

FERNANDO ROBERTO GONDIM CABRAL DE VASCONCELOS

**Descrição técnica e avaliação anatômica da minicraniotomia
suboccipital extrema lateral**

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

Programa de Neurologia

Orientador: Prof. Dr. Eberval Gadelha Figueiredo

Coorientador: Prof. Dr. Almir Ferreira de Andrade

**São Paulo
2021**

FERNANDO ROBERTO GONDIM CABRAL DE VASCONCELOS

**Descrição técnica e avaliação anatômica da minicraniotomia
suboccipital extrema lateral**

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

Programa de Neurologia

Orientador: Prof. Dr. Eberval Gadelha Figueiredo

Coorientador: Prof. Dr. Almir Ferreira de Andrade

**São Paulo
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Vasconcelos, Fernando Roberto Gondim Cabral de
Descrição técnica e avaliação anatômica da
minicraniotomia suboccipital extrema lateral /
Fernando Roberto Gondim Cabral de Vasconcelos. --
São Paulo, 2021.

Tese (doutorado) -- Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.
Programa de Neurologia.
Orientador: Eberval Gadelha Figueiredo.

Descritores: 1.Procedimentos cirúrgicos
minimamente invasivos 2.Craniotomia 3.Microcirurgia
4.Fossa craniana posterior 5.Neuronavegação 6.Forame
magno

USP/FM/DBD-435/21

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

*Aos meus amados pais, Fernando Cabral de Vasconcelos e Maria Edalcides,
pelo amor incondicional e pelos exemplos de retidão a serem seguidos.
Ao meu irmão, Meinardo Neto, pelo companheirismo, apoio e amizade.
À minha esposa, Mariana Galvão, pela dedicação, amor,
compreensão e por possibilitar a construção de nossa família.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Eberval Gadelha Figueiredo, pela oportunidade concedida, pelos ensinamentos e por todo o apoio ao longo desta jornada.

Ao Professor Dr. Almir Ferreira de Andrade, pelo seu empenho no desenvolvimento do laboratório de técnica neurocirúrgica, o qual possibilitou a realização dessa tese, além da agradável convivência ao longo do período de residência médica.

Ao Professor Dr. Manoel Jacobsen Teixeira, pela paixão à ciência transmitida aos seus alunos.

Ao Professor Dr. Carlos Augusto Pasqualucci, Diretor do Serviço de Verificação de Óbitos da capital, pela oportunidade.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

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. Divisão 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 Documentação; 2011.

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

Termos anatômicos conforme nomenclatura anatômica vigente no momento desta publicação: Sociedade Brasileira de Anatomia. *Terminologia anatômica internacional*. 1ª edição - São Paulo: Manole, 2001.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

RESUMO

ABSTRACT

1	INTRODUÇÃO.....	2
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo primário	5
2.2	Objetivos secundários.....	5
3	REVISÃO DE LITERATURA E DESCRIÇÃO DO ACESSO CIRÚRGICO PROPOSTO	7
3.1	Craniotomia suboccipital extrema lateral clássica (CSELC)	7
3.2	Minicraniotomia suboccipital extrema lateral	12
4	MÉTODOS	23
4.1	Metodologia - Minicraniotomia suboccipital extrema lateral	23
4.1.1	Dissecções.....	23
4.1.2	Descrição da técnica cirúrgica	25
4.1.3	Análise qualitativa e quantitativa.....	26
4.1.4	Análise radiológica.....	28
4.2	Metodologia - estudos comparativos	28
4.2.1	Técnica clássica	29
4.2.2	Técnica minimamente invasiva	30
4.2.3	Análise estatística.....	31
5	RESULTADOS	34
5.1	Resultado qualitativo.....	34
5.1	Resultados descritivos	45
5.3	Resultado qualitativo radiológico.....	47
5.4	Análise inferencial	50

5.4.1	Técnica clássica	50
5.4.2	Técnica minimamente invasiva	51
6	DISCUSSÃO	53
7	CONCLUSÕES.....	59
8	ANEXOS.....	61
8.1	ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética Médica (CEP).....	61
9	REFERÊNCIAS.....	65

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CSEL	Craniotomia Suboccipital Extrema Lateral
E cols.	E colaboradores
Et al.	E outros, abreviação da expressão latina <i>Et alii</i>
Fac	Nervo Facial
Hyp	Canal do Nervo Hipoglosso
IAM	Meato Acústico Interno
IDVT	Artéria Vertebral Ipsilateral
JF	Forame Jugular
LCI	Ponto Mais Inferior Visível do Clivus
MCI	Ponto Mais Medial da Porção Média Visível do Clivus
MiniCSEL	Minicraniotomia Suboccipital Extrema Lateral
PICA	Artéria Cerebelar Posteroinferior
SVO	Serviço de Verificação de Óbitos
UCI	Ponto Mais Superior Visível do Clivus
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Representação de posicionamento cirúrgico em "*Park Bench*", à direita, com evidência de incisão cutânea para acesso suboccipital extremo lateral.....8
- Figura 2** - Dissecção miocutânea do acesso clássico, com especial ênfase para morfologia da incisão cutânea e para demarcação de osteotomias.....9
- Figura 3** - Ressecções ósseas e demarcação de diérese dural no acesso clássico.....10
- Figura 4** - Base do crânio, em visão inferior, com enfoque na relação entre fossa condilar, côndilo occipital e tubérculo jugular11
- Figura 5** - Representação de acesso cirúrgico completamente executado12
- Figura 6** - Posicionamento em 3/4 de pronação e fixação do crânio para acesso extremo lateral.13
- Figura 7** - Incisão proposta em 'Z', com principais referenciais marcados.....14
- Figura 8** - Corte axial cervical de cadáver evidenciando a anatomia topográfica de musculatura cervical posterior15
- Figura 9** - Visão inferior da base do crânio com delimitação dos ossos a partir da coloração, com evidência da fossa condilar, centro de referência ósseo da craniotomia suboccipital extrema lateral16
- Figura 10** - Visão superior da fossa posterior na base do crânio, com enfoque para a área representativa, internamente, da fossa condilar externamente.....17
- Figura 11** - Visão inferior da base do crânio, com enfoque no forame magno e na sua relação anatômica com o côndilo occipital e com a fossa condilar18
- Figura 12** - Incisão proposta em relação aos principais reparos ósseos craniocervicais palpáveis através da pele.....20
- Figura 13** - Acesso cirúrgico proposto - minicraniotomia suboccipital extrema lateral - completamente executado.....21
- Figura 14** - Imagem ilustrativa da Cabeceira Sugita e da mesa cirúrgica Mercedes IMEC 1001.....24
- Figura 15** - Imagem ilustrativa do Drill Elétrico Primado NSK e do microscópio ZEISS Contraves.....24
- Figura 16** - Imagem ilustrativa do sistema de neuronavegação.....25

Figura 17 -	Imagem ilustrativa da área de exposição petroclival, após craniotomia suboccipital e hemilaminectomia de C1, à esquerda	30
Figura 18 -	Imagem ilustrativa da incisão minimamente invasiva em “S” longitudinal, com extensão de 07cm.....	31
Figura 19 -	Cadáver em decúbito dorsal, com leve rotação e flexão do pescoço, após realização de ampla tricotomia occipitocervical à direita.....	36
Figura 20 -	Imagem em aumento para evidenciar o destaque para a marcação da incisão cirúrgica proposta	37
Figura 21 -	Incisão e dissecação do tecido celular subcutâneo, com evidência da área de exposição almejada após reparo dos <i>flaps</i> cutâneos	38
Figura 22 -	Exposição de osso occipital e arco de C1 ipsilateral, após dissecação muscular cervical em sentido craniocaudal, em plano único.....	39
Figura 23 -	Detalhe da exposição óssea, enfoque na exposição do osso occipital, arco de C1, processo articular de C1 e articulação atlantooccipital	40
Figura 24 -	Identificação das estruturas ósseas e vasculares relevantes para a minicraniotomia suboccipital extremalateral, a saber: arco de C1, processo articular de C1 e côndilo occipital, osso occipital e artéria vertebral	41
Figura 25 -	Acesso cirúrgico com foco na exposição dural de transição craniocervical após ressecções ósseas	42
Figura 26 -	Marcação da abertura dural da transição cerebelomedular no acesso proposto.....	43
Figura 27 -	Exposição das estruturas nervosas da transição cerebelomedular, em visão póstero-lateral, após diérese dural	44
Figura 28 -	Exemplificação descritiva, em tomografia neuronavegada, dos pontos utilizados para a obtenção da área de exposição petroclival: forame magno anterior e ponto mais inferior visível do clivus.....	48
Figura 29 -	Exemplificação descritiva, em tomografia neuronavegada, dos pontos utilizados para a obtenção da área de exposição petroclival: ponto mais medial da porção média e ponto mais superior visível do clivus	49
Figura 30 -	Exemplificação descritiva, em tomografia neuronavegada, dos pontos utilizados para a obtenção da área de exposição petroclival: forame jugular e meato acústico interno	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Distância, em milímetros, de pontos de interesse	45
Tabela 2 -	Áreas de exposição petroclival por cada acesso cirúrgico, em mm ²	47
Tabela 3 -	Análise inferencial das áreas de exposição petroclival	51

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Hexágono representativo, em escala milimétrica, da área de exposição petroclival27
- Gráfico 2** - Demonstração das médias das distâncias, em milímetros, de pontos de interesse do acesso, pelo neuronavegador46

RESUMO

Cabral-Vasconcelos FRG. *Descrição técnica e avaliação anatômica da minicraniotomia suboccipital extrema lateral* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2021.

Introdução: A craniotomia suboccipital extrema lateral (CSEL) é classicamente utilizada para acessar e tratar, de forma cirúrgica, as afecções da transição craniocervical, em especial, as lesões anteriores e anterolaterais à transição occipitocervical. O acesso cirúrgico para essa região, classicamente, exige craniotomias extensas, podendo causar diversas complicações que aumentam a morbimortalidade, a saber: isquemia de ferida operatória, fístula liquórica, infecção pós-operatória, pseudomeningocele e lesão da artéria vertebral. De acordo com a tendência a se realizar acessos menos invasivos e a reduzir complicações pós-operatórias, estudamos a realização de acesso cirúrgico suboccipital extremo lateral minimamente invasivo (Minicraniotomia suboccipital extrema lateral - MiniCSEL) e comparamos a área de exposição cirúrgica com outros acessos propostos previamente (clássico e minimamente invasivo). **Objetivos:** Descrever acesso cirúrgico menos invasivo, com potencial de gerar menos morbimortalidade, ao qual chamamos de MiniCSEL. Realizar avaliação qualitativa do acesso cirúrgico proposto, com exposição de características, de benefícios e dos limites da área de exposição petroclival, por meio de fusão com tomografia computadorizada de crânio *post mortem*. Realizar análise descritiva das mensurações realizadas pelo acesso cirúrgico proposto. Realizar análise comparativa/inferencial da área de exposição petroclival da minicraniotomia suboccipital extrema lateral com acessos cirúrgicos quantitativos previamente descritos - acesso clássico com ampla exposição e minimamente invasivo. **Métodos:** 06 acessos cirúrgicos foram realizados em cadáver, e todas as medidas foram realizadas por meio de um sistema de neuronavegação auxiliado por um instrumento do tipo sonda com 4 esferas luminosas, que permitem identificação de qualquer ponto no espaço visível pelas câmeras de captura infravermelho, determinando sua localização por meio do sistema cartesiano x, y, z. Os pontos de interesse foram fundidos para análise qualitativa em tomografia de crânio cortes finos *post mortem*. A área de exposição petroclival foi calculada, com delimitação de área hexagonal, a partir de pontos de interesse específicos, e foi feita a análise comparativa com os mesmos dados preexistentes do acesso clássico e de acesso menos invasivo, em estudos prévios. **Resultados:** A área de exposição petroclival média encontrada foi de $376,8 \pm 45\text{mm}^2$. Não houve prejuízo na área de exposição petroclival em relação aos acessos clássicos previamente descritos (Spektor, média $338 \pm 86\text{mm}^2$), com $g1 = 17$, $T = 7,22$., $p < 0,05$; com ampla vantagem em relação à maior área de exposição em relação ao acesso minimamente invasivo descrito

(Zhang, média $208,5 \pm 28,4\text{mm}^2$), com $gl = 16$, $T = 20,3$, $p < 0,05$. **Conclusões:** A miniCSEL, de maneira quantitativa, não apresenta limitação de exposição cirúrgica em relação ao acesso clássico, em termos de área de exposição petroclival. De forma qualitativa, apresenta benefício de ser um acesso menor, menos invasivo, com menos lesão tecidual e muscular e diminuição potencial do tempo cirúrgico. Os dados apresentados, associados à experiência do cirurgião, auxiliam a escolha individualizada do acesso cirúrgico.

Descritores: Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos; Craniotomia; Microcirurgia; Fossa craniana posterior; Neuronavegação; Forame magno.

ABSTRACT

Cabral-Vasconcelos FRG. *Technical description and anatomical evaluation of the mini lateral suboccipital craniotomy* [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2021.

Introduction: Extreme lateral suboccipital craniotomy (CSEL) is classically used to access lesions of the craniocervical junction, especially the anterior and anterolateral lesions of the occipitomedullary transition. Surgical access to this region is extensive and could lead to several complications that increase morbidity and mortality, including ischemia of surgical wound, cerebrospinal fluid leak, postoperative infection, pseudomeningocele and injury to the vertebral artery. Corroborated by the tendency to perform less invasive surgeries and reduce postoperative complications, we studied a new minimally invasive suboccipital surgical access (Mini lateral suboccipital craniotomy – Mini CSEL), as long as it conserves a petroclival area similar to the classic route.

Objective: Describe less invasive surgical access, with the potential to generate less morbidity and mortality, which we call MiniCSEL. Conduct a qualitative assessment of the proposed surgical access, with exposure of characteristics, benefits and exposure of the limits of the petroclival exposure area, through fusion with post-mortem skull computed tomography. Descriptive analysis of the measurements made by the proposed surgical approach. Perform comparative/inferential analysis of the petroclival exposure area of the mini lateral extreme suboccipital craniotomy with quantitative surgical accesses previously described (classic access with wide exposure and minimally invasive).

Methods: Six surgical accesses were performed. All measurements were made using a neuronavigation system aided by a probe-type instrument with four luminous spheres, which allow identification of any point in the visible space by the infrared capture cameras, determining its location through the cartesian system X/Y/Z. The area of petroclival exposure was calculated, with delimitation of a hexagonal area and specific points of interest; comparative analysis was carried with similar preexisting data of the classic and modified access, in previous studies. **Results:** The average petroclival exposure area found was $376.8 \pm 45\text{mm}^2$. There was no loss in the petroclival exposure area in relation to the classic accesses previously described (Spektor, mean $338 \pm 86\text{mm}^2$), with $g1 = 17$, $T = 7.22$, $P < 0.05$; with wide advantage in relation to the larger exposure area in relation to the minimally invasive accesses described (Zhang, mean $208.5 \pm 28.4\text{mm}^2$), with $g1 = 16$, $T = 20.3$, $p < 0.05$.

Conclusions: The miniCSEL does not present a quantitative loss in relation to the classic access, in terms of petroclival area. Qualitatively, it has the presumed benefit of being smaller, less invasive, reducing tissue and muscle damage, decreasing surgical time, with a potential lower rate of complications. The data presented associated with

the surgeon's experience help in the individualized choice of surgical access. Further studies are needed for clinical evaluation of MiniCSEL.

Descriptors: Minimally invasive surgical procedures; Craniotomy; Microsurgery; Posterior cranial fossa; Neuronavigation; Foramen magnum.

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As afecções localizadas na fossa posterior são bastante frequentes, incluindo tanto lesões vasculares quanto neoplásicas, benignas ou malignas. Nesse contexto, podemos identificar as lesões que acometem a porção anterior e anterolateral do forame magno, o terço inferior e o médio do clivus, a porção cervical anterior alta C1-C2 e as lesões do clivus extradurais¹⁻³. Aneurismas da artéria vertebral, aneurismas da artéria cerebelar inferior posterolateral, meningiomas, neurinomas, metástases da transição occipitocervical ou cordomas/condrossarcomas de clivus são alguns dos exemplos dessas afecções¹⁻⁵.

As craniotomias de fossa posterior medianas e a craniotomia retromastoidea são as mais comumente realizadas para tratar afecções da fossa posterior, mas se mostram limitadas para o tratamento cirúrgico das doenças nas localizações previamente citadas¹⁻³. O acesso suboccipital extremo lateral é o acesso cirúrgico de eleição para essas doenças, evitando-se a morbimortalidade de um acesso transoral ou transfacial¹⁻⁴.

Até o desenvolvimento da neurocirurgia moderna e das técnicas microneurocirúrgicas, as lesões anteriores ou anterolaterais ao forame magno eram consideradas inoperáveis^{4,6,7}. Yasargil e Curcic *et al.*⁶, em revisões de casos e em descrições microneurocirúrgicas, inseriram os conceitos da craniotomia suboccipital extrema lateral, porém com índice de mortalidade variando de 13 a 45%. Em 1986, Heros *et al.*⁷ descreveram a craniotomia suboccipital extrema lateral para o tratamento dos aneurismas da artéria vertebral, terço proximal da basilar e artéria cerebelosa posteroinferior. Em 1988, na França, Bernard George *et al.*⁴ descreveram o acesso extremo lateral e sua série de casos para acesso microcirúrgico a tumores extra-axiais benignos da porção anterior do forame magno. Desde então, a craniotomia extrema lateral se tornou uma referência para o tratamento das afecções dessa região, sendo, de forma clássica, descrita e, posteriormente, difundida por escritos de Rhoton, de Wen, de Oliveira e de Spetzler^{1,2,8-12}.

