos acessos extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), em cada espécime, suas respectivas média e ganhos**

Espécime	ETZFM (mm <sup>2</sup> )	ETZFM-AP (mm <sup>2</sup> )	Ganho (mm <sup>2</sup> )	Ganho (%)
1	446,13	502,24	56,11	12,58%
2	359,54	465,23	105,68	29,39%
3	511,05	544,92	33,86	6,63%
4	335,35	394,59	59,24	17,67%
5	444,13	523,17	79,04	17,80%
<b>Média</b>	419,24	486,03	66,79	16,81%
<b>Desvio Padrão</b>	71,37	58,96	27,01	8,39%
<b>Mínimo</b>	335,35	394,59	33,86	6,63%
<b>Máximo</b>	511,05	544,92	105,68	29,39%



GG: gânglio de Gasser; V1: ramo oftálmico do nervo trigêmeo; V2: ramo mandibular do nervo trigêmeo; V3: ramo maxilar do nervo trigêmeo; forma pontilhada verde: óstio do cavo de Meckel; asterisco: raiz do NT na ponte; forma laranja: área de exposição do NT

**Figura 29 - Representação ilustrativa da área de exposição do NT proporcionado pelos acessos**

ETZFM (A) e ETZFM-AP (B). Visão superior esquerda

### 5.3.3 Análise e comparação da exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos ISORS e ETZFM

Os acessos intradural suboccipital retrossigmoideo extradural trans-zigomático via fossa média levam à visualização cirúrgica de segmentos diferentes do nervo trigêmeo. Enquanto o ISORS expõe o segmento pré-ganglionar, o ETZFM expõe os segmentos ganglionar e pós-ganglionar do nervo trigêmeo. A área de exposição do NT obtida através do acesso ISORS variou entre 45,44 e 168,92 mm<sup>2</sup> (média 125,9 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 47,05 mm<sup>2</sup>). Já o acesso ETZFM ofereceu uma área de exposição que variou entre 335,35 e 511,05 mm<sup>2</sup> (média 419,24 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 71,37 mm<sup>2</sup>). (Tabela 7) A análise comparativa entre esses dois acessos mostrou diferença estatisticamente significativa entre suas respectivas áreas de exposição ( $p = 0,006$ ).

**Tabela 7 - Áreas mínimas, máximas e médias de exposição do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>) obtidas através do acesso intradural suboccipital retrossigmoideo (ISORS) em comparação com o acesso extradural trans-zigomático via fossa média (ETZFM) e respectivos desvios padrão**

	ISORS (mm <sup>2</sup> )	ETZFM (mm <sup>2</sup> )	Variação (mm <sup>2</sup> )	Variação (%)
<b>Média</b>	125,90	419,24	293,33	232,98%
<b>Desvio Padrão</b>	47,05	71,37		
<b>Mínimo</b>	45,44	335,35		
<b>Máximo</b>	168,92	511,05		

#### **5.3.4 Análise e comparação da exposição do nervo trigêmeo obtidas através dos RISA e ETZFM-AP**

Os acessos intradural suboccipital retróssigmoido com remoção do tubérculo suprameatal e extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso levam à visualização cirúrgica de segmentos do nervo trigêmeo em comum e diferentes. Ambos os acessos expõem o segmento pré-ganglionar e a porção central do segmento ganglionar do nervo trigêmeo. Porém, o acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso também expõem as porções medial e lateral do segmento ganglionar e o segmento pós-ganglionar do nervo trigêmeo.

Através do acesso RISA foi obtida uma área de exposição total do NT que variou entre 57,91 e 270,54 mm<sup>2</sup> (média 208,90 mm<sup>2</sup>; desvio padrão 87,49 mm<sup>2</sup>), enquanto no acesso ETZFM-AP foi observada uma variação da área de exposição entre 394,59 e 544,92 mm<sup>2</sup> (média 486,03mm<sup>2</sup>; desvio padrão 58,96 mm<sup>2</sup>). Essa variação em média de 277,13 mm<sup>2</sup> proporcionou ao acesso ETZFM-AP um ganho em média de 132,66% de exposição total do NT em comparação ao acesso RISA. Foi observada uma diferença na exposição total do NT entre esses dois acessos estatisticamente significativa ( $p = 0,006$ ).

Porém, esse ganho de exposição do nervo trigêmeo foi relacionado ao ganho de exposição de outros segmentos do NT, e não do aumento da área de exposição dos segmentos que ambos os acessos cirúrgicos levam a visualização do NT (Tabela 8).

**Tabela 8 - Áreas de exposição do nervo trigêmeo (em mm<sup>2</sup>) obtidas através do acesso intradural suboccipital retrósigmoideo com remoção do tubérculo suprameatal (RISA) comparado com o acesso extradural trans-zigomático via fossa média com remoção do ápice petroso (ETZFM-AP), em cada espécime, e suas respectivas medias**