O acesso cirúrgico classicamente descrito exige extensa craniotomia, podendo originar diversas complicações que aumentam a morbimortalidade, a saber: isquemia de ferida operatória, fístula liquórica, infecção pós-operatória, pseudomeningocele e lesão

da artéria vertebral^{1,2,4,13}. Ao longo dos últimos anos, alguns pesquisadores aventaram algumas mudanças do acesso cirúrgico originariamente descrito no sentido de se tentar minimizar a morbidade e as complicações associadas ao procedimento, sem uma conclusão uniforme¹⁴⁻¹⁸.

Corroborado pela tendência a se realizar acessos menos invasivos, a reduzir complicações pós-operatórias e a priorizar melhora clínica do paciente, estudamos a realização de acesso cirúrgico suboccipital extremo lateral minimamente invasivo, com o objetivo de conservar a área de exposição cirúrgica similar ao acesso clássico¹⁹.

O acesso proposto e avaliado anatomicamente chama-se minicraniotomia suboccipital extrema lateral (MiniCSEL), sendo, nesta tese, comparada, de forma quantitativa, à área de exposição cirúrgica com o acesso extremo lateral clássico e modificado.

2 OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo primário

1. Descrever acesso cirúrgico menos invasivo, com potencial de gerar menos morbimortalidade, com recuperação mais rápida, que denominamos de minicraniotomia suboccipital extrema lateral e efetuar análise qualitativa e descritiva da área de exposição cirúrgica do acesso cirúrgico proposto.

2.2 Objetivos secundários

1. Realizar avaliação radiológica dos limites da área de exposição petroclival, por meio da fusão dos dados da neuronavegação com tomografia computadorizada *post-mortem*, relacionando-os à reconstrução óssea da base do crânio e às principais estruturas neurovasculares da transição occipitocervical; possibilitando avaliação de programação cirúrgica e de viabilidade do acesso para cada caso;
2. Realizar análise comparativa/inferencial da área de exposição petroclival da minicraniotomia suboccipital extrema lateral com acessos cirúrgicos quantitativos previamente descritos - acesso clássico com ampla exposição e minimamente invasivo.

3 Revisão de Literatura e Descrição do Acesso Cirúrgico Proposto

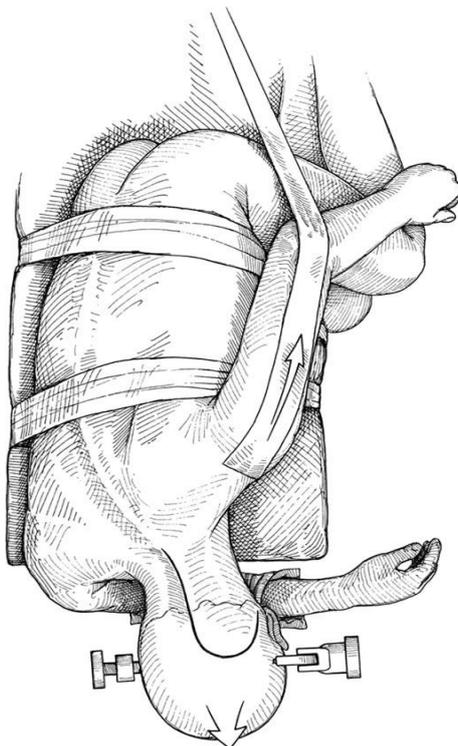
3 REVISÃO DE LITERATURA E DESCRIÇÃO DO ACESSO CIRÚRGICO PROPOSTO

3.1 Craniotomia suboccipital extrema lateral clássica (CSELC)

Yasargil *et al.*⁶ inseriram os conceitos do acesso suboccipital extremo lateral no âmbito da microneurocirurgia moderna, tendo o acesso cirúrgico CSELC sido posteriormente descrito, em 1986 e 1988, por Heros *et al.*⁷ e por Bernard George *et al.*⁴, de forma respectiva. As afecções neoplásicas benignas do forame magno e vasculares da artéria vertebral foram as doenças que motivaram o desenvolvimento desse acesso à princípio, tendo sido, de maneira clássica, difundida posteriormente por vários trabalhos de Rhoton, de Wen, de Oliveira e de Spetzler^{1,2,8-12}.

Classicamente o acesso cirúrgico é centrado em posição paramediana/lateral da transição craniocervical, com dissecação dos planos musculares superficiais, identificação do triângulo suboccipital e conseqüentemente da artéria vertebral^{1,2,20,21}. É descrito com o posicionamento do paciente para o acesso em 3/4 de pronação - posição de “*park bench*” ou decúbito lateral oblíquo - para o lado contralateral ao acesso cirúrgico, com auxílio de posicionamento com cabeceira rígida^{1,2,22-24} (Figura 1).

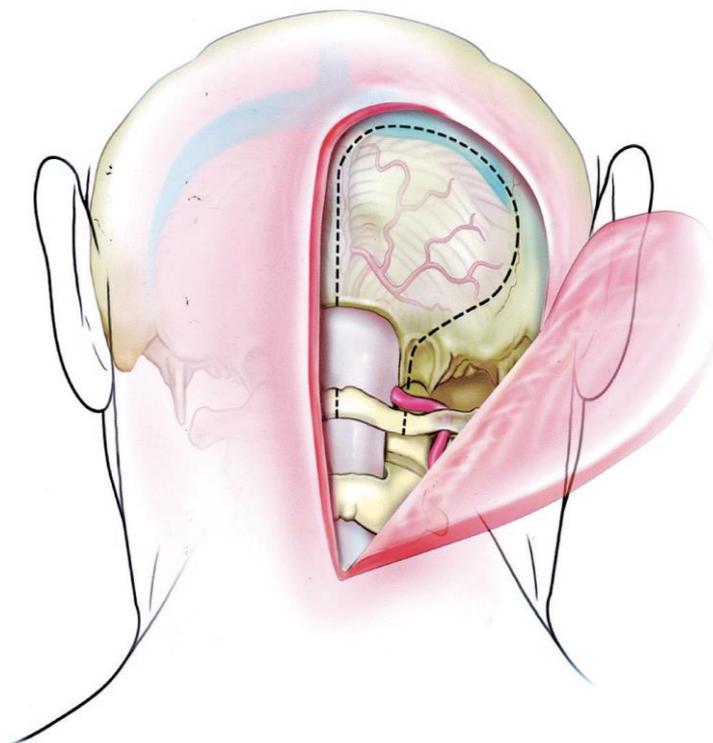
A incisão segue a configuração em taco de hóquei; iniciando na linha mediana cervical ao nível do processo espinhoso de C5, estende-se superiormente até o ínion, com extensão lateral pela linha nugal superior, posteriormente se estendendo, de modo inferior, até o processo mastoide^{1,2,25}.



Fonte: adaptado de Lanzino, 2005⁸

Figura 1 - Representação de posicionamento cirúrgico em “Park Bench”, à direita, com incisão cutânea para acesso suboccipital extremo lateral esquerdo

As descrições mais pormenorizadas se atêm à dissecação muscular por planos, até o coxim de tecido adiposo que precede o triângulo muscular suboccipital^{1,2,15}. É realizada a exposição óssea occipital, a das lâminas e a dos processos espinhosos de C1 e C2. A artéria vertebral é isolada e preservada, com atenção a se evitar sangramento de seu plexo venoso periarterial^{1,2,5,13,15,26-29} (Figura 2).



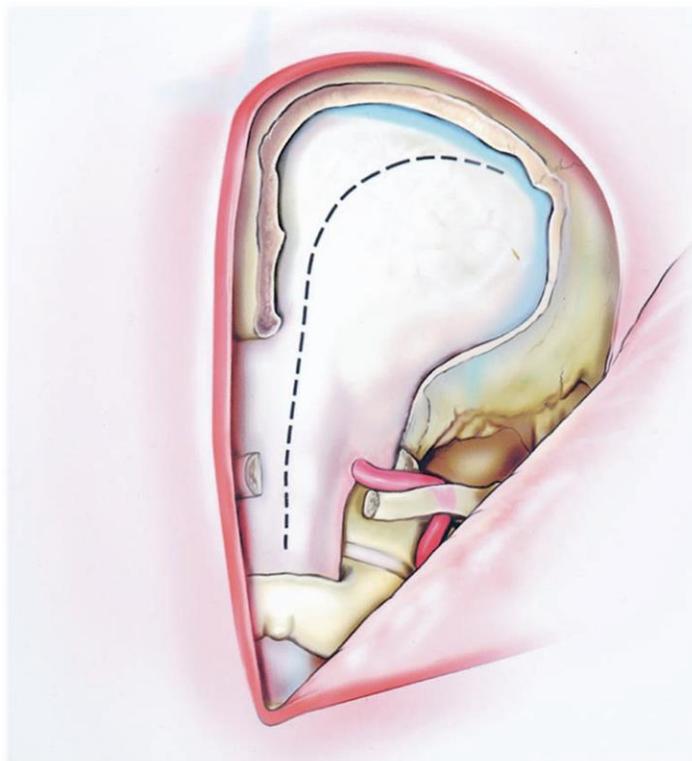
Fonte: Adaptado de D'Ambrosio, 2004⁵

Figura 2 - Dissecção miocutânea do acesso clássico, com especial ênfase para morfologia da incisão cutânea e para demarcação de osteotomias. Incisão em taco de hóquei, à direita, com exposição óssea craniana e cervical. Linha tracejada representa área delimitada para realização de osteotomias, para compor a craniotomia suboccipital lateral, a hemilaminectomia de C1 e a condilectomia.

A craniotomia é centrada na fossa subcondilar, com três remoções ósseas consecutivas principais: craniotomia suboccipital lateral, hemilaminectomia de C1 e condilectomia. Adicionalmente à hemilaminectomia do atlas, pode-se remover a porção medial do processo transverso da primeira vértebra cervical, se necessário, para a mobilização da artéria vertebral^{1,2,10,30-33}.

Procedem-se variáveis graus de extensão de remoções ósseas craniocervicais, dando origem às subdivisões do acesso occipital lateral, a depender do adequado posicionamento do paciente, da afecção a ser abordada e do deslocamento inicial das estruturas nervosas e vasculares pela doença a ser tratada^{13,34-36}.

As estruturas ósseas que podem ser removidas são o terço posterior do côndilo occipital, o tubérculo jugular, o processo jugular, a articulação tubérculo-facetária de C1 e o processo mastoide^{1-11,15,22-36}. A diérese da dura-máter cursa da porção dural cervical alta através do seio circular de modo superior e lateralmente ao rebordo ósseo medial da craniotomia^{1-11,15,22-36} (Figura 3).



Fonte: Adaptado de D'Ambrosio, 2004⁵

Figura 3 - Ressecções ósseas e demarcação de diérese dural no acesso clássico. Na imagem, incisão cutânea em taco de hóquei, seguidas de remoção óssea secundária a craniotomia suboccipital, a hemilaminectomia de C1 e a condilectomia ipsilateral. A linha tracejada representa a diérese de dura-máter em seu trajeto pela coluna cervical alta, pelo seio circular na altura do forame magno e pela fossa posterior no aspecto medial da craniotomia.

Diversos autores expuseram suas experiências clínicas e em laboratório, proporcionando o conhecimento para subdividir o acesso por Wen e por Rhoton², em 1997, em:

- Acesso extremo lateral transcondilar;
- Acesso extremo lateral supracondilar transtubercular;
- Acesso extremo lateral paracondilar.

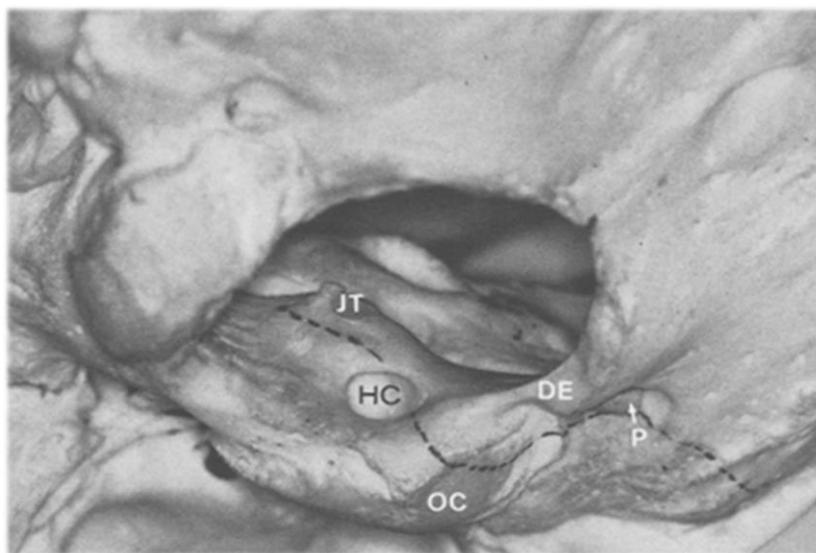
Pouco tempo depois, Salas *et al.*¹³, em 1999, subdividiram o acesso suboccipital lateral em seis subtipos de acessos diferentes, baseado na extensão da ressecção óssea. São eles o acesso transfacetário, o retrocondilar, o transcondilar parcial, o transcondilar total, o acesso transjugular extremo lateral e o acesso transtubercular¹³. Importante

salientar que, atualmente, a condilectomia não é passo obrigatório do acesso extremo lateral, devendo a craniotomia ser centrada na fossa subcondilar^{10,37-40}.

A necessidade e o benefício da condilectomia do terço posterior do côndilo variam de acordo com o tamanho do côndilo occipital, com a forma e o tamanho do forame magno, com a distância entre a porção rostral/ventral do tronco cerebral em relação ao clivus, com a quantidade de drenagem líquórica da cisterna magna e o grau de relaxamento cerebral, com o tamanho do desvio do tronco cerebral e dos nervos cranianos pela afecção específica da transição occipitocervical, com o trajeto da artéria vertebral através da dura-máter, com a altura da confluência das artérias vertebrais para a formação da artéria basilar, com as variações anatômicas da artéria cerebelar posteroinferior e com o tamanho do tubérculo jugular³⁷⁻⁴⁰.

Os passos adicionais do acesso não são necessariamente dependentes uns dos outros, de tal forma que, a depender da anatomia, pode-se realizar ressecção do tubérculo jugular, sem condilectomia ou ressecção do processo jugular sem ressecção do terço posterior do côndilo, por exemplo.^{1,2,10,26} (Figura 4).

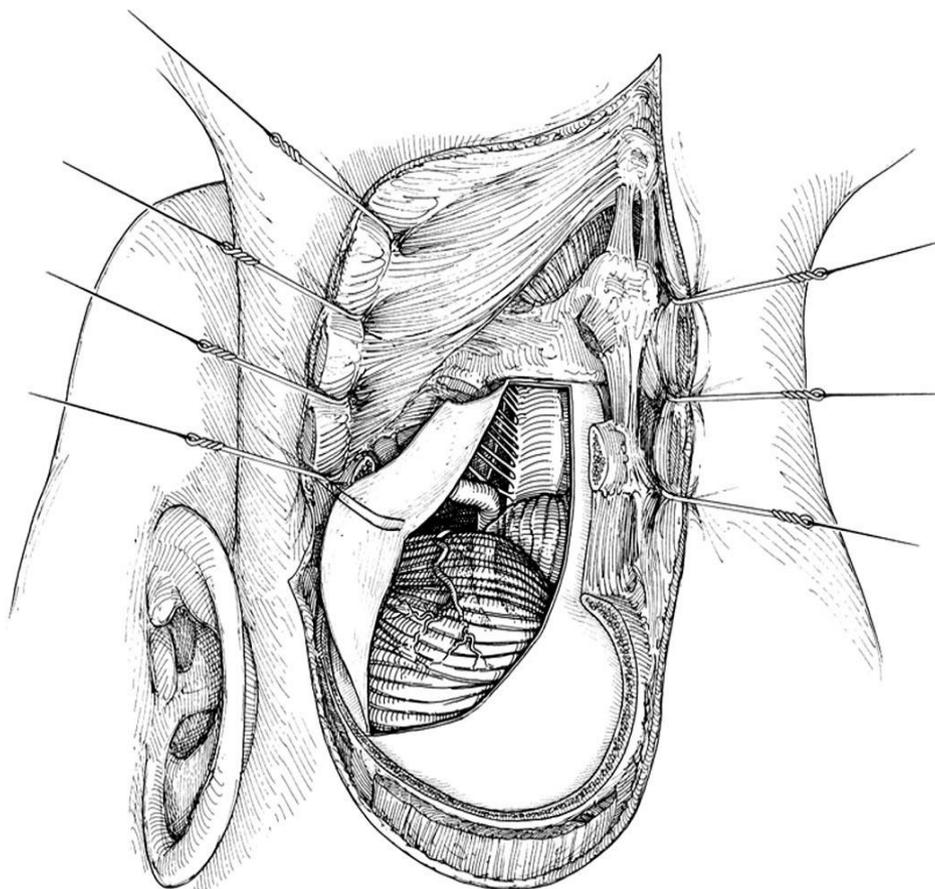
O acesso cirúrgico clássico completamente executado é demonstrado na Figura 5.



Fonte: Adaptado de Bertalanfy, 1995²⁷

Figura 4 - Base do crânio, em visão inferior, com enfoque na relação entre fossa condilar, côndilo occipital e tubérculo jugular. Linha pontilhada evidência, aproximadamente, área de ressecção óssea. Evidência, na gravura, de craniotomia centrada na fossa condilar, podendo envolver, caso necessário, a ressecção do terço posterior do côndilo occipital e o tubérculo jugular.

Legenda: JT – tubérculo jugular, visualizado através do forame magno. HC – canal do nervo hipoglosso, visualizado através do forame magno. OC – côndilo occipital. DE – ponto de penetração dural da artéria vertebral. P – veia emissária condiliana posterior à direita.

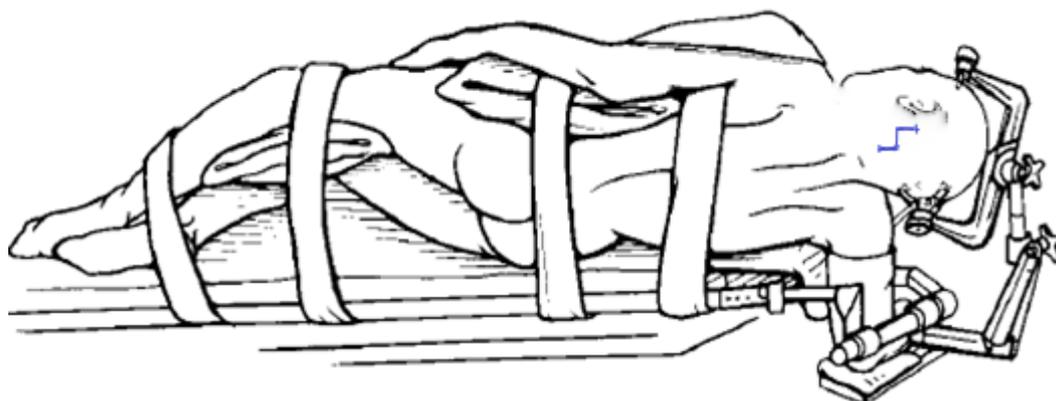


Fonte: adaptado de Lanzino, 2005⁸

Figura 5 - Representação de acesso cirúrgico completamente executado. Craniotomia suboccipital extrema lateral clássica direita. Incisão em taco de hóquei, com incisão cervical mediana com término ao nível do processo espinhoso de C5. Flap miocutâneo rebatido lateralmente. Exposição óssea suboccipital, além de processo espinhoso e hemilâmina do atlas e do eixo. Remoção óssea de hemilâmina de C1 e suboccipital à direita. Diérese da dura-máter estendendo-se da porção cervical alta, passando pelo seio circular em trajeto ascendente até próximo ao seio transversal, estendendo-se, de maneira lateral, com meninge rebatida lateralmente. Evidência posterolateral do hemisfério cerebelar direito, da tonsila cerebelar, da artéria vertebral em seu segmento V4, além da medula cervical alta, ligamento denteado e nervos cranianos baixos ipsilaterais.

3.2 Minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Baseado em estudos anatômicos microcirúrgicos e na revisão de literatura, propomos a minicraniotomia suboccipital extrema lateral. O posicionamento do paciente é similar ao proposto para o acesso clássico^{1,2,22-24} (Figura 6).

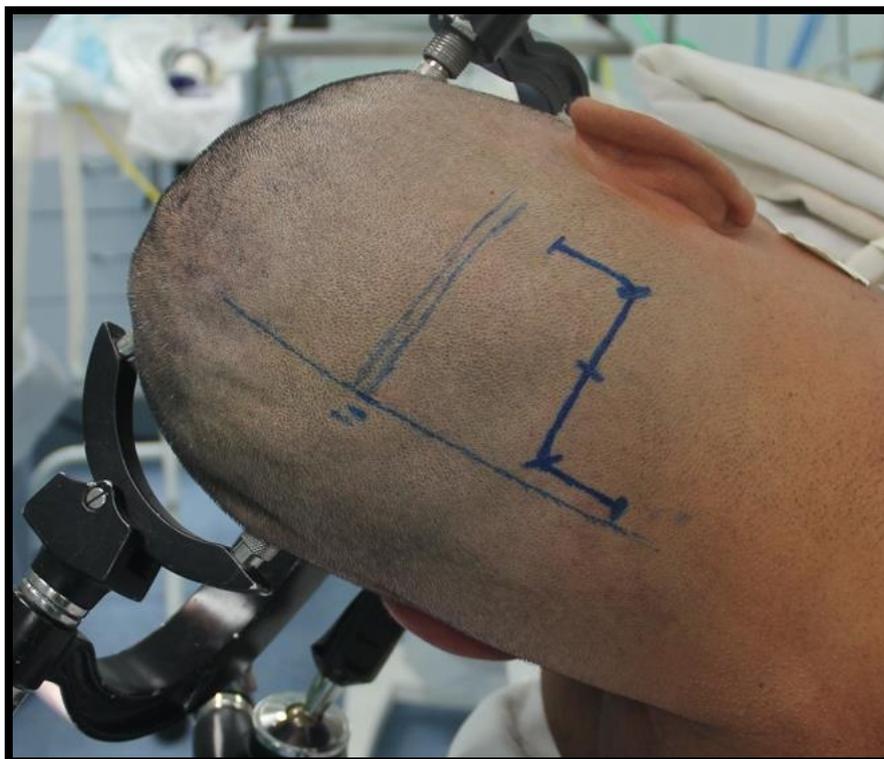


Fonte: Adaptado de Salas, 1999¹³

Figura 6 - Posicionamento em 3/4 de pronação e fixação do crânio para acesso extremo lateral

Esse posicionamento nos permite acessar a transição occipitocervical sem comprometimento do retorno venoso por compressão de veias jugulares e com uma menor necessidade de dissecação muscular cervical posterior^{1,2,22-24}. A posição da cabeça deve obedecer a três movimentos sequenciais: flexão do pescoço, seguido de inclinação da cabeça para o lado do decúbito e rotação do pescoço ipsilateral ao lado do acesso cirúrgico. O ombro deve ser retraído para baixo e para frente, potencializado pela posição 3/4 pronação^{1,2,22-24}.

A incisão cutânea segue um trajeto em "Z", com início 01 cm medial e superior à apófise mastoide, prossegue, em sentido descendente, por cerca de 02 cm, para mudar orientação medialmente até a linha média e continuar, de modo inferior, até a altura do processo espinhoso de C2 (Figura 7).



Fonte - Acervo pessoal do autor – imagem ilustrativa de marcação cirúrgica pré-operatória

Figura 7 - Incisão proposta em 'Z', com principais referenciais marcados. Início medial e superior à apófise mastoide, segue, em sentido descendente, por cerca de 02 cm, para mudar orientação medialmente até a linha média e seguir, de modo inferior, até a altura do processo espinhoso de C2. Principais referenciais anatômicos continuam a ser expostos.

A dissecação muscular superficial ao triângulo suboccipital, com secção majoritária dos músculos trapézio, esplênio da cabeça e semiespinhal da cabeça, será realizada em plano único ocasionando diminuição do espaço virtual entre os compartimentos musculares, redução do risco de deiscência, menor probabilidade de lesão da artéria occipital e maior facilidade para a síntese muscular^{1-11,18-20,41-43}.

Os reparos ósseos mais importantes continuarão a ser expostos, a saber: a apófise mastoide, o osso occipital, a lâmina de C1 e o processo transversos de C1, local anatomicamente importante por ser ponto de inserção de uma série de grupamentos musculares^{1-11,18-20,41-43}.

A dissecação muscular profunda é identificada precocemente pela intermediação de plano de tecido adiposo^{1,2,15} (Figura 8).



Fonte: Adaptado de Moscovici, 2015¹⁵

Figura 8 - Corte axial cervical de cadáver evidenciando a anatomia topográfica de musculatura cervical posterior. Em destaque, coxim gorduroso precedendo triângulo muscular suboccipital.

Com a visualização de plano adiposo e do triângulo suboccipital, formado pelos músculos oblíquo inferior da cabeça, oblíquo superior da cabeça e reto maior posterior da cabeça, identificamos a artéria vertebral, primeiramente abaixo do triângulo em seu trajeto lateralizado em direção ao forame transverso do atlas e também, juntamente com a primeira raiz nervosa cervical, no triângulo suboccipital, em trajeto medial e superior, para adentrar o forame magno^{1-10,44,45}.

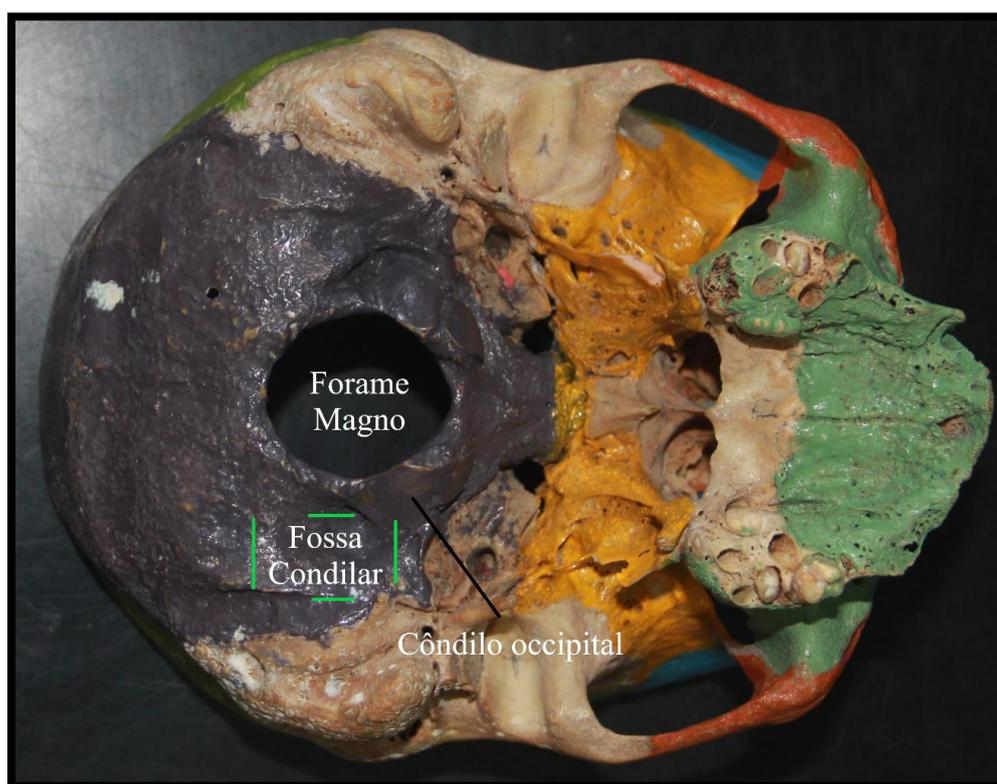
A transposição da artéria vertebral está, cada vez mais, deixando de ser necessária, em virtude de^{10,37-40}:

- não ser necessária para o ganho de exposição angular para a maioria das afecções cirúrgicas abordadas por esse acesso^{10,37-40};
- drilagem do côndilo, além do seu terço distal e da articulação atlantoaxial, ser, na atualidade, sabidamente associada à instabilidade occipitocervical, com necessidade de fusão occipitocervical^{46,47,48}, sendo esse o principal objetivo com a transposição da artéria vertebral;
- haver riscos de lesão vascular pela manipulação.

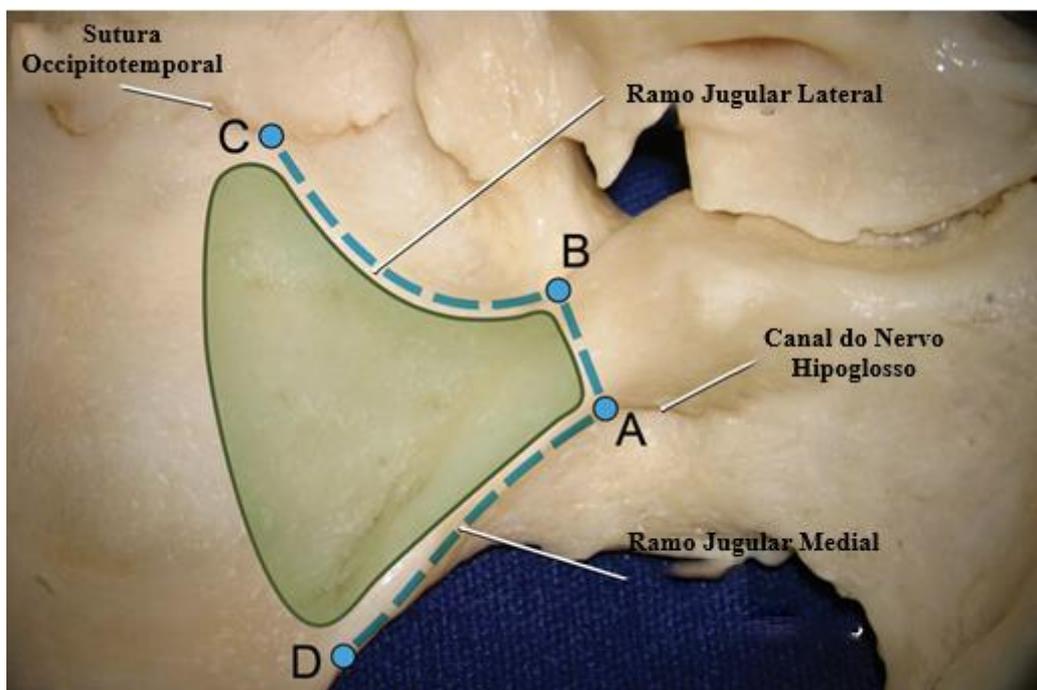
Desse modo, a ressecção da raiz posterior do forame transverso do atlas, necessário para a transposição da artéria vertebral, não costuma ser fundamental ao acesso cirúrgico de rotina^{10,37,40,48}.

O controle da artéria vertebral é realizado conforme descrito por Moscovici *et al.*¹⁵ e já inicialmente referenciado no estudo inicial da craniotomia extrema lateral de George *et al.*⁴, em 1988. Dessa forma, evita-se a perda sanguínea da lesão do rico plexo venoso perivertebral e diminui-se o risco de embolização venosa para o seio sigmoide, através da veia condiliana posterior, além de minimizar o risco de lesão da artéria vertebral, sem prejuízo para a exposição requerida. A craniotomia suboccipital é realizada em dimensões ajustadas e individualizadas à necessidade de exposição da afecção do paciente, seguido da hemilaminectomia de C1³⁸.

A craniotomia é centrada na fossa subcondilar, devendo para sua correta exposição, o entendimento de que a parte lateral do tubérculo jugular será automaticamente incluída na craniotomia, sem que isso caracterize o acesso como transjugular propriamente dito, quando a parte anterior do tubérculo jugular, em íntimo contato com os nervos IX e X, é ressecada^{10,49} (Figuras 9 e 10).



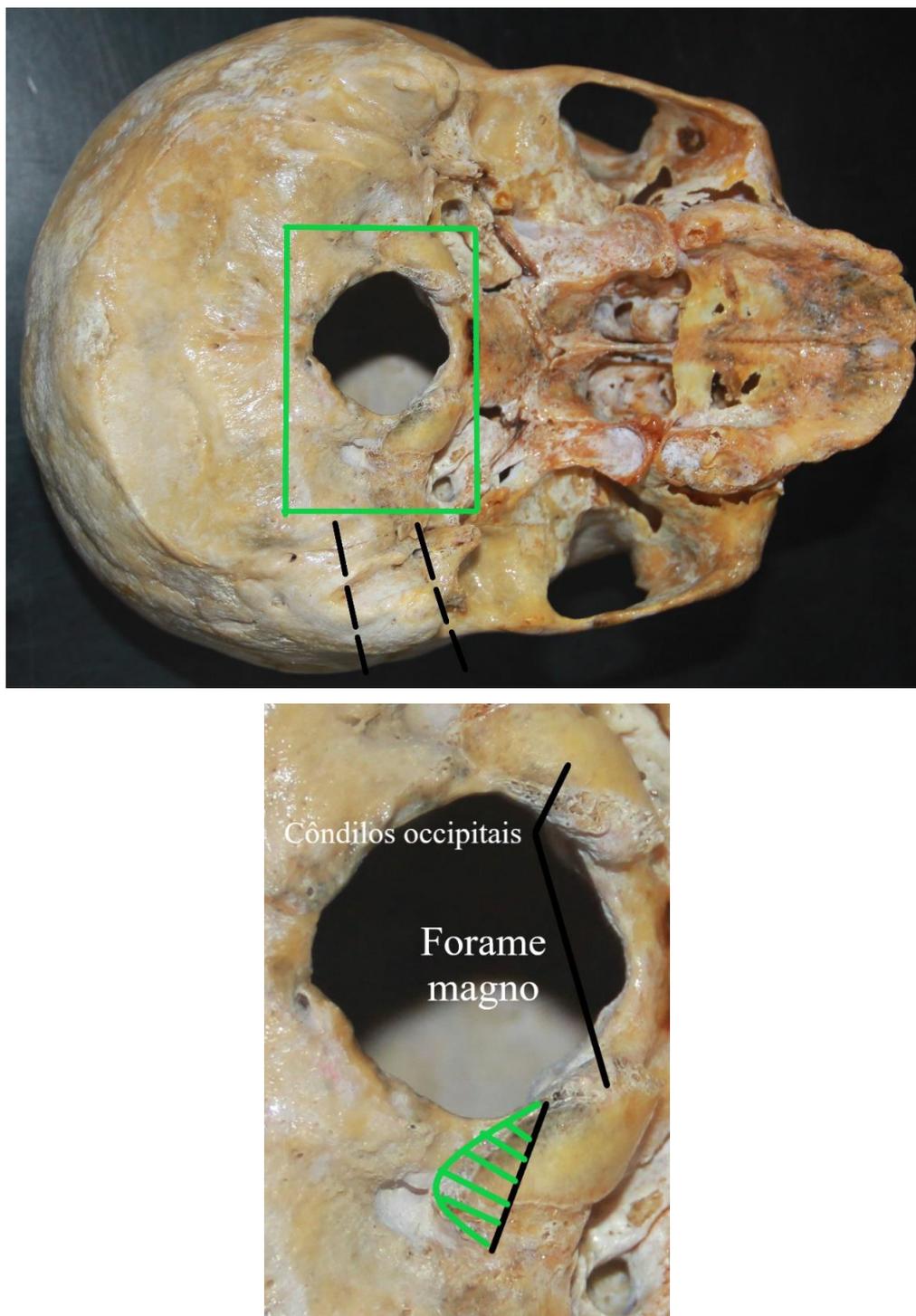
Fonte - Acervo pessoal do autor - Delimitação dos ossos da base do crânio e exposição da fossa condilar
Figura 9 - Visão inferior da base do crânio com delimitação dos ossos a partir da coloração. Osso occipital de cor preta, com evidência da fossa condilar, centro de referência ósseo da craniotomia suboccipital extrema lateral, côndilo occipital e forame magno.