	RISA (mm <sup>2</sup> )	ETZFM-PA (mm <sup>2</sup> )	Varição (mm <sup>2</sup> )	Varição (%)
<b>Exposição total</b>				
Média	208,90	486,03	277,13	132,66%
Desvio Padrão	87,49	58,96		
Mínimo	57,91	394,59		
Máximo	270,54	544,92		
<b>Segmentos, porções (mm<sup>2</sup>)</b>				
<b>Pré-ganglionar</b>				
Média	125,90	66,79	-59,12	-46,95%
Desvio Padrão	47,05	27,01		
Mínimo	45,44	33,86		
Máximo	168,92	105,68		
<b>Ganglionar, central</b>				
Média	83,00	64,63	-18,37	-22,13%
Desvio Padrão	48,50	41,49		
Mínimo	12,48	7,06		
Máximo	132,07	100,04		
<b>Ganglionar, medial</b>				
Média		14,57		
Desvio Padrão		4,99		
Mínimo		8,32		
Máximo		20,26		
<b>Ganglionar, lateral</b>				
Média		48,80		
Desvio Padrão		29,67		
Mínimo		14,81		
Máximo		81,02		
<b>Pós-ganglionar, V1</b>				
Média		119,97		
Desvio Padrão		47,09		
Mínimo		67,75		
Máximo		194,46		
<b>Pós-ganglionar, V2</b>				
Média		89,30		
Desvio Padrão		31,44		
Mínimo		48,08		
Máximo		128,83		
<b>Pós-ganglionar, V3</b>				
Média		81,98		
Desvio Padrão		45,58		
Mínimo		32,24		
Máximo		153,29		

O segmento pré-ganglionar do NT pode ser visto em ambos os acessos cirúrgicos, porém sua área exposta é maior no acesso RISA (média de 125,90 mm<sup>2</sup>) enquanto no acesso ETZFM-PA é de 66,79 mm<sup>2</sup> em média.

A porção central do segmento ganglionar do NT também pode ser visto em ambos os acessos. Porém, o acesso ETZFM-PA permite a exposição também das porções medial e lateral do segmento ganglionar do NT, enquanto o acesso RISA é limitado a expor apenas a porção medial central desse segmento. As porções do segmento pós-ganglionar não são visualizadas pelo acesso RISA, mas são expostas no acesso ETZFM-PA.



## **6 DISCUSSÃO**

Em um trabalho intitulado “Surgical Anatomy of the Extended Middle Cranial Fossa Approach”, Aristegui *et al.* (1994) analisaram os limites ETZFM-AP, bem como as variações dessa região anatômica. No presente estudo, foram determinados pontos anatômicos de referência a partir dos quais foram obtidos triângulos, cuja somatória de áreas representaram as áreas de exposição obtidas através desse acesso, uma metodologia semelhante à aplicada. Duas áreas foram calculadas: uma área anterior ao canal auditivo interno (CAI) e uma área posterior ao CAI. Como na presente pesquisa foi limitada ao estudo da área anterior ao CAI, foram utilizados apenas esses resultados para fins comparativos. A área correspondente ao triângulo de Kawase (ápice petroso) foi em média 64,5 mm<sup>2</sup>, e a remoção do mesmo ofereceu uma exposição média de 84,2 mm<sup>2</sup> da dura-máter da fossa posterior. Os autores observaram que, apesar de ser possível chegar à porção inferior do meato acústico interno (MAI), o acesso ao APC é limitado através dessa abordagem, principalmente pela sobreposição das estruturas anatômicas da fossa posterior (Aristegui *et al.*, 1994).

Chanda e Nanda (2006) estudaram em espécimes cadavéricos o ganho de exposição do nervo trigêmeo obtido após a remoção do tubérculo suprameatal através do acesso retrossigmoideo. A altura média do osso acima do meato acústico interno (tubérculo suprameatal) foi 5,4 ± 0,84 mm no lado direito e 5,3 ± 0,67 mm no lado esquerdo. Isso representa o espaço vertical exposto anteriormente. A extensão

média do nervo trigêmeo antes da remoção do tubérculo suprameatal foi  $8,8 \pm 0,79$  mm do lado direito e  $9,0 \pm 0,94$  do lado esquerdo. Após a remoção do tubérculo suprameatal a extensão média do nervo trigêmeo exposta foi  $19,5 \pm 1,08$  mm do lado direito e  $19,6 \pm 1,43$  mm do lado esquerdo. Portanto, houve um ganho médio de 10,7 mm na exposição do nervo trigêmeo. No entanto, não houve mudança no ângulo de exposição. Os autores concluíram que esse acesso é mais adequado para lesões localizadas principalmente no ângulo pontocerebelar com pouca extensão para o cavo de Meckel, pois apesar dessa técnica permitir a mobilização do nervo trigêmeo e a visualização do ápice petroso, não foi observado um aumento significativo da área de exposição, especialmente na região do clivus. Também foi observado que, em comparação ao acesso pela fossa média e ápice petroso, no acesso retrossigmoideo a região petroclival fica obstruída por múltiplos nervos cranianos, enquanto no primeiro, o acesso à essa região não conta com obstáculos relevantes.

Para melhorar o entendimento de possíveis alvos e limitações associados com abordagens extradurais pela fossa média e retrosigmoidéa, Chang *et al.* (2009) usaram um modelo cadavérico para comparar suas áreas de trabalho no tronco encefálico ventral e clivus, seus graus de “liberdade cirúrgica”, definida como uma estimativa do movimento disponível para as mãos do cirurgião e seus instrumentos, representada por uma área esférica por onde os instrumentos podem ser inseridos para alcançar um alvo mais profundo, em locais anatômicos predefinidos, e sua exposição de marcos ósseos. A remoção do ápice petroso e do tubérculo suprameatal também foram avaliadas quando associadas aos seus respectivos acessos. Os autores realizaram 18 acessos cirúrgicos: seis ISORS, seis RISA e seis ETZFM-AP.