Fonte: Adaptado de Anhua WU, 2010¹⁰

Figura 10 - Visão superior da fossa posterior na base do crânio, com enfoque para a área representativa, internamente, da fossa condilar externamente. A – visão interna do canal do nervo hipoglosso. B – forame jugular. C – interseção entre o ramo jugular lateral e a sutura occipitomastoideia. D – junção do ramo jugular medial com a borda do forame magno. Atentar que a área representativa da fossa condilar na projeção interna intracraniana abarca o acesso/drilagem da parte lateral do tubérculo jugular.

A condilectomia é passo opcional do acesso, conforme já exposto. Apresenta relação com o canal do hipoglosso, a qual deve ser respeitada. Para a não violação desse canal, além de preservar a estabilidade biomecânica da articulação, deve-se limitar a drilagem ao terço posterior do seu maior eixo. A extensão superior da condilectomia é limitada pelo canal condilar, por onde passa a veia condiliana posterior. O limite anteromedial da condilectomia se inicia com a percepção do osso cortical do início da abertura intracraniana do canal do nervo hipoglosso. A partir daí, a ressecção segue lateral e posterior^{1-10,40,50-56} (Figura 11).



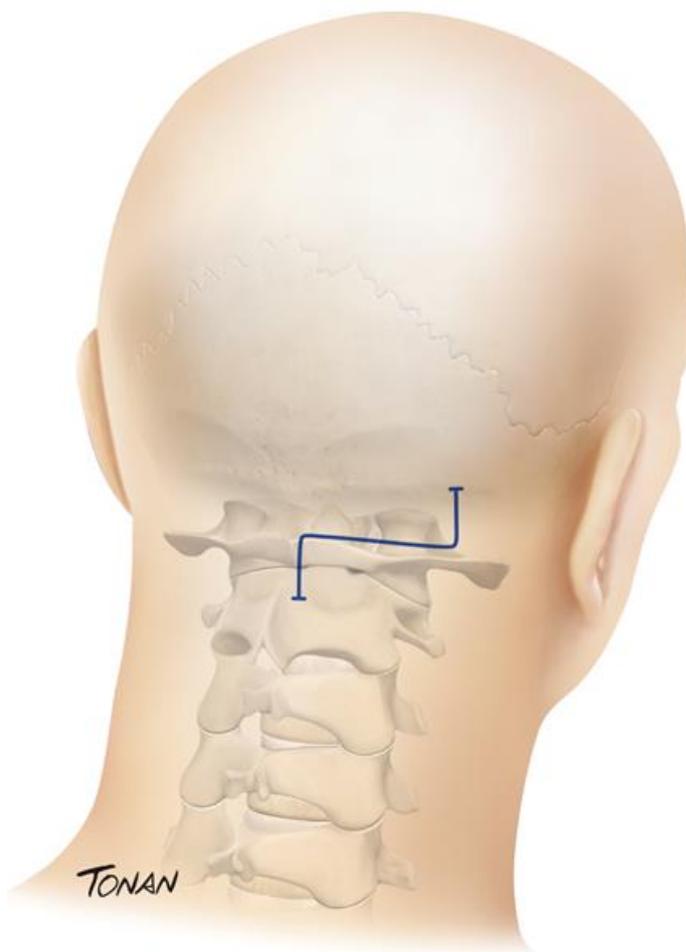
Fonte: Acervo pessoal do autor

Figura 11 - Visão inferior da base do crânio, com enfoque no forame magno e na sua relação anatômica com o côndilo occipital e com a fossa condilar. Côndilo occipital localizado no terço anterior do forame magno. Fossa condiliana é atualmente concebida como o centro do acesso suboccipital extremo lateral, apresentando importante relação na face interna da base do crânio com forame do nervo hipoglosso e parte medial do tubérculo jugular. Hachurado em verde, está o terço posterior do côndilo occipital, limite da condilectomia occipital.

Deve-se limitar a extensão da condilectomia para diminuir o risco de lesão do plexo venoso do canal do hipoglosso, para evitar a lesão do próprio nervo hipoglosso e a instabilidade occipitocervical, comprovadamente presente em estudos biomecânicos, quando a drilagem unilateral do côndilo ultrapassa 50% da extensão desse^{1-10,50-56}. A condilectomia possibilita uma visão otimizada do primeiro segmento da artéria cerebelar posteroinferior, em sua origem na artéria vertebral, sendo realizada para tratar afecções vasculares dessa topografia^{38,55-60} (Figura 11).

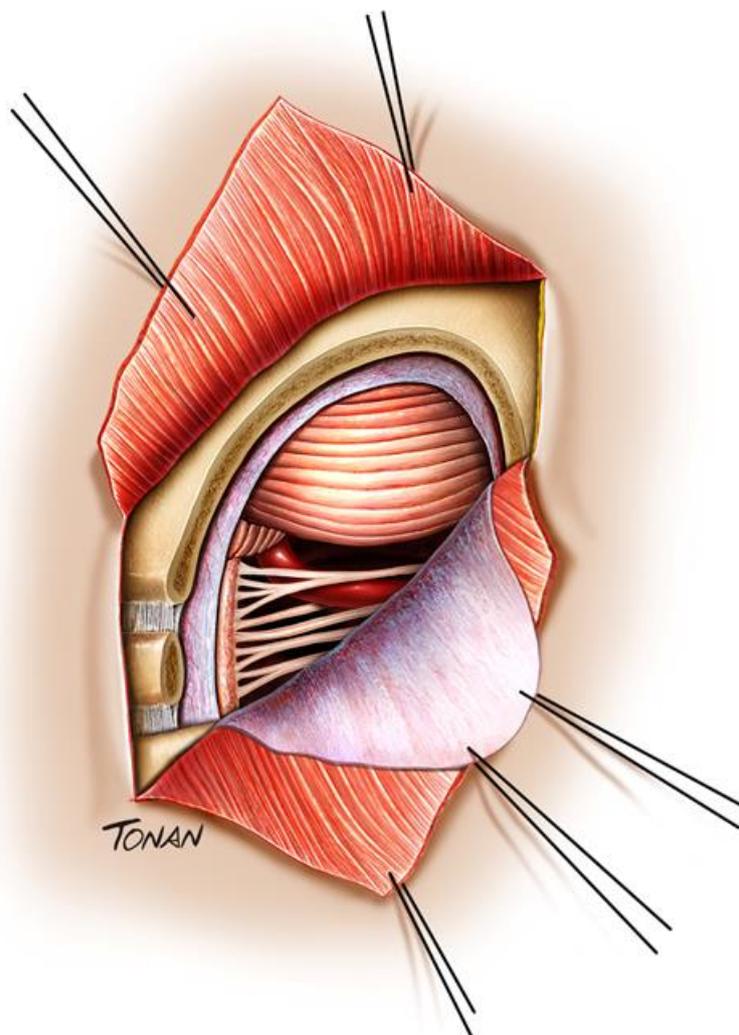
Nas Figuras 12 e 13, temos, respectivamente, a representação da incisão cutânea proposta em relação aos principais referenciais ósseos e o acesso cirúrgico completamente executado.

Não há, até o momento, nenhuma descrição na literatura do acesso aqui descrito e analisado, o que evidencia a originalidade deste estudo. Esse acesso cirúrgico é relevante por apresentar alternativa para tratar afecções anterolaterais da transição bulbomedular com menor tempo cirúrgico e dissecação tecidual. Adicionalmente, este estudo, além de corroborar para a contínua evolução da técnica neurocirúrgica, aumenta as alternativas de acesso para a fossa posterior, respondendo ao anseio do neurocirurgião que deseja realizar abordagens menores e seguras.



Fonte - Acervo pessoal do autor – imagem ilustrativa de incisão cutânea

Figura 12 - Incisão proposta em relação aos principais reparos ósseos craniocervicais palpáveis através da pele, a saber: processo espinhoso de C2, processo transverso de C1 e apófise mastoide do osso temporal. A incisão se inicia próximo ao bordo superior/processo espinhoso de C2, segue em trajeto ascendente, quando se horizontaliza na projeção da transição entre o osso occipital e o atlas, para continuar trajeto ascendente 01cm medial ao processo mastoide e possibilitar realização de craniectomia suboccipital, centrada na fossa subcondilar, de aproximadamente 2,5cm.



Fonte - Acervo pessoal do autor – imagem ilustrativa de acesso executado de forma completa

Figura 13 - Acesso cirúrgico proposto – Minicraniotomia suboccipital extrema lateral - completamente executado. Exposição com rebatimento de *flap* miocutâneo superior e inferiormente. Área de exposição óssea centrada na fossa subcondilar, com exposição de osso occipital, de hemilâmina de C1 (ressecada) e visualização de lâmina de C2. Dírese dural, craniocaudal, próximo ao rebordo ósseo medial, rebatida lateralmente. Atenção especial para exposição cirúrgica da transição bulbomedular, do hemisfério cerebelar, da artéria vertebral e dos nervos cranianos baixos ipsilateralmente.

4 MÉTODOS

4 MÉTODOS

4.1 Metodologia - Minicraniotomia suboccipital extrema lateral

4.1.1 Dissecções

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Técnica Neurocirúrgica e microcirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) e no *Barrow Neurological Institute*, Phoenix, EUA. A análise qualitativa e a descrição técnica do acesso foram possíveis a partir de dissecções no Serviço de Verificação de Óbitos da USP. A coleta dos dados quantitativos e da neuronavegação foi realizada no *Barrow Neurological Institute*, Phoenix, EUA.

No Serviço de Verificação de Óbitos (SVO) da Universidade de São Paulo, foi realizada a análise qualitativa para descrição do acesso cirúrgico, a partir da dissecção de cinco cadáveres. Foram realizadas dissecções em decúbito lateral e ventral, com o auxílio de uma cabeceira cirúrgica do tipo *Sugita* quando em decúbito lateral, acoplada em uma mesa cirúrgica do tipo *Mercedes IMEC 1001* (Figura 14).

Os critérios de exclusão do estudo foram os espécimes que apresentaram alguma doença cerebrovascular identificável, cirurgia intracraniana prévia ou deformações ósseas do crânio e da base do crânio, os quais alterem o posicionamento normal das estruturas intracranianas.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o número 2.530.316, em 07 de março de 2018 (Anexo A).



Fonte: Adaptado de Silva, 2019⁶¹

Figura 14 - Imagem ilustrativa da Cabeceira Sugita e da mesa cirúrgica Mercedes IMEC 1001

A craniotomia foi realizada com o seguinte instrumental: sistema de drill elétrico – *PRIMADO NSK* de alta rotação, microscópio *ZEISS Contraves OP-Microscope* e um conjunto de instrumentos de neurocirurgia e de microcirurgia (Figura 15).



Fonte: Adaptado de Silva, 2019⁶¹

Figura 15 - Imagem ilustrativa do Drill Elétrico Primado NSK e do microscópio ZEISS Contraves

Para avaliação quantitativa, no *Barrow Neurological Institute*, todas as medidas foram feitas por meio de um sistema de neuronavegação, auxiliado por um instrumento do tipo sonda com 4 esferas luminosas, que permitem identificação de qualquer ponto no espaço visível pelas câmeras de captura infravermelho, determinando sua localização por meio do sistema cartesiano x, y, z (Figura 16).

Os espécimes foram marcados com fiduciais de neuronavegação, para permitir a análise quantitativa e a análise tomográfica dos pontos anatômicos acessados. Calculou-se, a partir disso, por meio de processamento digital das coordenadas, as distâncias e as áreas com precisão milimétrica.



Fonte: Adaptado de Silva, 2019⁶¹

Figura 16 - Imagem ilustrativa do sistema de neuronavegação. Destaque para o fixador de crânio acoplado às esferas fixas luminosas para mapeamento de pontos de superfície craniana. Segundo enfoque, no sistema de câmera de captura infravermelho, para o cálculo das distâncias e das áreas, do probe de neuronavegação e imagem de TC crânio reconstruída ilustrativamente.

4.1.2 Descrição da técnica cirúrgica

Conforme previamente citado, os espécimes foram posicionados em decúbito lateral, com fixação de cabeça com cabeceira *Sugita*. As incisões no espécime foram efetuadas em sua face dorsal, não sendo perceptíveis e sem prejuízo estético, seguido de seu adequado fechamento.

A incisão consistiu em “Z”, com início 01 cm medial e superior à apófise mastoide, seguindo em sentido descendente por cerca de 02 cm para mudar orientação medialmente até a linha média e continuar, de modo inferior, até a altura do processo espinhoso de C2. Os principais reparos ósseos craniocervicais foram palpáveis através da pele: processo espinhoso de C2, processo transversal de C1 e apófise mastoide do osso temporal.

Procedeu-se a dissecação muscular em plano único, com identificação inicial do osso occipital. Dissecação subperiosteal em direção caudal, com controle da artéria

vertebral e hemilaminectomia de C1. Realizou-se, em seguida, craniotomia suboccipital 2,5cm, associada à condilectomia do terço posterior do côndilo occipital ipsilateral.

A diérese dural seguiu trajeto craniocaudal conforme exemplificado anteriormente.

Após durotomia, teve-se acesso posterolateral à transição cerebelomedular, com identificação de diversos pontos de interesse para o acesso e para a exposição cirúrgica de área petroclival. Executou-se, então, todas as medições de exposição linear e as áreas com o auxílio do sistema de neuronavegação.

4.1.3 Análise qualitativa e quantitativa

A avaliação qualitativa foi realizada no Laboratório de Técnica Neurocirúrgica e microcirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), a partir dos espécimes cedidos pelo Serviço de Verificação de Óbitos da Capital (SVO), obedecendo-se aos protocolos adequados dessa instituição, com realização de 01 dissecação do acesso clássico e de 4 dissecações do acesso aqui proposto. A realização de mais de um acesso cirúrgico no mesmo espécime não foi possível devido à limitação de disponibilidade de horário com o cadáver, respeitando-se o protocolo SVO.

O cálculo da área de exposição petroclival seguiu metodologia específica para mensuração.

Os seguintes pontos de interesse foram usados, para delimitar uma área de exposição microcirúrgica, e marcados com o auxílio do neuronavegador:

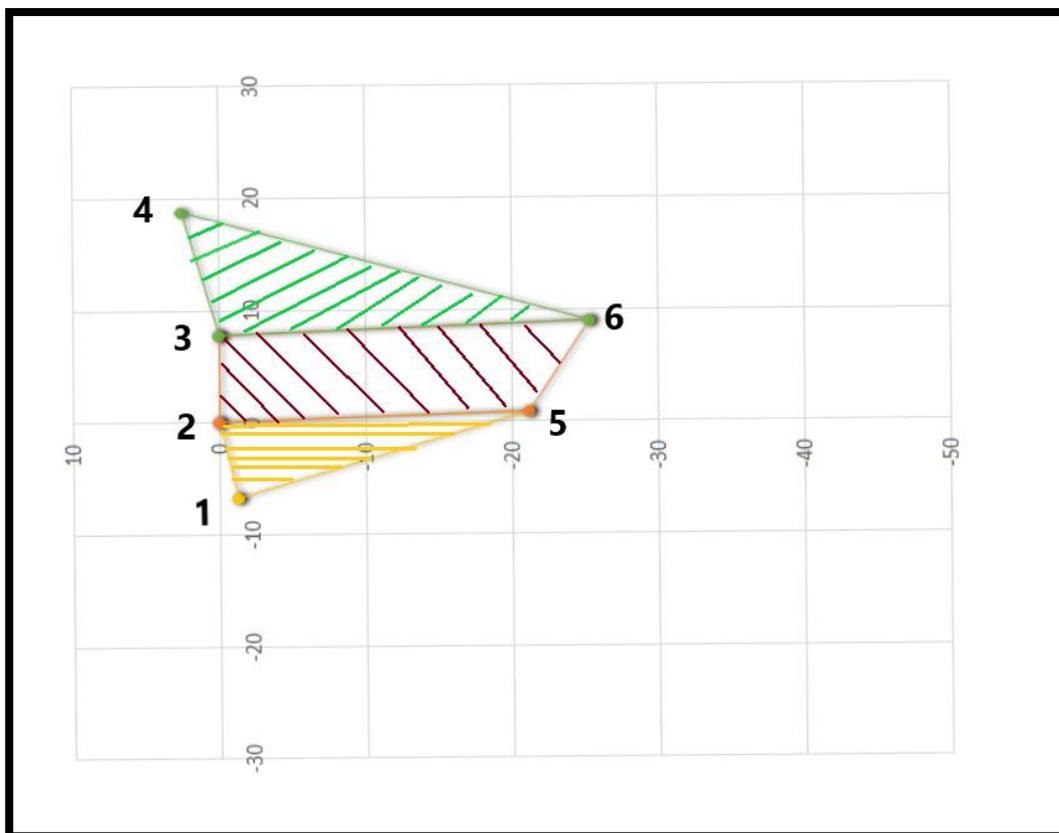
- a) Forame magno anterior – ponto mais medial visível (AFM – 1)
- b) Ponto mais inferior visível do clivus (LCI – 2)
- c) Ponto mais medial da porção média visível do clivus (MCI – 3)
- d) Ponto mais superior visível do clivus (UCI – 4)
- e) Forame jugular (JF – 5)
- f) Meato acústico interno (IAM – 6)

A partir desses pontos que foram numerados, na ordem de 01 a 06, estabeleceu-se a formação de um hexágono. As coordenadas cartesianas foram processadas

digitalmente, e a área do hexágono formado pelos 06 pontos estudados foi calculada em milímetros quadrados.

Para fins descritivos e didáticos, esse hexágono, que contempla a área de exposição petroclival total, subdivide-se em dois triângulos de exposição superior e inferior e um quadrilátero mediano. De tal forma que, a somatória da área representada pelo triângulo inferior (junção dos pontos 1,2,5), pelo quadrilátero mediano (junção dos pontos 2,3,5,6) e pelo triângulo superior (junção dos pontos 3,4,6) representa a área total do hexágono e a área de exposição petroclival (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Hexágono representativo, em escala milimétrica, da área de exposição petroclival. Usado como exemplo a área do espécime 3. Pontos referenciais postos em posição anatômica para entendimento mais objetivo (eixo X na vertical; eixo Y na horizontal). Ponto **1** – Ponto mais medial visível do forame magno anterior. Ponto **2** – Ponto mais inferior visível do Clivus. Ponto **3** – Ponto mais medial da porção média visível do clivus. Ponto **4** – Ponto mais superior visível do Clivus. Ponto **5** – Forame jugular. Ponto **6** – Meato acústico interno. Evidência do **triângulo inferior** (pontos 1, 2 e 5) sombreado em amarelo; do **quadrilátero mediano** (pontos 2, 3, 5 e 6) sombreado em vinho e do **triângulo superior** (pontos 3, 4 e 6) sombreado em verde.



Para o cálculo efetivo da área total, o quadrilátero mediano também foi decomposto. Devido ao efeito planar, a área calculada deve ser definida por triângulos. Essa decomposição do hexágono em triângulos é necessária em virtude de os pontos estudados não estarem exatamente no mesmo plano, mas sim distribuídos ao longo do espaço nos planos x, y e z.

Além dos seis pontos citados para o cálculo da área de exposição petroclival, também foram analisados, de forma descritiva, outros quatro pontos de interesse para o acesso cirúrgico, a saber:

- Artéria vertebral ipsilateral (IDVT)
- Artéria cerebelar posteroinferior (PICA)
- Nervo facial (Fac)
- Canal do nervo hipoglosso (Hyp).

4.1.4 Análise radiológica

As coordenadas do neuronavegador foram fusionadas à tomografia computadorizada cortes finos em matriz quadrada *post-mortem* dos espécimes para análise qualitativa dos limites anatômicos do acesso cirúrgico, em cada um de seus seis pontos, que delimitaram a área de exposição petroclival.

Os pontos de interesse foram obtidos após mudança de posição do microscópio cirúrgico, para perceber a maior área de exposição petroclival possível, e fusionados com tomografia computadorizada de crânio, delimitando a área de exposição petroclival, nos planos axial, coronal e sagital, e correlacionando tal área com as estruturas ósseas e neurovasculares da base do crânio.

4.2 Metodologia - estudos comparativos

A área de exposição petroclival para a minicraniotomia suboccipital foi calculada e comparada, a partir de análise estatística inferencial, com a área petroclival já, de forma prévia, conhecida e publicada, de artigo conceituado com a descrição clássica do

acesso, a partir de incisões convencionais. Também foi comparada a área de exposição petroclival com artigo mais recente, que também se propôs a realizar incisão minimamente invasiva para acesso posterolateral à transição occipitocervical.

Tal análise inferencial foi realizada em série, de modo inicial, com análise de variância e, posteriormente, com o uso do teste T de Student para variáveis paramétricas, como será mais bem detalhado na seção sobre análise estatística.

Artigos que não apresentaram avaliação quantitativa do acesso, ou com análise quantitativa com referenciais diferentes para cálculo da área de exposição petroclival, ou ainda com exposição de resultados apenas por meio de gráficos, sem evidenciar o valor exato da média e do desvio-padrão, foram excluídos.

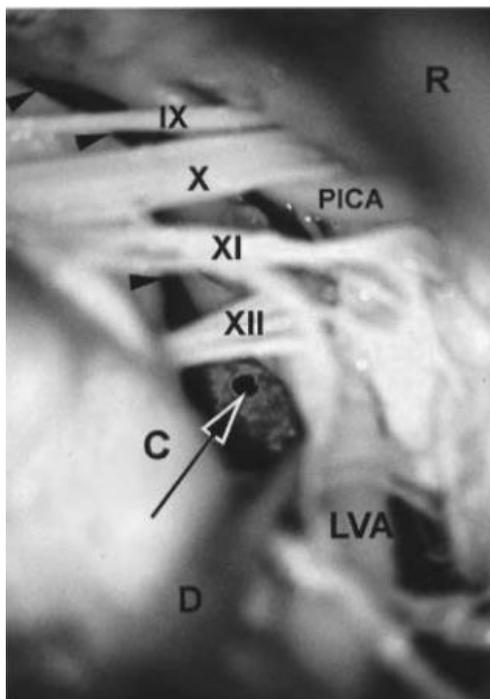
4.2.1 Técnica clássica

O artigo de Spektor *et al.*²² consiste em trabalho com metodologia similar. Foram realizadas quinze disseções cadavéricas em oito cabeças posicionadas com fixador de crânio, com mensuração de área de exposição petroclival por meio de sistema de neuronavegação. Utilizou-se incisão ampla, com início supra-auricular e com término na linha média cervical a nível de C3.

Cada acesso foi dividido em 06 fases, com mensurações pela neuronavegação em cada fase da disseção, após cada ressecção óssea, de forma progressiva, para a maior exposição possível. De forma consecutiva, as medidas foram realizadas após laminectomia de C1 e craniectomia suboccipital, condilectomia parcial (terço posterior), ressecção tubérculo jugular, mastoidectomia e retração seio sigmoide, ressecção da massa lateral de C1 - e mobilização artéria vertebral - e condilectomia total (Figura 17).

Respeitando a época da publicação do artigo, ano 2000, a técnica cirúrgica seguiu os preceitos clássicos, com disseção muscular individual e craniotomia occipital ampla.

As medidas após a craniotomia suboccipital, a hemilaminectomia de C1 e a condilectomia parcial foram comparadas às nossas mensurações da minicraniotomia suboccipital extrema lateral. A área de exposição petroclival, após cada fase do acesso, foi calculada com pontos de referências similares, desde a borda do forame magno, os pontos mais medialmente visíveis do clivus e os limites de exposição óssea lateral.



Fonte: adaptado de Spektor, 2000

Figura 17 - Imagem ilustrativa da área de exposição petroclival, após craniotomia suboccipital e hemilaminectomia de C1, à esquerda

Legenda: IX: Nervo glossofaríngeo; X: Nervo vago; XI: Nervo acessório; XII: nervo hipoglosso; D: Dissector; R: Retrator; PICA: Artéria cerebelar posteroinferior, LVA: Artéria vertebral esquerda; C: Côndilo. A seta demonstra um dos pontos de referência, borda anterior do forame magno.

4.2.2 Técnica minimamente invasiva

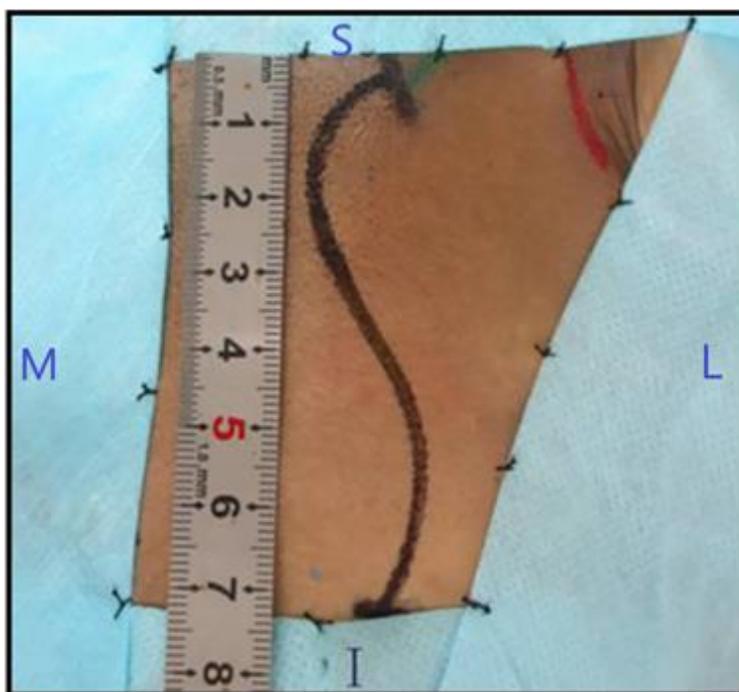
O artigo de Zhang, *et al.*⁶² consiste em um dos poucos trabalhos publicados recentemente que apresenta, de modo concomitante, um enfoque minimamente invasivo e sua respectiva análise quantitativa. Foram realizadas 12 disseções em 06 cadáveres posicionados com fixador de crânio, com mensuração da área de exposição petroclival com uso de neuronavegador.

Utilizou-se incisão em “S” longitudinal, com extensão de 07cm, com início 02 cm posterior ao ponto médio da mastoide e com término ao nível de C2 (Figura 18).

Cada acesso foi dividido em 04 fases, com mensuração pela neuronavegação em cada fase da disseção, após cada ressecção óssea, de forma progressiva. As medidas foram realizadas após a craniotomia suboccipital, a condilectomia do terço posterior, a progressão para ressecção da metade do côndilo occipital e a ressecção do tubérculo jugular.

A dissecação muscular foi realizada, de modo individual, diferentemente do nosso acesso. A craniotomia feita apresentou cerca de 03cm de diâmetro, similar à nossa craniectomia. A durotomia apresentou morfologia diferenciada, em duplo “Y”, em uma tentativa de não limitar a área de exposição cirúrgica.

A mensuração da área de exposição petroclival após a craniotomia suboccipital e a condilectomia do terço posterior foram comparadas às nossas mensurações da minicraniotomia suboccipital extrema lateral. A área de exposição petroclival foi calculada com pontos de referência similares, referenciando o próprio artigo de Spektor²² publicado previamente.



Fonte: Adaptado de Zhang, 2011

Figura 18 - Imagem ilustrativa da incisão minimamente invasiva em “S” longitudinal, com extensão de 07cm

Legenda: S: superior; I: inferior; L: lateral; M: medial.

4.2.3 Análise estatística

Para fins descritivos, os dados foram apresentados como média e desvio-padrão, tendo sido apresentadas as distâncias lineares entre os principais referenciais anatômicos estudados, além do cálculo da área de exposição petroclival, pelo somatório das áreas decompostas.

Foi realizada a análise de variância dos dados referentes à amostra estudada em comparação com amostras relacionadas de estudos de outros dois artigos publicados, com o uso do Teste de Fisher para comparação de variância, definindo-se, em análises em série, os grupos que são homocedásticos ou heterocedásticos, quando possuem variâncias similares ou com diferença significativamente estatística, de maneira respectiva.

A análise de variância foi feita a partir dos dados da média da área de exposição petroclival, do desvio-padrão e do número da amostra do nosso trabalho e dos dois outros estudos da literatura.

A partir da determinação da homocedasticidade ou heterocedasticidade - heterocedástico para comparação com estudo de Spektor e homocedástico para comparação com estudo de Zhang - foi utilizado o teste estatístico T de Student para variáveis paramétricas para comparação da média da área de exposição petroclival do nosso trabalho com os outros dois estudos previamente publicados, com definição de graus de liberdade à luz do intervalo de confiança de 95%, com $p < 0,05$.

A análise inferencial foi feita baseando-se os resultados em valores de “p” menores que 0,05 como sendo estatisticamente significativos.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os resultados do estudo consistem na descrição técnica do novo acesso cirúrgico, na avaliação qualitativa por meio da demonstração expositiva da realização do acesso em cadáver, da avaliação radiológica da área de exposição petroclival, dos resultados descritivos e da análise inferencial quantitativa.

Para melhor entendimento do trabalho, a descrição do acesso cirúrgico foi enfocada previamente na seção “Descrição do acesso cirúrgico proposto”, na subseção “Minicraniotomia suboccipital extrema lateral”.

5.1 Resultado qualitativo

Para mais fácil entendimento e visualização do acesso proposto, apresentamos avaliação qualitativa da técnica, com enfoque nas características e benefícios de cada etapa.

O acesso cirúrgico proposto permanece coberto pela linha de implantação do cabelo, sendo necessária tricotomia para a correta execução (Figura 19), apresentado benefício estético em relação a acessos extensos.

A delimitação da incisão cutânea obedece a palpação de estruturas ósseas através da pele, favorecendo, além da segurança para a adequada exposição das estruturas neurovasculares, a reprodutibilidade do acesso cirúrgico (Figura 20).

A área exposta em forma de quadrilátero, após reparação de *flap* cutâneo/miocutâneo, é ampla e adequada para o acesso posterolateral à transição bulbomedular (Figura 21).

A morfologia da incisão não limita eventuais extensões, tanto superiormente quanto inferiormente, da diérese cutânea, caso necessário.

A dissecação muscular craniocaudal em plano único, com identificação precoce do osso occipital, abrevia o tempo cirúrgico, com benefício potencial para a cicatrização pós-operatória.

A exposição do osso occipital, do hemisfério cerebelar e das hemilâminas cervicais são menos extensas do que as do acesso clássico. Constitui eventual limitação, quando se necessita de exposições combinadas, para tratar afecções mais extensas superiormente (Figura 22).

Com atenção especial para o adequado posicionamento do crânio, a morfologia da incisão não limitou o acesso cirúrgico e não o deixou com a falsa impressão de que as estruturas de interesse estariam mais profundas que o normal, fato percebido em incisões retas ou quase retas (Figuras 23 e 24).

Corroborando o conceito, cada vez mais difundido, a condilectomia do terço posterior do côndilo occipital possibilita adequada exposição cirúrgica, podendo, inclusive, não ser realizada a depender do grau de desvio das estruturas nervosas pela afecção a ser tratada.

Não há prejuízo para a identificação e nem para a exposição do processo espinhoso e da hemilâmina de C1 e tampouco da artéria vertebral (Figura 25).

A minicraniotomia suboccipital extrema lateral apresenta exposição suficiente para acesso posterolateral à transição occipitocervical. A transição bulbomedular, os nervos cranianos baixos (IX, X, XI e XII) e a medula cervical alta continuam a ser expostos pela mesma visão microcirúrgica do acesso clássico, sem prejuízo para identificação (Figura 26).

Por fim, a incisão apresenta facilidade para síntese cutânea, diminuindo tempo cirúrgico e complicações pós-operatórias (Figura 27).



Fonte: Acervo pessoal do autor - minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 19 - Cadáver em decúbito dorsal, com leve rotação e flexão do pescoço, após realização de ampla tricotomia occipitocervical à direita. Imagem sem aumento para identificação de posição anatômica e aspecto inicial de área do acesso cirúrgico.



Fonte: acervo pessoal do autor - marcação da incisão - minicraniotomia suboccipital extrema lateral
Figura 20 - Imagem em aumento para evidenciar o destaque para a marcação da incisão cirúrgica proposta. Cadáver em decúbito dorsal, com leve rotação e flexão do pescoço, após realização de ampla tricotomia occipitocervical à direita.



Fonte: Acervo pessoal do autor – área exposta após reparo de *flaps* cutâneos - minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 21 - Incisão e dissecção do tecido celular subcutâneo, com evidência da área de exposição almejada após reparo dos *flaps* cutâneos; sendo expostos os músculos cervicais superficiais. Cadáver em decúbito dorsal, com leve rotação e flexão do pescoço. Dissecção ilustrativa para fins didáticos, acesso proposto apresenta dissecção muscular de planos profundos em bloco, em associação ao tecido celular subcutâneo.