Para determinar as áreas de exposição cirúrgica foi delimitado um quadrilátero baseado em quatro pontos anatômicos pré-determinados. A porção ventral do tronco encefálico foi escolhida para comparação direta. Em todos os acessos o alvo foi a área anterior aos nervos cranianos nas porções média e superior do clivus. A área de “liberdade cirúrgica” é uma estimativa do movimento disponível para a mão do cirurgião e seus instrumentos, calculada a partir de uma área circunferencial por onde esses podem ser inseridos para manipular um alvo profundo. A área média de exposição média ao tronco cerebral ventral proporcionada pela craniotomia retrosigmoidéa foi de  $253 \pm 59 \text{ mm}^2$ . Esse acesso proporcionou boa visualização da ponte ventral e ângulo pontocerebelar. Sua área de trabalho no tronco cerebral foi significativamente maior que a oferecida pelo acesso via fossa média com petrosectomia anterior ( $157 \pm 22 \text{ mm}^2$ ;  $p < 0,001$ ). No acesso retrossigmoideo, ao se acrescentar a remoção do tubérculo suprameatal (RISA), observou-se um aumento dessa área ( $316 \pm 80 \text{ mm}^2$ ), no entanto, não houve significância estatística ( $p = 0,16$ ).

Quando comparados, os três acessos não mostraram diferença estatística na “liberdade cirúrgica” na região de entrada da raiz do nervo trigêmeo, no entanto, notou-se uma liberdade significativamente maior na região do poro trigeminal ao utilizar o acesso pela fossa média ( $p = 0,013$ ). A remoção do tubérculo suprameatal ofereceu um aumento significativo de liberdade nessa região quando comparado ao acesso retrossigmoideo tradicional, chegando quase àquela oferecida pelo acesso através da fossa média ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença significativa quando comparada a RISA com o acesso pela fossa média com petrosectomia anterior. ( $p > 0,05$ ) (Chang *et al.*, 2009).

Pode-se observar no presente estudo que o acesso ETZFM expõe os segmentos ganglionar e pós-ganglionar do NT, oferecendo uma área média de exposição de 486,03 mm<sup>2</sup>. Ao ser realizada a remoção do ápice petroso observou-se um ganho adicional médio na área de exposição de 16,81%. Esse acréscimo permitiu a exposição do segmento pré-ganglionar do NT. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparadas as áreas de exposição do nervo trigêmeo obtidas através desses acessos ( $p = 0,072$ ). Pode-se verificar também que o acesso ISORS oferece uma exposição média do NT de 125,9 mm<sup>2</sup>, sendo que essa área corresponde apenas à porção pré-ganglionar do nervo. Quando foi acrescentada a remoção do tubérculo suprameatal (RISA) a média de exposição do NT foi de 208,9 mm<sup>2</sup>, sendo possível também expor a margem medial da porção central do segmento ganglionar do nervo. O RISA, portanto, ofereceu, em média, 61,92 % de ganho adicional na exposição do NT ao compararmos com o ISORS, o que foi estatisticamente significativo ( $p = 0,047$ ). No entanto, em concordância com os autores do estudo citado, cabe ressaltar que o ganho de exposição pode variar de acordo com a anatomia de cada indivíduo, ou seja, ápices petrosos e tubérculos suprameatais mais volumosos tendem a proporcionar um ganho maior quando removidos.

Recentemente, Stavrinou *et al.* (2022) realizaram estudo radiológico (análise volumétrica quantitativa com tomografia computadorizada) em espécimes cadavéricos comparando os acessos ETZFM-AP e RISA e observaram que o volume médio de osso petroso removido em cada um foi de  $0,82 \pm 0,11 \text{ cm}^3$  e  $0,49 \pm 0,07 \text{ cm}^3$ , respectivamente, o que se mostrou estatisticamente significante ( $p = 0,001$ ). Esses autores observaram que o acesso extradural pela fossa média com a remoção do ápice petroso permitiu a exposição da porção ganglionar e pós-ganglionar do nervo trigêmeo por uma extensão média de 2,0 cm ( $\pm 0,2 \text{ cm}$ ), no entanto, não foi realizada abertura da

dura-máter nesse modelo. Já o acesso intradural RISA expôs a porção pré-ganglionar do nervo trigêmeo em 0,9 cm ( $\pm$  0,2 cm). Esse grupo também descreveu uma maior manobrabilidade e liberdade cirúrgica no acesso pela fossa média, enquanto no RISA a angulação dos instrumentos, especialmente o drill, ficava limitada pelo cerebelo e canais semicirculares no plano horizontal e pela tenda do cerebelo e meato acústico interno no plano vertical, considerando que o espécime simulava a posição semissentada.

No presente estudo, também pode-se observar que os acessos RISA e ETZFM-AP proporcionam a visualização cirúrgica de segmentos diferentes do nervo trigêmeo e áreas comuns, sendo que ambos expõem o segmento pré-ganglionar e a porção central do segmento ganglionar do nervo trigêmeo. Porém, o ETZFM-AP também acessa as regiões medial e lateral do segmento ganglionar e o segmento pós-ganglionar do nervo trigêmeo. Através do acesso RISA foi obtida uma área de exposição média do NT de 208,90 mm<sup>2</sup>, enquanto no acesso ETZFM-AP foi observada uma área de exposição média de 486,03mm<sup>2</sup>. Essa variação em média de 277,13 mm<sup>2</sup> proporcionou ao acesso ETZFM-AP um ganho em média de 132,66% de exposição total do NT em comparação ao acesso RISA, com notável significância estatística ( $p = 0,006$ ). Porém, esse ganho de exposição do nervo trigêmeo foi relacionado ao ganho de exposição de outros segmentos do NT, e não ao aumento da área de exposição dos segmentos que ambos os acessos cirúrgicos proporcionaram.

Verificou-se que em ambas as técnicas (RISA e ETZFM-AP) foi possível identificar o segmento pré-ganglionar do NT, no entanto, sua área média de exposição foi maior na RISA (125,90 mm<sup>2</sup>) do que no ETZFM-AP (66,79 mm<sup>2</sup>). A porção central do segmento ganglionar do NT também foi exposta nesses dois acessos cirúrgicos. Porém, o acesso ETZFM-AP permite a exposição também das porções medial e lateral do segmento ganglionar do NT, enquanto o acesso RISA é

limitado a expor apenas a região central desse segmento. O segmento pós-ganglionar não foi visualizado pelo acesso RISA, mas foi exposto no acesso ETZFM-PA. Foi constatada uma diferença na exposição total do NT entre esses dois acessos estatisticamente significativa ( $p = 0,006$ ).

Essas duas técnicas têm sido consideradas muito semelhantes no que diz respeito ao objetivo de acessar as fossas média e posterior através da remoção de estruturas do osso petroso. Foi ainda sugerido que uma técnica é a contrapartida da outra, uma vez que ambas têm alvos semelhantes que serão atingidos por rotas diferente, quando se trata do ápice petroso e do cavo de Meckel (Chanda e Nanda, 2006; Chang *et al.*, 2009; Tatagiba *et al.*, 2015; Stavrinou *et al.*, 2022).

Pode-se inferir com o presente estudo que o acesso ETZFM permite uma melhor exposição dos segmentos ganglionar e pós-ganglionar do NT, sendo que a remoção do ápice petroso possibilita também a visualização da porção pré-ganglionar, no entanto em menor valor de área exposta quando comparado com o ISORS. A remoção do tubérculo suprameatal revelou o poro trigeminal e a margem medial da porção central do segmento ganglionar do NT, tornando possível a exposição da boca do cavo de Meckel e parte de seu conteúdo.

Ao comparar com a prática clínica, este estudo sugere que o acesso ETZFM pode ser interessante para schwannomas que ocupam exclusivamente a fossa média, sendo que o ETZFM-AP poderia ser útil quando há uma pequena projeção tumoral para a fossa posterior. Já o ISORS poderia ser aplicado em casos em que há tumor exclusivamente na fossa posterior, sendo o RISA, então, uma possível alternativa no caso de pequena invasão da fossa média e do cavo de Meckel.

## 6.1 Limitações do Estudo

É fundamental ressaltar as limitações apresentadas por esse modelo anatômico a fim de apreciar os resultados de maneira criteriosa. Primeiramente, o modelo não reproduz o relaxamento do parênquima encefálico obtido pela drenagem de líquido cefalorraquidiano na dissecação de cisternas. Pode-se destacar também, a frequente distorção anatômica provocada pela presença de tumores, o que poderia causar um aumento dos espaços naturais com conseqüente maior exposição das estruturas. No caso dos schwannomas, o alargamento dos forames e eventual destruição óssea devem ser considerados.

A conformação anatômica de cada indivíduo também deve ser considerada, tendo em vista que a presença de um maior tubérculo suprameatal ou ápice petroso levaria a um ganho proporcionalmente maior na exposição no nervo trigêmeo ao ser removido.



## **7 CONCLUSÕES**

Os acessos ISORS e ETZFM pesquisados no presente estudo, acrescidos de remoção do tubérculo suprameatal (RISA) e ápice petroso (ETZFM-AP), respectivamente, levam a exposições quantitativamente e qualitativamente diferentes do nervo trigêmeo.

O acesso RISA leva a uma exposição total média do NT de 208,90 mm<sup>2</sup>, enquanto o acesso ETZFM-AP expõe em média 486,03mm<sup>2</sup> desse nervo ( $p = 0,006$ ), embora cada um deles seja relacionado a segmentos diferentes desse nervo.

Qualitativamente, o acesso ISORS leva à exposição do segmento pré-ganglionar do NT e a remoção adicional do tubérculo suprameatal (RISA) expõem a porção central do segmento ganglionar desse nervo. O acesso ETZFM leva à exposição do segmento ganglionar e pós-ganglionar do NT e a remoção adicional do ápice petroso (ETZFM-AP) expõem o segmento pré-ganglionar desse nervo.



## Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética



BRIGHAM AND  
WOMEN'S HOSPITAL



HARVARD  
MEDICAL SCHOOL

75 Francis Street  
Boston, Massachusetts 02115  
Tel: 617-732-6600  
Fax: 617-582-6163

Department of Neurosurgery

To whom it may concern,

Re: Marcio Rassi

Dr Rassi was a research fellow at our department from March 2016 to May 2017. He developed several research projects at our Lab. Among those projects he dissected 5 anatomical specimens to compare different surgical approaches to the trigeminal nerve, in a project entitled "Comparative anatomical study of the retrosigmoid approach and the trans-zygomatic extradural middle fossa approach for the surgical exposure of the trigeminal nerve". This project is to be used as his PhD thesis.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ossama Al-Mefty'.

Ossama Al-Mefty, MD, FACS  
Director of Skull Base Surgery  
Director of Skull Base Anatomical Lab

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



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Estudo anatômico comparativo entre os acessos retrósigmoideo e extradural trans-zigomático para exposição cirúrgica do nervo trigêmeo

**Pesquisador:** Eberval Gadelha Figueiredo

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 11013119.6.0000.0065

**Instituição Proponente:** Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.342.575

**Apresentação do Projeto:**

Estudo anatômico comparativo entre os acessos retrósigmoideo e extradural trans-zigomático para exposição cirúrgica do nervo trigêmeo

CAAE: 11013119.6.0000.0065

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Esse estudo tem como objetivo a análise quantitativa e qualitativa da exposição do nervo trigêmeo obtida através dos acessos retrósigmoideo e trans-zigomático, para identificar as vantagens, limitações e indicações de cada uma.