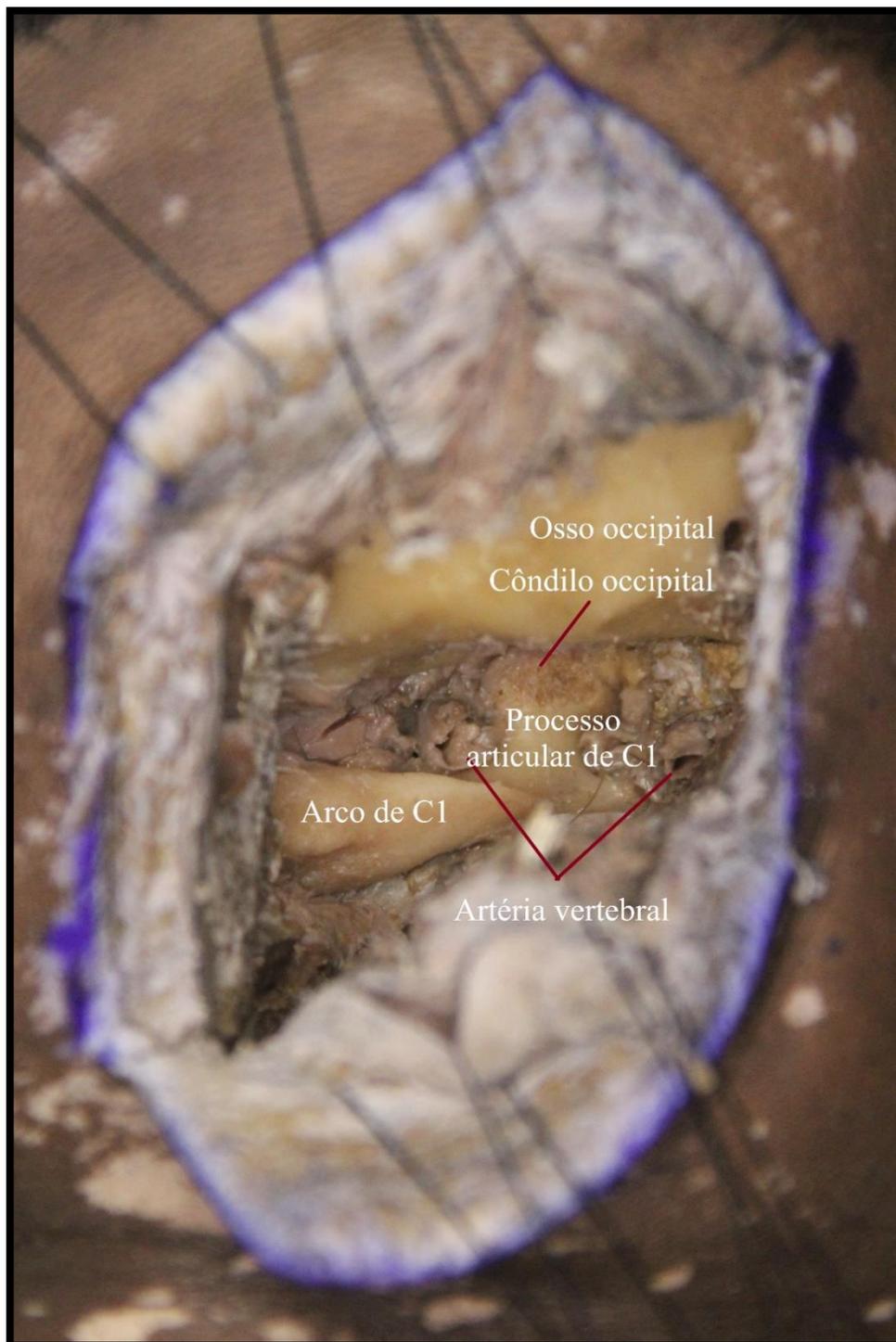
Fonte: Acervo pessoal do autor – exposição óssea após dissecação muscular - micraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 22 - Exposição de osso occipital e arco de C1 ipsilateral, após dissecação muscular cervical em sentido craniocaudal, em plano único. A morfologia da incisão não limitou o acesso cirúrgico e não o deixou com a falsa impressão de que as estruturas de interesse estariam mais profundas que o normal, fato percebido em incisões retas.



Fonte: acervo pessoal do autor – grau de exposição de estruturas ósseas e vasculares da minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 23 - Detalhe da exposição óssea, enfoque na exposição do osso occipital, arco de C1, processo articular de C1 e articulação atlantooccipital. Visualização de artéria vertebral (seccionada), segmento V3 ao redor do processo articular de C1, antes de perfurar a dura mater.



Fonte: acervo pessoal do autor – grau de exposição de estruturas ósseas e vasculares da minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 24 - Identificação das estruturas ósseas e vasculares relevantes para a minicraniotomia suboccipital extremalateral, a saber: arco de C1, processo articular de C1 e côndilo occipital, osso occipital e artéria vertebral. Atentar para a adequada e suficiente exposição, a partir dos reparos ósseos cutâneos e incisão realizada.



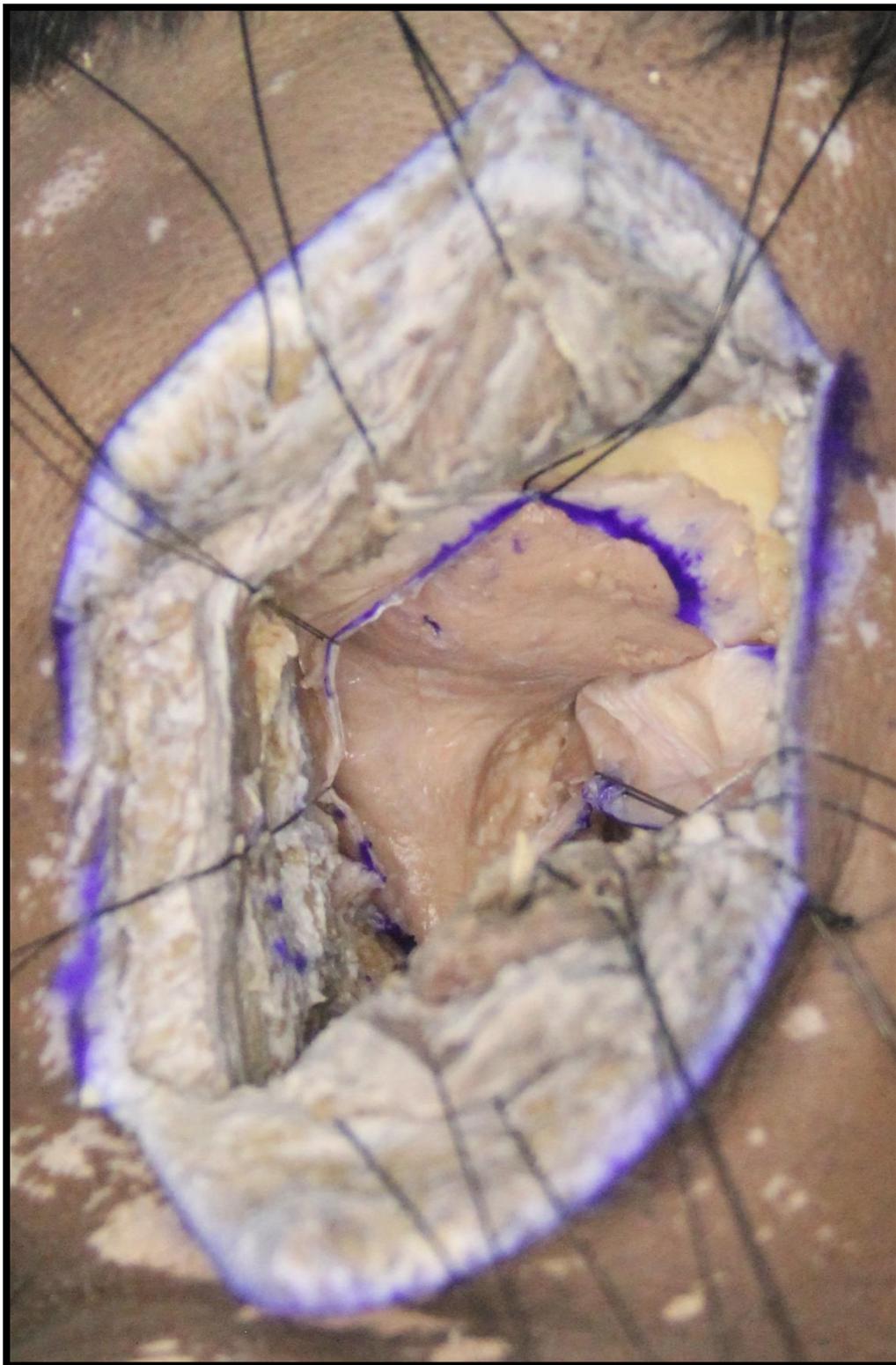
Fonte: Acervo pessoal do autor - exposição dural posterolateral da transição craniocervical na minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 25 - Acesso cirúrgico com foco na exposição dural de transição craniocervical após ressecções ósseas. Atentar para visão póstero-lateral da duramater e sua adequada exposição em relação à incisão cutânea.



Fonte: Acervo pessoal do autor - marcação da diérese dural da transição craniocervical na minicraniotomia suboccipital extrema lateral

Figura 26 - Marcação da abertura dural da transição cerebelomedular no acesso proposto.



Fonte: acervo pessoal do autor - exposição póstero-lateral da transição cerebelomedular na micranielotomia suboccipital extrema lateral

Figura 27 - Exposição das estruturas nervosas da transição cerebelomedular, em visão póstero-lateral, após diérese dural. Atentar para adequada exposição póstero-lateral e sua relação com a incisão cutânea.

5.1 Resultados descritivos

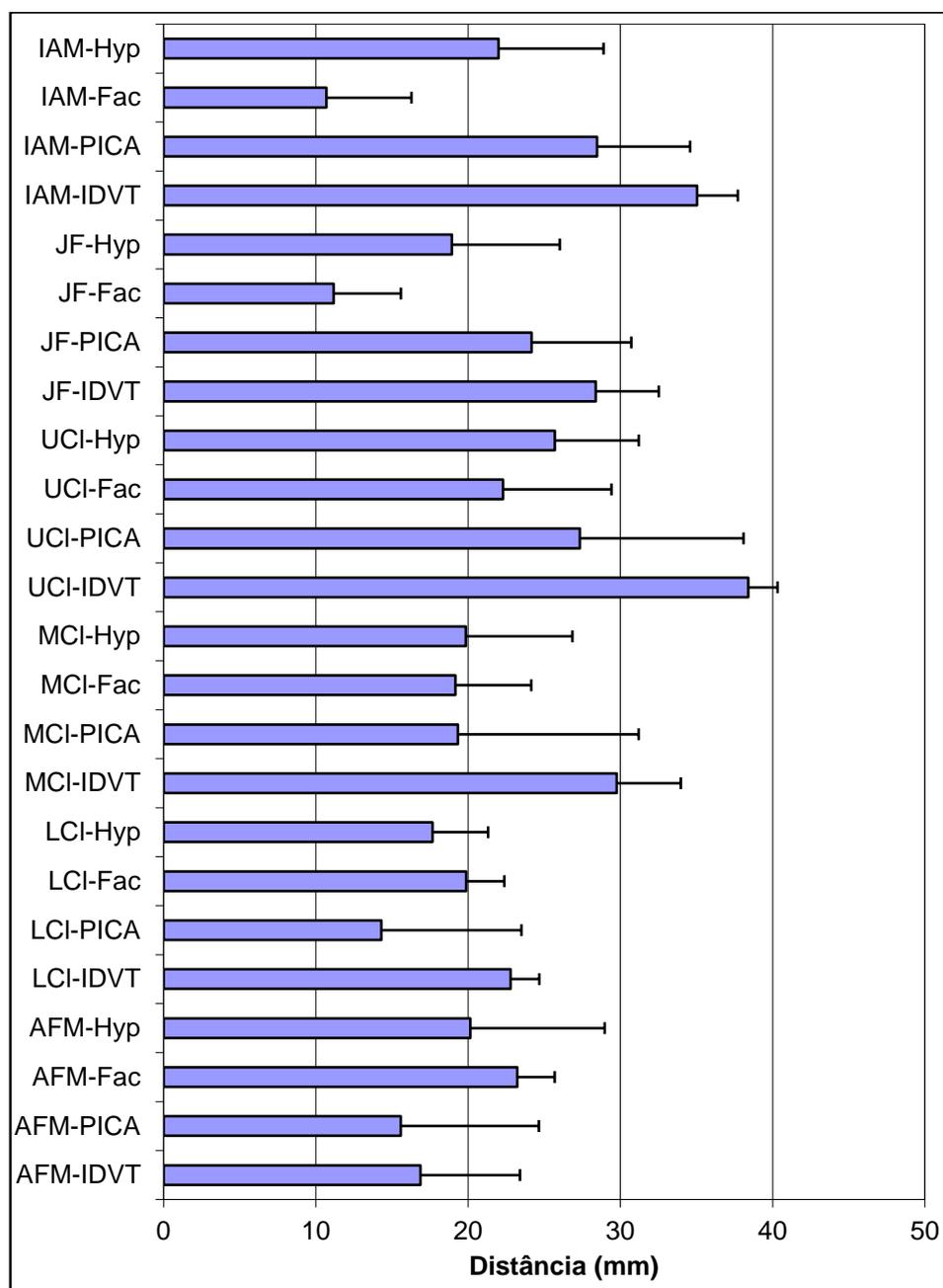
Com o auxílio do neuronavegador, foram calculadas as distâncias entre todos os referenciais anatômicos estudados, evidenciados na Tabela 1 e no Gráfico 2, a seguir.

Tabela 1 - Distância, em milímetros, de pontos de interesse

Distância	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Média	DP
AFM-IDVT	29,03	18,36	9,95	15,01	14,15	14,76	16,88	± 6,53
AFM-PICA	31,56	18,44	16,75	10,74	9,97	5,99	15,58	± 9,07
AFM-Fac	25,17	20,63	23,84	23,69	19,96	26,11	23,23	± 2,46
AFM-Hyp	38,09	16,09	15,43	17,58	16,03	17,61	20,14	± 8,84
LCI-IDVT	24,37	24,90	23,87	21,51	20,05	22,04	22,79	± 1,89
LCI-PICA	26,52	24,94	6,17	10,04	5,78	12,41	14,31	± 9,20
LCI-Fac	19,04	19,68	20,90	21,61	15,45	22,55	19,87	± 2,51
LCI-Hyp	24,09	17,23	18,60	16,88	13,02	16,11	17,65	± 3,66
MCI-IDVT	31,12	34,45	34,15	28,78	25,19	24,89	29,76	± 4,21
MCI-PICA	33,44	34,39	11,44	13,45	6,03	17,20	19,34	± 11,86
MCI-Fac	20,64	22,45	25,10	20,60	13,71	12,53	19,17	± 4,98
MCI-Hyp	27,67	22,29	26,73	18,60	13,10	10,72	19,85	± 7,00
UCI-IDVT	36,85	39,61	40,68	40,04	36,11	37,10	38,40	± 1,93
UCI-PICA	39,22	39,54	16,67	23,48	14,99	30,11	27,34	± 10,76
UCI-Fac	23,40	25,31	30,97	26,03	16,96	11,06	22,29	± 7,13
UCI-Hyp	30,82	26,23	31,99	26,75	19,49	18,90	25,70	± 5,51
JF-IDVT	26,82	25,03	28,69	23,73	31,17	34,89	28,39	± 4,13
JF-PICA	29,45	25,41	22,25	13,78	21,79	32,38	24,18	± 6,54
JF-Fac	18,84	7,69	7,27	8,97	10,56	13,66	11,17	± 4,42
JF-Hyp	32,36	13,53	18,75	12,95	16,56	19,48	18,94	± 7,09
IAM-IDVT	31,63	35,07	34,73	32,84	38,99	36,98	35,04	± 2,68
IAM-PICA	34,29	35,35	25,43	19,92	24,52	31,29	28,47	± 6,12
IAM-Fac	20,82	9,14	7,36	7,91	13,28	5,69	10,70	± 5,58
IAM-Hyp	35,09	19,37	22,74	17,17	21,63	16,07	22,01	± 6,89

Legenda: DP – Desvio-padrão; IAM – Meato acústico interno; Hyp – Canal do nervo hipoglosso; Fac – Nervo facial; PICA – Artéria cerebelar posteroinferior; IDVT – Artéria vertebral ipsilateral; JF – Forame jugular; UCI – Parte mais superior visível do clivus; MCI – Ponto mais medial da porção média visível do clivus; LCI – Ponto mais inferior visível do clivus; AFM – Forame magno anterior – ponto mais medial visível.

Gráfico 2 - Demonstração das médias das distâncias, em milímetros, de pontos de interesse do acesso, pelo neuronavegador



Legenda: IAM – Meato acústico interno; Hyp – Canal do Nervo Hipoglosso; Fac – Nervo facial; PICA – Artéria cerebelar posteroinferior; IDVT – Artéria vertebral ipsilateral; JF – Forame jugular; UCI – Parte mais superior do clivus visível; MCI – parte média do clivus exposto/visível; LCI – Parte mais inferior do clivus visível; AFM – Forame magno anterior – parte medial mais visível.

As áreas de exposição petroclival por espécime, conforme descrito em metodologia previamente, estão discriminadas na Tabela 2:

Tabela 2 - Áreas de exposição petroclival por cada acesso cirúrgico, em mm²

Identificação	Total
H1	367,13
H2	316,49
H3	423,66
H4	397,84
H5	333,32
H6	422,74
Média	376,86
Desvio Padrão	45,54

Legenda: H 1-6 - Espécimes, de 1 a 6. Todos os dados estão em mm².

É importante reforçar que a área de exposição petroclival apresenta-se decomposta e constitui-se em somatório da área da decomposição de triângulos. Essa decomposição é necessária em virtude de os pontos estudados não estarem exatamente no mesmo plano, mas sim distribuídos ao longo do espaço nos planos x, y e z. Dessa forma, decompõe-se a área entre os pontos em figuras geométricas individualizadas que estejam no mesmo plano. A área de exposição petroclival consiste no somatório das áreas dessas figuras geométricas decompostas.

5.3 Resultado qualitativo radiológico

Os espécimes foram submetidos a tomografia computadorizada cortes finos matriz quadrada *post-mortem* e estas imagens foram fusionadas ao sistema de neuronavegação. Dessa forma, além da avaliação quantitativa obtida com a mensuração da neuronavegação, obtém-se impressão radiológica dos limites possíveis da área de exposição cirúrgica em tomografia computadorizada com reconstrução nos planos axial, sagital e coronal.

Tais dados são obtidos após conclusão do acesso cirúrgico, com realização da craniotomia suboccipital, da condilectomia do terço distal do côndilo ipsilateral, da durotomia e espátulação do hemisférico cerebelar correspondente. A partir desse ponto, o microscópio cirúrgico é modificado de posição para a mensuração de cada ponto

citado na tomografia reconstruída, para possibilitar a captura do ponto mais distante possível, correspondendo ao limite real da área de exposição cirúrgica petroclival (Figuras 28, 29 e 30).