**Objetivo Secundário:**

Analisar o ganho de exposição cirúrgica proporcionada pela remoção do tubérculo suprameatal e a remoção do ápice petroso nos acessos retrósigmoideo e trans-zigomático fossa média, respectivamente.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Não se aplica.

**Benefícios:** Obtenção de dados objetivos sobre a exposição cirúrgica proporcionada por cada um dos acessos a serem estudados, fornecendo aos cirurgiões informações que podem contribuir para um melhor planejamento cirúrgico.

**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

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



Continuação do Parecer: 3.342.575

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

pesquisa adequada.

Esse estudo será realizado no Laboratório de Neuroanatomia da Base do Crânio do Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School (Boston, MA, Estados Unidos) com aprovação do Comitê de Ética dessa instituição (IRB – Institutional Review Board). Serão utilizados 5 espécimes anatômicos (cabeças) para a realização desse projeto. Os espécimes são testados e preparados para dissecação pelo Departamento de Anatomia da Universidade de Maryland, EUA.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

termos adequados

Termo de anuência do SVOC adequado

TCLE : Informamos que para a realização do presente estudo não é necessário TCLE, uma vez que os espécimes anatômicos utilizados são fruto de doação ao Laboratório de Neuroanatomia da Base do Crânio do Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School (Boston, MA, EUA) para fins de ensino e pesquisa.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

sem inadequacoes

**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_BASICAS_DO_PROJETO_1301033.pdf	13/05/2019 16:43:34		Aceito
Outros	anuencia_svoc_2.pdf	13/05/2019 16:43:06	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Outros	Projeto_completo.pdf	26/03/2019 18:27:09	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/03/2019 21:40:38	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	marcio_eberval_005.pdf	19/03/2019 14:37:25	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_20001.pdf	19/03/2019 14:16:39	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito

**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

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



Continuação do Parecer: 3.342.575

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 23 de Maio de 2019

---

Assinado por:

**Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira**  
(Coordenador(a))

**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

## **9 REFERÊNCIAS**



Al-Mefty O, Anand VK. Zygomatic approach to skull-base lesions. *J Neurosurg.* 1990;73(5):668-73.

Al-Mefty O, Ayoubi S, Gaber E. Trigeminal schwannomas: removal of dumbbell-shaped tumors through the expanded Meckel cave and outcomes of cranial nerve function. *J Neurosurg.* 2002;96(3):453-63.

Al-Mefty O, Ayoubi S, Kadri PA. The petrosal approach for the total removal of giant retrochiasmatic craniopharyngiomas in children. *J Neurosurg.* 2007;106(2 Suppl):87-92.

Ammirati M, Ma J, Becker D, Black K, Cheatham M, Bloch J. Transzygomatic approach to the tentorial incisura: surgical anatomy. *Skull Base Surg.* 1992;2(3):161-6.

Aoyagi M, Kawano Y, Tamaki M, Tamura K, Ohno K. Combined extradural subtemporal and anterior transpetrosal approach to tumors located in the interpeduncular fossa and the upper clivus. *Acta Neurochir (Wien).* 2013;155(8):1401-7.

Aristegui M, Cokkeser Y, Saleh E, Naguib M, Landolfi M, Taibah A, Sanna M. Surgical anatomy of the extended middle cranial fossa approach. *Skull Base Surg.* 1994;4(4):181-8.

Arseni C, Dumitrescu L, Constantinescu A. Neurinomas of the trigeminal nerve. *Surg Neurol.* 1975;4(6):497-503.

Asari S, Tsuchida S, Fujiwara A, Yabuno N, Furuta T, Ohmoto T. Trigeminal neurinoma presenting with intratumoral hemorrhage: report of two cases. *Clin Neurol Neurosurg.* 1992;94(3):219-24.

Beck DW, Menezes AH. Lesions in Meckel's cave: variable presentation and pathology. *J Neurosurg.* 1987;67(5):684-9.

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.

Bordi L, Compton J, Symon L. Trigeminal neuroma. A report of eleven cases. *Surg Neurol.* 1989;31(4):272-6.

Campero A, Campero AA, Socolovsky M, Martins C, Yasuda A, Basso A, Rhoton A. The transzygomatic approach. *J Clin Neurosci.* 2010;17(11):1428-33.

Chanda A, Nanda A. Retrosigmoid intradural suprameatal approach: advantages and disadvantages from an anatomical perspective. *Neurosurgery.* 2006;59(1 Suppl 1):ONS1-6.

Chang SW, Wu A, Gore P, Beres E, Porter RW, Preul MC, Spetzler RF, Bambakidis NC. Quantitative comparison of Kawase's approach versus the retrosigmoid approach: implications for tumors involving both middle and posterior fossae. *Neurosurgery.* 2009;64(3 Suppl):ons44-51.

Cheung SW, Jackler RK, Pitts LH, Gutin PH. Interconnecting the posterior and middle cranial fossae for tumors that traverse Meckel's cave. *Am J Otol.* 1995;16(2):200-8.

Cho CW, Al-Mefty O. Combined petrosal approach to petroclival meningiomas. *Neurosurgery.* 2002;51(3):708-16.

Chotai S, Kshetry VR, Petrak A, Ammirati M. Lateral transzygomatic middle fossa approach and its extensions: surgical technique and 3D anatomy. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;130:33-41.

Colasanti R, Tailor AR, Zhang J, Ammirati M. Functional Petrosectomy Via a Suboccipital Retrosigmoid Approach: Guidelines and Topography. *World Neurosurg.* 2016;87:143-54.

Cuneo HM, Rand CW. Tumors of the gasserian ganglion; tumor of the left gasserian ganglion associated with enlargement of the mandibular nerve; a review of the literature and case report. *J Neurosurg.* 1952;9(5):423-31.

Currie J, Lubin JH, Lessell S. Chronic isolated abducens paresis from tumors at the base of the brain. *Arch Neurol.* 1983;40(4):226-9.

Cushing H. Tumors of the nervus acusticus and the syndrome of the cerebellopontine angle. Philadelphia/London: W.B. Saunders, 1917.

Dandy WE. Removal of cerebellopontine acoustic tumours through a unilateral approach. *Arch Surg.* 1937;29:337-44.

- Day JD, Fukushima T, Giannotta SL. Microanatomical study of the extradural middle fossa approach to the petroclival and posterior cavernous sinus region: description of the rhomboid construct. *Neurosurgery*. 1994;34(6):1009-16.
- Day JD, Fukushima T. The surgical management of trigeminal neuromas. *Neurosurgery*. 1998;42(2):233-40.
- Deda H, Ugur HC. Zygomatic anterior subtemporal approach for lesions in the interpeduncular cistern. *Skull Base*. 2001;11(4):257-64.
- Del Priore LV, Miller NR. Trigeminal schwannoma as a cause of chronic, isolated sixth nerve palsy. *Am J Ophthalmol*. 1989;108(6):726-9.
- Dolenc VV. A combined epi- and subdural direct approach to carotid-ophthalmic artery aneurysms. *J Neurosurg*. 1985;62(5):667-72.
- Dolenc VV. Frontotemporal epidural approach to trigeminal neurinomas. *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;130(1-4):55-65.
- Ebner FH, Koerbel A, Roser F, Hirt B, Tatagiba M. Microsurgical and endoscopic anatomy of the retrosigmoid intradural suprameatal approach to lesions extending from the posterior fossa to the central skull base. *Skull Base*. 2009;19(5):319-23.
- Fisch U. Morbus Menière and acousticus-neurinoma (author's transl). *Arch Otorhinolaryngol*. 1976;212(4):363-7.
- Fujitsu K, Kuwabara T. Zygomatic approach for lesions in the interpeduncular cistern. *J Neurosurg*. 1985;62(3):340-3.

Goel A, Muzumdar D, Raman C. Trigeminal neuroma: analysis of surgical experience with 73 cases. *Neurosurgery*. 2003;52(4):783-90.

Goel A. Infratemporal fossa interdural approach for trigeminal neurinomas. *Acta Neurochir (Wien)*. 1995;136(1-2):99-102.

Guthikonda B, Theodosopoulos PV, van Loveren H, Tew JM Jr, Pensak ML. Evolution in the assessment and management of trigeminal schwannoma. *Laryngoscope*. 2008;118(2):195-203.

Hakuba A, Nishimura S, Jang BJ. A combined retroauricular and preauricular transpetrosal-transtentorial approach to clivus meningiomas. *Surg Neurol*. 1988;30(2):108-16.

Hedeman LS, Lewinsky BS, Lochridge GK, Trevor R. Primary malignant schwannoma of the Gasserian ganglion. Report of two cases. *J Neurosurg*. 1978;48(2):279-83.

Hitselberger WE, Horn KL, Hankinson H, Brackmann DE, House WF. The middle fossa transpetrous approach for petroclival meningiomas. *Skull Base Surg*. 1993;3(3):130-5.

Honeybul S, Neil-Dwyer G, Evans BT, Lang DA. The transzygomatic approach: an anatomical study. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1997;35(5):334-40.

Honeybul S, Neil-Dwyer G, Lang DA, Evans BT, Lees PD. The transzygomatic approach: a long-term clinical review. *Acta Neurochir (Wien)*. 1995;136(3-4):111-6..

House WF, Hitselberger WE. Transtemporal bone microsurgical removal of acoustic neuromas. morbidity and mortality of acoustic neuromas. *Arch Otolaryngol.* 1964;80:752-4.

House WF. Middle cranial fossa approach to the petrous pyramid. report of 50 cases. *Arch Otolaryngol.* 1963;78:460-9.

House WF. Surgical exposure of the internal auditory canal and its contents through the middle, cranial fossa. *Laryngoscope.* 1961;71:1363-85.

House WF. Transtemporal bone microsurgical removal of acoustic neuromas. evolution of transtemporal bone removal of acoustic tumors. *Arch Otolaryngol.* 1964;80:731-42.

Huang CF, Kondziolka D, Flickinger JC, Lunsford LD. Stereotactic radiosurgery for trigeminal schwannomas. *Neurosurgery.* 1999;45(1):11-6.

Inoue T, Rhoton AL Jr, Theele D, Barry ME. Surgical approaches to the cavernous sinus: a microsurgical study. *Neurosurgery.* 1990;26(6):903-32.

Isolan GR, Krayenbühl N, de Oliveira E, Al-Mefty O. Microsurgical Anatomy of the Cavernous Sinus: Measurements of the Triangles in and around It. *Skull Base.* 2007;17(6):357-67.

Jefferson G, Schorstein J. Injuries of the trigeminal nerve, its ganglion and its divisions. *Br J Surg.* 1955;42(176):561-81.

Jefferson G. The trigeminal neurinomas with some remarks on malignant invasion of the gasserian ganglion. *Clin Neurosurg.* 1953;1:11-54.