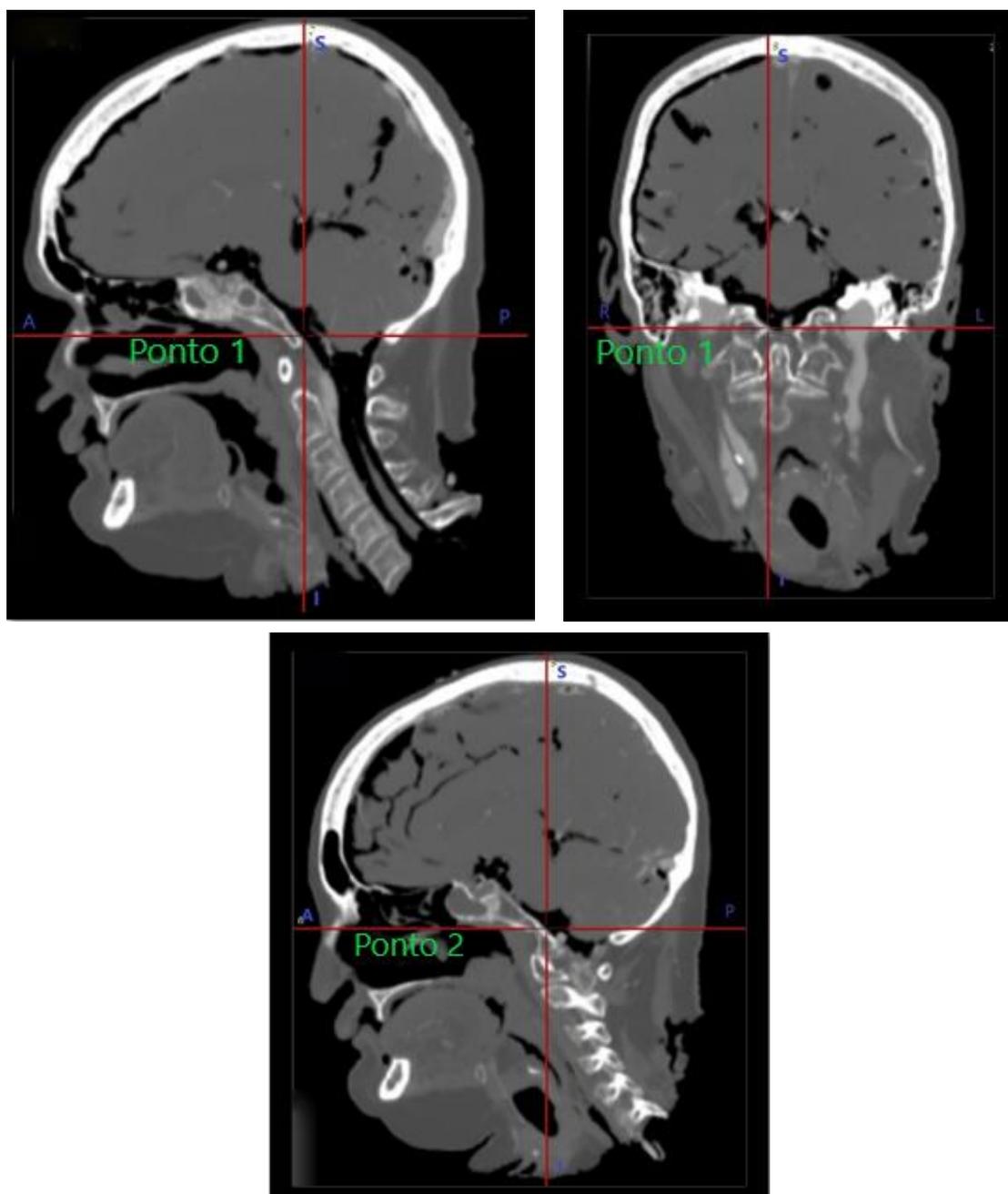


Figura 28 - Exemplificação descritiva dos seis pontos utilizados para a obtenção do cálculo da área de exposição petroclival. Nas imagens, temos dois dos pontos utilizados em localização ortogonal no espaço, neuronavegada pela tomografia de crânio cortes finos matriz quadrada realizada *post-mortem*. Imagens superiores – **Forame magno anterior (Ponto 1)** à direita, em cortes sagital e coronal. Imagem inferior – **Ponto mais inferior visível do Clivus (Ponto 2)**, em corte sagital.

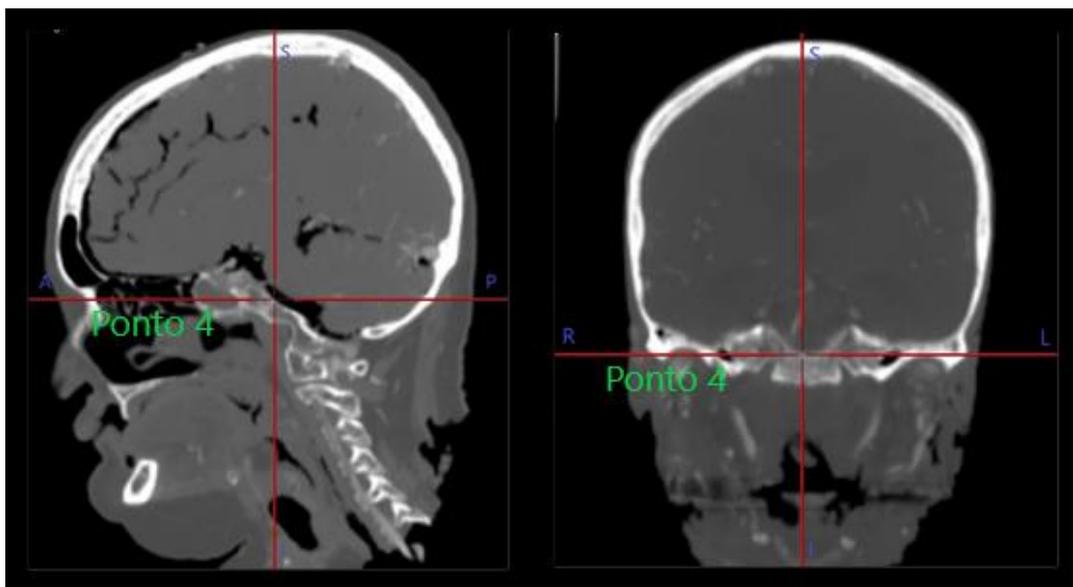


Figura 29 - Exemplificação descritiva dos seis pontos utilizados para a obtenção do cálculo da área de exposição petroclival. Nas imagens, temos dois dos pontos utilizados em localização ortogonal no espaço, neuronavegada pela tomografia de crânio cortes finos matriz quadrada realizada *post-mortem*. Imagens superiores – **Ponto mais medial da porção média do clivus visível (Ponto 3)** à esquerda, em cortes sagital e coronal. Imagem inferior – **Ponto mais superior visível do Clivus (Ponto 4)**, em cortes sagital e coronal.

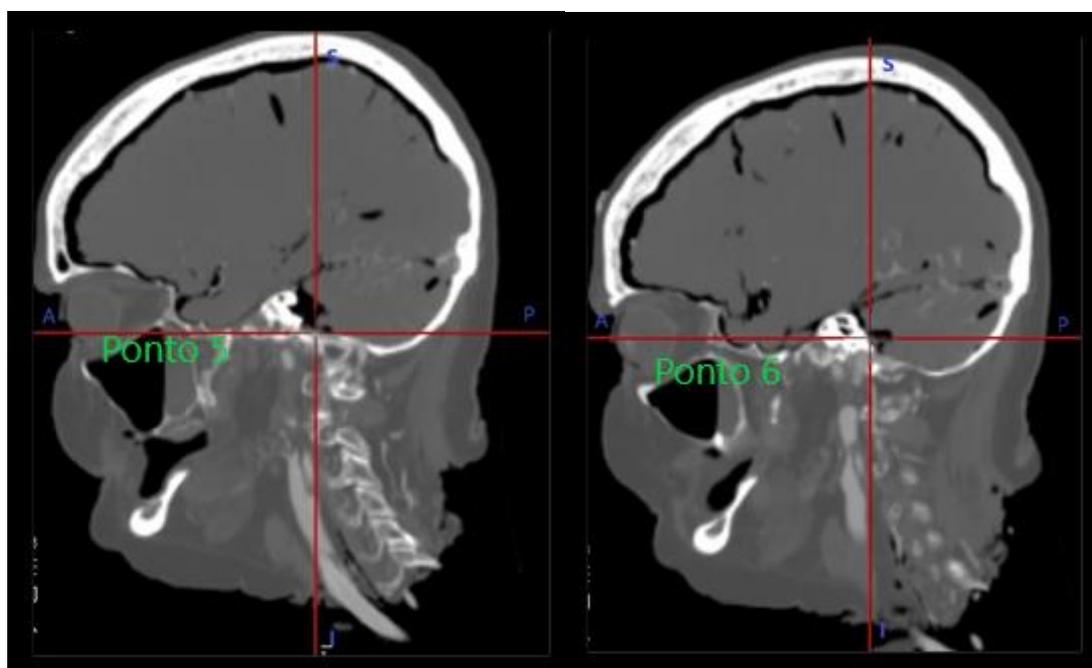


Figura 30 - Exemplificação descritiva dos seis pontos utilizados para a obtenção do cálculo da área de exposição petroclival. Nas imagens, temos dois dos pontos utilizados em localização ortogonal no espaço, neuronavegada pela tomografia de crânio cortes finos matriz quadrada realizada *post-mortem*. Imagem à esquerda – **forame jugular (Ponto 5)**, em corte sagital. Imagem à direita – **meato acústico interno (Ponto 6)**, em corte sagital.

5.4 Análise inferencial

Realizou-se a comparação entre as áreas de exposição petroclival do acesso descrito neste trabalho com as áreas de exposição petroclival descritas na literatura, de modo prévio, tanto de acesso clássico, que não privilegia a ênfase em acessos menos invasivos, quanto de acesso descrito recentemente para a região estudada, com foco em menor lesão tecidual e invasividade.

A partir da descrição da área de exposição petroclival, do desvio-padrão e do número amostral, procedeu-se análise comparativa inferencial com dois trabalhos clássicos da literatura. O primeiro deles²² é um trabalho referência para o acesso suboccipital extremo lateral, publicado no ano 2000, sendo o padrão na análise quantitativa “*step by step*”, com prioridade para a maior área de exposição possível. O segundo trabalho^{61,62} é um artigo mais recente, publicado em 2011, na China, o qual apresenta a preocupação de ser um acesso minimamente invasivo e se propõe, também, a realizar um estudo quantitativo.

Dessa forma, a partir da média da área de exposição petroclival, do desvio-padrão e do número da amostra, foi realizada a análise de variância, e procedeu-se a comparação de médias por meio do teste T de Student para variável paramétrica, do acesso aqui descrito com os dois trabalhos citados.

5.4.1 Técnica clássica

A área de exposição petroclival do presente estudo apresentou média de 376,86mm² com desvio-padrão 45,54mm², conforme demonstrado pela tabela abaixo, com detalhamento das áreas decompostas do hexágono. Houve maior variabilidade de área exposta no triângulo inferior de exposição.

Os dados do trabalho de Spektor são a média da área de exposição petroclival após a condilectomia, de valor 338,00mm², com desvio-padrão 86,00mm² e amostra $n = 15$. Na análise de variâncias entre o nosso estudo e o trabalho de Spektor²², evidenciou-se que as variâncias são diferentes, com valor F calculado de 3,57, sendo F tabelado 2,84.

Procedeu-se, portanto, o teste T de student para dois grupos heterocedásticos, com resultado de 17 graus de liberdade e com valor de T calculado de 7,22, sendo T tabelado de 2,11. Desse modo, o valor de p foi $< 0,05$, rejeitando-se a hipótese nula e concluindo que são médias diferentes de forma estatisticamente significativas, em favor da maior área de exposição do presente estudo (Tabela 3).

5.4.2 Técnica minimamente invasiva

Os dados do trabalho de Zhang^{62,63} são a média da área de exposição petroclival de $208,50\text{mm}^2$, com desvio-padrão de $28,40\text{mm}^2$ e amostra $n = 12$. Na análise de variâncias entre este trabalho e o estudo de Zhang^{61,62}, provou-se que não existe diferença estatisticamente significativa, com valor F calculado de 2,57, sendo F tabelado de 4,74.

Foi realizado o teste T de Student para dois grupos homocedásticos, com resultado de 16 graus de liberdade e com valor de T calculado de 20,31, sendo T tabelado de 2,12. Dessa forma, o valor de p foi $< 0,05$, rejeitando-se a hipótese nula e concluindo que são médias diferentes de forma estatisticamente significativas, em favor da expressiva maior área de exposição do presente estudo (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise inferencial das áreas de exposição petroclival

	Amostra	Média	Desvio-padrão	Teste T (graus de Liberdade)	Valor P
Cabral-Vasconcelos	6	376,8	45,5	---	
Spektor, 2000	15	338	86	7,2 (17)	P<0,05
Zhang, 2011	12	208,5	28,4	20,3 (16)	P<0,05

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A incisão e o acesso cirúrgico propostos neste trabalho apresentam benefícios objetivos. Em relação à incisão clássica, conhecida como “Hockey Stick – Taco de Hóquei”, difundida nos trabalhos de anatomia microcirúrgica, realizamos uma dissecação miocutânea e ressecção óssea menores^{1-4,7,8,22}.

Obtém-se, desta forma, menor resposta endócrina, metabólica e imunológica ao traumatismo cirúrgico, com menor desvascularização do retalho miocutâneo e diminuição do espaço morto, com potencialmente menor índice de complicações pós-operatórias relacionadas à ferida operatória. Além disto, devido à redução do tempo cirúrgico, temos mais um fator independente para minimizar complicações anestésicas e cirúrgicas inerentes ao prolongamento do tempo de cirurgia^{1-4,7,8,22}.

Um número cada vez maior de evidências surgiu nas últimas décadas relacionando o prolongamento do tempo cirúrgico como fator independente e modificável para uma série de complicações. Uma revisão sistemática, publicada em 2018, sintetizou a questão ao analisar sessenta e seis estudos, de todas as especialidades cirúrgicas, que se dispuseram a analisar tempo de cirurgia como fator independente para complicações, concluindo que o risco para infecção de ferida operatória, hemorragias/hematomas, tromboembolismo e pneumonia eram significativamente aumentados⁶⁴. A diminuição do tempo cirúrgico é fator que deve ser almejado tanto do ponto de vista médico, melhorando o desfecho clínico do paciente, quanto por hospitais e serviços de saúde, reduzindo custos e otimizando serviços⁶⁴.

A técnica cirúrgica

O segmento horizontal da incisão do acesso cirúrgico deve ser realizado na projeção da transição entre o osso occipital e o atlas, sendo auxiliado pela palpação cutânea do processo transverso da primeira vértebra cervical. O prolongamento superior lateral deve ser suficiente para possibilitar a craniotomia suboccipital de aproximadamente 2,5cm. Outro referencial ósseo importante é o processo espinhoso de C2, facilmente palpável através da pele. O prolongamento inferior deve ir até a altura do

processo espinhoso do eixo, sem ultrapassá-lo, de tal forma que a lâmina da segunda vértebra cervical precisa ser identificada, mas não necessariamente exposta¹⁻¹⁰.

Durante a dissecação muscular, enfatizamos que a parte superior do acesso deve começar a ser realizada primeiramente para identificação do osso occipital e dissecação subperiosteal em direção inferior para maior segurança no controle da artéria vertebral.

Estudos prévios confirmam que, para o acesso extremo lateral, a exposição do osso occipital pode ser diminuída sem prejuízo da área de exposição petroclival, notadamente abaixo do décimo nervo craniano. A craniotomia suboccipital, centrada na fossa condilar, de 2,5cm, é suficiente para exposição³⁸.

A condilectomia do terço posterior do côndilo occipital apresenta sua maior indicação para visualização da artéria cerebelar pósterio-inferior a partir de sua origem na artéria vertebral e as afecções cerebrovasculares inerentes a esta topografia. Para afecções neoplásicas intradurais da transição bulbomedular, pode ser preterida a depender principalmente do tamanho do côndilo occipital, do grau de deslocamento do tronco cerebral pela afecção a ser ressecada, da quantidade de drenagem líquórica da cisterna magna e do grau de relaxamento cerebral. Como já citado, o acesso cirúrgico deve ser individualizado para cada paciente e para cada afecção a ser abordada³⁷⁻⁴⁰.

Estudos biomecânicos da articulação atlantooccipital limitaram o grau de ressecção tanto do côndilo occipital quanto da faceta articular de C1 a 50% da articulação, devido ao surgimento de instabilidade atlantooccipital. Uma cirurgia de fusão occipitocervical adicionaria prolongamento do tempo cirúrgico, diminuição da mobilidade cervical, além dos riscos inerentes ao procedimento^{1-10,50-56}. Este fato também corrobora a menor preferência pela luxação da artéria vertebral ou longas dissecações da mesma, reforçando a dissecação subperiosteal da artéria vertebral descrita por Moscovici e George^{4,15}. A minicraniotomia suboccipital extrema lateral possibilita a realização de todos os passos citados, já que a visão microcirúrgica é a mesma e os citados referenciais continuam a ser expostos.

Dessa forma, a técnica proposta apresenta o cuidado de se almejar a mínima agressão tecidual possível, à luz dos conceitos de menor agressão cirúrgica na atualidade, sem prejuízo de exposição de área cirúrgica petroclival. Para isso, a incisão não poderia ser reta, devido à profundidade da área de estudo, e deveria manter expostos os principais referenciais anatômicos do acesso, idealmente palpáveis através da pele, para maior facilidade na marcação e na reprodutibilidade do acesso cirúrgico¹⁹.