Jian FZ, Santoro A, Innocenzi G, Wang XW, Liu SS, Cantore G. Frontotemporal orbitozygomatic craniotomy to exposure the cavernous sinus and its surrounding regions. *Microsurgical anatomy. J Neurosurg Sci.* 2001 Mar;45(1):19-28. PMID: 11466504.

Kadri PA, Al-Mefty O. The anatomical basis for surgical preservation of temporal muscle. *J Neurosurg.* 2004;100(3):517-22.

Kassam AB, Prevedello DM, Carrau RL, Snyderman CH, Gardner P, Osawa S, Seker A, Rhoton AL Jr. The front door to meckel's cave: an anteromedial corridor via expanded endoscopic endonasal approach- technical considerations and clinical series. *Neurosurgery.* 2009;64(3 Suppl):ons71-82.

Kawase T, Shiobara R, Toya S. Anterior transpetrosal-transtentorial approach for sphenopetroclival meningiomas: surgical method and results in 10 patients. *Neurosurgery.* 1991;28(6):869-75.

Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T. Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. *J Neurosurg.* 1985;63(6):857-61.

Kehrli P, Maillot C, Wolff MJ. Anatomy and embryology of the trigeminal nerve and its branches in the parasellar area. *Neurol Res.* 1997;19(1):57-65.

Kouyialis AT, Stranjalis G, Papadogiorgakis N, Papavlassopoulos F, Ziaka DS, Petsinis V, Sakas DE. Giant dumbbell-shaped middle cranial fossa trigeminal schwannoma with extension to the infratemporal and posterior fossae. *Acta Neurochir (Wien).* 2007;149(9):959-63.

Krauze F. Zur Freilegung der hinteren Felsenbeinfläche und des Kleinhirns. *Beitr Klin Chir.* 1903;37:728-64.

Krayenbühl N, Isolan GR, Al-Mefty O. The foramen spinosum: a landmark in middle fossa surgery. *Neurosurg Rev.* 2008;31(4):397-401.

Krisht AF. Transcavernous approach to diseases of the anterior upper third of the posterior fossa. *Neurosurg Focus.* 2005;19(2):E2.

Lesoin F, Rousseaux M, Villette L, Autricque A, Dhellemmes P, Pellerin P, Vanecloo JM, Leys D, Jomin M. Neurinomas of the trigeminal nerve. *Acta Neurochir (Wien).* 1986;82(3-4):118-22.

Levy WJ, Ansbacher L, Byer J, Nutkiewicz A, Fratkin J. Primary malignant nerve sheath tumor of the gasserian ganglion: a report of two cases. *Neurosurgery.* 1983;13(5):572-6.

Liu JK, Fukushima T, Sameshima T, Al-Mefty O, Couldwell WT. Increasing exposure of the petrous internal carotid artery for revascularization using the transzygomatic extended middle fossa approach: a cadaveric morphometric study. *Neurosurgery.* 2006;59(4 Suppl 2):ONS309-18.

MacDonald JD, Antonelli P, Day AL. The anterior subtemporal, medial transpetrosal approach to the upper basilar artery and ponto-mesencephalic junction. *Neurosurgery.* 1998;43(1):84-9.



- Matsushima T. The cerebellopontine angle: basic structures and the “rules of three”. *Microsurgical anatomy and surgery of the posterior cranial fossa*. Japan: Springer, 2015.
- McCormick PC, Bello JA, Post KD. Trigeminal schwannoma. Surgical series of 14 cases with review of the literature. *J Neurosurg*. 1988;69(6):850-60.
- Muto J, Kawase T, Yoshida K. Meckel's cave tumors: relation to the meninges and minimally invasive approaches for surgery: anatomic and clinical studies. *Neurosurgery*. 2010;67(3 Suppl Operative):ons291-8.
- Neil-Dwyer G, Sharr M, Haskell R, Currie D, Hosseini M. Zygomaticotemporal approach to the basis cranii and basilar artery. *Neurosurgery*. 1988;23(1):20-2.
- Pait TG, Harris FS, Paullus WS, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy and dissection of the temporal bone. *Surg Neurol*. 1977;8(5):363-91.
- Parry RH. A case of tinnitus and vertigo treated by division of the auditory nerve. *J Laryngol*. 1904;n.i.
- Paulanti CM. *Area das figuras planas. uso da fórmula de Heron* [thesis]. Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2014.
- Paullus WS, Pait TG, Rhoton AI Jr. Microsurgical exposure of the petrous portion of the carotid artery. *J Neurosurg*. 1977;47(5):713-26.
- Pitelli SD, Almeida GG, Nakagawa EJ, Marchese AJ, Cabral ND. Basilar aneurysm surgery: the subtemporal approach with section of the zygomatic arch. *Neurosurgery*. 1986;18(2):125-8.

- Pollack IF, Sekhar LN, Jannetta PJ, Janecka IP. Neurilemmomas of the trigeminal nerve. *J Neurosurg*. 1989;70(5):737-45.
- Raza SM, Donaldson AM, Mehta A, Tsiouris AJ, Anand VK, Schwartz TH. Surgical management of trigeminal schwannomas: defining the role for endoscopic endonasal approaches. *Neurosurg Focus*. 2014;37(4):E17.
- Rhoton AL Jr. The anterior and middle cranial base. *Neurosurgery*. 2002a;51(4 Suppl):S273-302.
- Rhoton AL Jr. The cavernous sinus, the cavernous venous plexus, and the carotid collar. *Neurosurgery*. 2002b;51(4 Suppl):S375-410.
- Rhoton AL Jr. The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. *Neurosurgery*. 2000a;47(3 Suppl):S93-129.
- Rhoton AL Jr. The posterior fossa veins. *Neurosurgery*. 2000b;47(3 Suppl):S69-92..
- Rigante L, Herlan S, Tatagiba MS, Stanojevic M, Hirt B, Ebner FH. Petrosectomy and Topographical Anatomy in Traditional Kawase and Posterior Intradural Petrous Apicectomy (PIPA) Approach: An Anatomical Study. *World Neurosurg*. 2016;86:93-102.
- Roche PH, Lubrano VF, Noudel R. How I do it: epidural anterior petrosectomy. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011;153(6):1161-7.
- Samii M, Gerganov V. *Microsurgical anatomy of the cerebellopontine angle by the retrosigmoid approach. surgery of cerebellopontine lesions*. Berlin: Springer, 2013.

Samii M, Migliori MM, Tatagiba M, Babu R. Surgical treatment of trigeminal schwannomas. *J Neurosurg.* 1995;82(5):711-8.

Samii M, Tatagiba M, Carvalho GA. Retrosigmoid intradural suprameatal approach to Meckel's cave and the middle fossa: surgical technique and outcome. *J Neurosurg.* 2000;92(2):235-41.

Sanna M, Bacciu A, Pasanisi E, Taibah A, Piazza P. Posterior petrous face meningiomas: an algorithm for surgical management. *Otol Neurotol.* 2007;28(7):942-50.

Seiffert A. *Zur operation der akustikusneurinome.* *Z Hals-Nase-Ohrenheilkd.* 1937;42:237-9.

Seoane E, Rhoton AL Jr. Suprameatal extension of the retrosigmoid approach: microsurgical anatomy. *Neurosurgery.* 1999;44(3):553-60.

Sindou M, Emery E, Acevedo G, Ben-David U. Respective indications for orbital rim, zygomatic arch and orbito-zygomatic osteotomies in the surgical approach to central skull base lesions. Critical, retrospective review in 146 cases. *Acta Neurochir (Wien).* 2001;143(10):967-75.

Sindou M, Pelissou I. *Trigeminal neurinomas. A special type of cavernous sinus tumors. The cavernous sinus. A multidisciplinary approach to vascular and tumorous lesions.* Wien: Springer-Verlag, 1987. p. 355-376.

Stavrinou P, Drosos E, Komaitis S, Skandalakis GP, Mazarakis NK, Kalyvas AV, Troupis T, Goldbrunner R, Stranjalis G, Koutsarnakis C. Direct Comparison Between the Kawase Approach and Retrosigmoid Intradural Suprameatal Corridor to Access the Petroclival Region Using Computed Tomography Quantitative Volumetric Analysis: A Cadaveric Study. *World Neurosurg.* 2022;166:e841-e849.

Taha JM, Tew JM Jr, van Loveren HR, Keller JT, el-Kalliny M. Comparison of conventional and skull base surgical approaches for the excision of trigeminal neurinomas. *J Neurosurg.* 1995;82(5):719-25.

Tang Y, Wang HD, Ma CY, Zhan CS, Ji XJ, Zhu L, Li W, You WC, Lin HP, Zhong WZ. Quantitative anatomic comparison of the extended pterional transtemporal transtentorial approach and the subtemporal transtentorial approach to the petroclival region. *Turk Neurosurg.* 2015;25(1):9-15..

Tatagiba M, Rigante L, Mesquita Filho P, Ebner FH, Roser F. Endoscopic-Assisted Posterior Intradural Petrous Apicectomy in Petroclival Meningiomas: A Clinical Series and Assessment of Perioperative Morbidity. *World Neurosurg.* 2015;84(6):1708-18.

Terasaka S, Sawamura Y, Goto S, Fukushima T. A lateral transzygomatic-transtemporal approach to the infratemporal fossa: technical note for mobilization of the second and third branches of the trigeminal nerve. *Skull Base Surg.* 1999;9(4):277-877.

Umansky F, Elidan J, Valarezo A. Dorello's canal: a microanatomical study. *J Neurosurg.* 1991;75(2):294-8.

Uttley D, Archer DJ, Marsh HT, Bell BA. Improved access to lesions of the central skull base by mobilization of the zygoma: experience with 54 cases. *Neurosurgery*. 1991;28(1):99-103.

Wanibuchi M, Fukushima T, Zomordi AR, Nonaka Y, Friedman AH. Trigeminal schwannomas: skull base approaches and operative results in 105 patients. *Neurosurgery*. 2012;70(1 Suppl Operative):132-43.

Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, de Oliveira E, Ribas GC. Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery*. 2005;56(1 Suppl):4-27.

Yasui T, Hakuba A, Kim SH, Nishimura S. Trigeminal neurinomas: operative approach in eight cases. *J Neurosurg*. 1989;71(4):506-11..

Yoshida K, Kawase T. Trigeminal neurinomas extending into multiple fossae: surgical methods and review of the literature. *J Neurosurg*. 1999;91(2):202-11.

Youssef S, Kim EY, Aziz KM, Hemida S, Keller JT, van Loveren HR. The subtemporal interdural approach to dumbbell-shaped trigeminal schwannomas: cadaveric prosection. *Neurosurgery*. 2006;59(4 Suppl 2):ONS270-7.

Ziyal IM, Salas E, Wright DC, Sekhar LN. The petrolingual ligament: the anatomy and surgical exposure of the posterolateral landmark of the cavernous sinus. *Acta Neurochir (Wien)*. 1998;140(3):201-4.