A demonstração dos limites da área de exposição petroclival na tomografia computadorizada de crânio reconstruída, assim como a avaliação qualitativa do acesso, auxiliam o neurocirurgião a entender o acesso cirúrgico proposto, já que relaciona os limites precisos do acesso cirúrgico tanto com a reconstrução óssea da base do crânio, em todos os planos, quanto com as principais estruturas neurais e vasculares presentes na transição craniocervical.

A avaliação imaginológica facilita o aprendizado necessário para a aplicabilidade da via de acesso a cada caso cirúrgico específico e reforça a mesma visão microcirúrgica à qual o neurocirurgião já está habituado.

Diversos outros autores realizaram outras incisões e disseções para a craniotomia extrema lateral. Esses autores fizeram outros padrões de incisão cutânea, como a incisão reta paramediana desde pouco acima da projeção do seio transversal até a região cervical, na altura de C5, as incisões curvilíneas amplas, de C5 à região parietal acima do pavilhão auricular ou mesmo as incisões em “S” vertical^{7,13-16,18}.

Essas descrições citadas apresentam modificações da incisão cutânea por percepção de melhor aplicabilidade a cada caso específico, porém sem ter, como um dos objetivos, a tentativa aparente de se realizar um acesso menos invasivo, algo que ganhou notoriedade mais recentemente^{19,61,62}.

A região anatômica estudada apresenta grande profundidade em relação à superfície cutânea, de tal forma que uma incisão reta paramediana exclusiva limita a área de exposição petroclival, impondo a realização de incisões cutâneas muito extensas, conforme as previamente relatadas, para não dificultar exposição de pontos anatômicos relevantes¹⁵. As incisões curvilíneas anteriormente descritas também são extensas e não apresentam análise quantitativa, limitando-se à descrição qualitativa¹⁴.

Beer-Furlan *et al.* descreveram outra incisão com morfologia variada - “S” horizontal – porém apresenta lesão cutânea igualmente extensa, cruzando o sentido da vascularização miocutânea em cortes horizontais por duas vezes, além de também não possuir análise quantitativa.¹⁶

Análise quantitativa

Poucos trabalhos publicados sobre o acesso extremo lateral se propuseram a fazer uma avaliação quantitativa conjunta. Dos que a fazem, dois artigos se destacam com

metodologia e exposição de resultados bastante elucidativos^{22,62,63}.

A área de exposição petroclival é representação quantitativa fidedigna do objetivo almejado com a execução do acesso cirúrgico, sendo composta de referenciais ósseos fixos e referenciais variáveis, na dependência das estruturas anatómicas expostas e ressecadas previamente.^{1,2,22,30,38, 61,62}

Comparamos a área de exposição petroclival deste trabalho com os dados de um dos trabalhos mais importantes acerca do acesso extremo lateral e sua análise quantitativa.²² Na análise comparativa inferencial com o estudo de Spektor²², não houve prejuízo da área de exposição petroclival, concluindo não haver demérito à exposição de estruturas nobres na minicraniotomia suboccipital extrema lateral.

Amostras de cadáveres, para estudos anatómicos, são naturalmente pequenas, entretanto não nos impediu de ter análises estatísticas inferenciais seguras, com conclusões significativas do ponto de vista estatístico, com valores de “p” muito baixos.

Concluimos, dessa análise, que a área de exposição petroclival da minicraniotomia suboccipital extremo lateral não apresenta prejuízo em relação às áreas petroclivais calculadas a partir de acessos extensos, obtendo, por conseguinte, uma vantagem significativa. Houve inclusive uma pequena diferença, mas estatisticamente significativa, a favor da minicraniotomia suboccipital extrema lateral.

Neurocirurgia minimamente invasiva

Mais recentemente, alguns autores se debruçaram acerca da formulação e da descrição de acessos cirúrgicos menos invasivos. Entre estes, apresenta um maior destaque o trabalho de Zhang *et al.*^{62,63}, com a descrição de modificação do acesso cirúrgico, tendo o zelo de apresentar também dados quantitativos referentes à área de exposição petroclival.

Zhang *et al.*^{62,63}, em 2006 e 2011, propuseram uma modificação de acesso extremo lateral, com intuito de se realizar um acesso menos invasivo, quantitativo, com uma incisão de 07cm de extensão em “S” vertical, porém, com área de exposição petroclival - metade da área de exposição - menor que o conseguido com o acesso aqui proposto, que é similar ao estudo quantitativo clássico publicado previamente.

A modificação do acesso cirúrgico proposta por Zhang *et al.*^{62,63} apresentou uma área de exposição petroclival significativamente menor em relação ao acesso proposto

neste trabalho (média $376,8\text{mm}^2$ X $208,5\text{mm}^2$, com $p<0,05$), ao qual atribuímos o fato de a incisão em “S discreto” vertical assumir um padrão de dissecação muito próxima da incisão reta em planos profundos, sendo uma desvantagem evidente para acessos com grande profundidade, como é o extremo lateral; diminuindo, conseqüentemente, a área de exposição petroclival.

Dessa maneira, a modificação do acesso cirúrgico proposta neste trabalho, de forma tanto descritiva, qualitativa e quantitativa inferencial, apresenta uma modificação viável, aplicável a casos selecionados, sem prejuízo de área de exposição cirúrgica petroclival, sendo vantajosa em relação aos acessos menos invasivos, até então, descritos.

As limitações do presente estudo são aquelas relacionadas ao uso de cadáver em estudos anatômicos e de técnica cirúrgica, com limites para a extrapolação de conclusões acerca do desfecho clínico de morbimortalidade de pacientes. Além disto, devido à própria natureza do estudo, há limitação do número de espécimes, relacionadas a questões éticas e de custos.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

1. A técnica cirúrgica do acesso proposto foi descrita juntamente com a avaliação da área de exposição cirúrgica e análise qualitativa do acesso, sendo os benefícios, os diferenciais e as limitações descritas e comparadas ao acesso clássico. O acesso cirúrgico proposto apresenta a vantagem de ser menos invasivo, possibilitando, desse modo, incisão cutânea, dissecação muscular e extensão da craniotomia menores.
2. Os limites do acesso e da área cirúrgica petroclival, demonstrados em tomografia computadorizada *post-mortem* fusionada à neuronavegação, são apresentados em relação à reconstrução óssea da base do crânio e às estruturas neurovasculares, sendo um importante subsídio para análise da aplicabilidade clínica do acesso para cada caso individualmente;
3. Realizada avaliação inferencial tanto com acesso extenso quanto com acesso minimamente invasivo, sem evidência de prejuízo na área de exposição petroclival da transição occipitocervical em relação a estudos prévios;

Os dados apresentados no estudo, somados à experiência do cirurgião, resultam uma alternativa de acesso cirúrgico para afecções e para pacientes selecionados, nos quais se almejem os objetivos e os benefícios especificados. Mais estudos são necessários para avaliação clínica do acesso proposto.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO A - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética Médica (CEP)

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



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Descrição Técnica e Avaliação Anatômica da Mini craniotomia Suboccipital Extrema Lateral

Pesquisador: Eberval Gadelha Figueiredo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83865618.7.0000.0065

Instituição Proponente: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.530.316

Apresentação do Projeto:

Os autores tem como objetivo descrever a técnica da Mini Craniotomia Extrema Lateral e comparar quantitativamente e anatomicamente com a craniotomia extrema lateral clássica, buscando avaliar limitações e benefícios de acesso com menor lesão tecidual versus exposição cirúrgica satisfatória de pontos anatômicos de interesse (POI).

Objetivo da Pesquisa:

Comparar anatômica e quantitativamente a CSEL e a Mini CSEL e determinar seus limites, área de exposição cirúrgica, exposição angular vertical e horizontal, definindo assim se o acesso cirúrgico aqui proposto em benefício de menor índice de lesão tecidual e morbidade, com incisão cutânea menor e menos dissecação muscular, apresenta a mesma exposição cirúrgica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores os riscos dessa pesquisa são a ocorrência de aferições incorretas durante o processo de dissecação e análise estatística que impeçam o pesquisador de encontrar os resultados objetivados na pesquisa.

O benefício dessa pesquisa é determinar um acesso cirúrgico que possibilite uma incisão menor, menos dissecação de tecido celular subcutâneo, menor lesão e desvascularização de plano muscular e ósseo, mantendo a exposição angular e área de interesse exposta, primando pela menor morbidade e menor índice de complicações pós-operatórias.

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: 2.530.316

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto bem elaborado com metodologia adequada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os autores pedem dispensa do TCLE por se tratar de estudo anatômico

Recomendações:

sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1069590.pdf	27/02/2018 22:40:50		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Aprovacao_Comite_FMUSP.pdf	27/02/2018 22:38:40	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_SVO.JPG	27/02/2018 22:33:10	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Completo_Doutorado.docx	27/02/2018 22:30:46	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	27/02/2018 22:29:28	Eberval Gadelha Figueiredo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

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: 2.530.316

SAO PAULO, 07 de Março de 2018

Assinado por:
Maria Aparecida Azevedo Koike Folgueira
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR ARNALDO 251 21º andar sala 36
Bairro: PACAEMBU **CEP:** 01.246-903
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3893-4401 **E-mail:** cep.fm@usp.br

9 REFERÊNCIAS

9 REFERÊNCIAS

1. Rhoton AL Jr. The far-lateral approach and Its transcondylar, supracondylar, and paracondylar extensions. *Neurosurgery*. 2000;47(3 Suppl):S195-209.
2. Wen HT, Rhoton AL Jr, Katsuta T, de Oliveira E. Microsurgical anatomy of the transcondylar, supracondylar, and paracondylar extensions of the far-lateral approach. *J Neurosurg*. 1997;87(4):555-85.
3. Gusmao S, Silveira RL, Cabral G. Acesso suboccipital lateral extremo: avaliação e adaptações para diferentes lesões localizadas na junção craniovertebral. *J Bras Neurocir*. 1996;7(3):17-9
4. George B, Dematons C, Cophignon J. Lateral approach to the anterior portion of the foramen magnum application to surgical removal of 14 benign tumors: technical note. *Surg Neurol*. 1988;29(6):484-90
5. D'Ambrosio AL, Kreiter KT, Bush CA, Sciacca RR, Mayer SA, Solomon RA, *et al*. Far lateral suboccipital approach for the treatment of proximal posteroinferior cerebellar artery aneurysms: surgical results and long-term outcome. *Neurosurgery*. 2004;55(1):39-50.
6. Yasargil MG, Mortara RW, Curcic M. Meningiomas of the basal posterior cranial fossa. In: Krayenbuhl H (ed): *Advances and technical standards in neurosurgery*. New York: Springer-Verlag, 1980; pp.3-115.
7. Heros RC. Lateral suboccipital approach for vertebral and vertebrobasilar artery lesions. *J Neurosurg*. 1986;64(4):559-62.
8. Lanzino G, Paolini S, Spetzler RF. Far lateral approach to the craniocervical junction. *Neurosurgery*. 2005;57(4 Suppl):367-71.
9. Chaddad-Neto F, Doria-Netto HL, Campos-Filho JM, Reghin-Neto M, Rhoton AL Jr, Oliveira Ed. The far-lateral craniotomy: tips and tricks. *Arq Neuropsiquiatr* 2014;72(9):699-705.
10. Wu A, Zabramski JM, Jittapiromsak P, Wallace RC, Spetzler RF, Preul MC. Quantitative analysis of variants of the far-lateral approach: condylar fossa and transcondylar exposures. *Neurosurgery*. 2010;66(6 Suppl Operative):191-8.
11. Gonzalez LF, Amin-Hanjani S, Bambakidis NC, Spetzler RF. Skull base approaches to the basilar artery. *Neurosurg Focus*. 2005;19(2): E3
12. Abla AA, Turner JD, Mitha AP, Lekovic G, Spetzler RF. Surgical approaches to brainstem cavernous malformations. *Neurosurg Focus*. 2010;29(3): E8.

13. Salas E, Sekhar LN, Ziyal IM, Caputy AJ, Wright DC. Variations of the extremelateral craniocervical approach: anatomical study and clinical analysis of 69 patients. *J Neurosurg*. 1999;90(2 Suppl):206-19.
14. Lau T, Reintjes S, Olivera R, van Loveren HR, Agazzi S. C-shaped incision for far-lateral suboccipital approach: anatomical study and clinical correlation. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2015;76(2):117-21.
15. Moscovici S, Umansky F, Spektor S. "Lazy" far-lateral approach to the anterior foramen magnum and lower clivus. *Neurosurg Focus*. 2015;38(4):1-9.
16. Beer-Furlan A, Ikeda DS, Lonser RR, Prevedello DM. Letter to the Editor: Far Lateral approach with the "transverse-S" skin incision and conservative muscle dissection: a pragmatic surgical route. *Neurosurg Forum*. 2016;40(1): E8.
17. Quiñones-Hinojosa A, Chang EF, Lawton MT. The extended retrosigmoid approach: an alternative to radical cranial base approaches for posterior fossa lesions. *Neurosurgery*. 2006;58(4 Suppl 2):ONS-208-14.
18. Sanai N, Mc Dermott MW. A modified far-lateral approach for large or giant meningiomas of the posterior fossa. *J Neurosurg*. 2010;112(5):907-12.
19. Lan Q. Clinical application of keyhole techniques in minimally invasive neurosurgery. *Chin Med J (Engl)*. 2006;119(16):1327-30.
20. Karam YR, Menezes AH, Traynelis VC. Posterolateral Approaches to the craniovertebral Junction. *Neurosurgery*. 2010;66(3):135-40.
21. Ulm AJ, Quiroga M, Russo A, Russo VM, Graziano F, Velasquez A, et al. Normal anatomical variations of the V3 segment of the vertebral artery: surgical implications. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(4):451-60.
22. Spektor S, Anderson GJ, McMenomey SO, Horgan MA, Kellogg JX, Delashaw JB Jr. Quantitative description of the far-lateral transcondylar transtuberular approach to the foramen magnum and clivus. *J Neurosurg*. 2000;92(5):824-31.
23. Flores BC, Bourdreaux BP, Klinger DR, Mickey BE, Barnett SL. The far-lateral approach for foramen magnum meningiomas. *Neurosurg Focus*. 2013;35(6): E12.
24. Babu RP, Sekhar LN, Wright DC. Extreme lateral transcondylar approach: technical improvements and lessons learned. *J Neurosurg*. 1994;81(1):49-59.
25. Silveira RL, Gusmão S. Variações da extensão anterolateral do acesso suboccipital lateral: estudo anatômico. [Anterolateral extension of the lateral suboccipital approach: an anatomical study]. *Arq Neuropsiquiatr*. 2002;60(2-A):251-7.
26. Dowd GC, Zeiller S, Awasthi D. Far lateral transcondylar approach: dimensional anatomy. *Neurosurgery*. 1999;45(1):95-100.

27. Bertalanffy H, Gilsbach JM, Mayfrank L, Kawase T, Shiobara R, Toya S. Planning and surgical strategies for early management of vertebral artery and vertebrobasilar junction aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)*. 1995;134(1-2):60-5.
28. Bertalanffy H, Benes L, Becker R, Enein HA, Sure U. Surgery of intradural tumors at the foramen magnum level. *Oper Techn Neurosurg*. 2002;5(1):11-24.
29. Samii M, Klekamp J, Carvalho G. Surgical results for meningiomas of the craniocervical junction. *Neurosurgery*. 1996;39(6):1086-95.
30. Wanebo JE, Chicoine MR. Quantitative analysis of the transcondylar approach to the foramen magnum. *Neurosurgery*. 2001;49(4):934-43.
31. Matsushima T, Kawashima M, Masuoka J, Mineta T, Inoue T. Transcondylar fossa (supracondylar transjugular tubercle) approach: anatomic basis for the approach, surgical procedures, and surgical experience. *Skull Base*. 2010;20(2):83-91.
32. Arnautovic KI, Al-Mefty O, Husain M. Ventral foramen magnum meningiomas. *J Neurosurg*. 2000;92(1 Suppl):71-80.
33. Bertalanffy H, Seeger W. The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the craniocervical junction. *Neurosurgery*. 1991;29(6):815-21.
34. Sen CN, Sekhar LN. An extreme lateral approach to intradural lesions of the cervical spine and foramen magnum. *Neurosurgery*. 1990;27(2):197-204.
35. Sen CN, Sekhar LN. Surgical management of anteriorly placed lesions at the craniocervical junction-an alternative approach. *Acta Neurochir (Wien)*. 1991;108(1-2):70-77.
36. Sekhar LN, Wright DC, Richardson R, Monacci W. Petroclival and foramen magnum meningiomas: surgical approaches and pitfalls. *J Neurooncol*. 1996;29(3): 249-59.
37. Nanda A, Vincent DA, Vannemreddy PS, Baskaya MK, Chanda A. Far-lateral approach to intradural lesions of the foramen magnum without resection of the occipital condyle. *J Neurosurg*. 2002;96(2):302-9.
38. Kim YD, Mendes GA, Seoane P, *et al*. Quantitative anatomical study of Tailored far-lateral approach for the VA-PICA regions. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2015;76(1):57-65.
39. Matsushima T, Matsukado K, Natori Y, Inamura T, Hitotsumatsu T, Fukui M. Surgery on a saccular vertebral artery-posterior inferior cerebellar artery aneurysm via the transcondylar fossa (supracondylar transjugular tubercle) approach or the transcondylar approach: surgical results and indications for using two different lateral skull base approaches. *J Neurosurg*. 2001;95(2):268-74.

40. Matsushima T, Natori Y, Katsuta T, Ikezaki K, Fukui M, Rhoton AL. Microsurgical anatomy for lateral approaches to the foramen magnum with special reference to transcondylar fossa (supracondylar transjugular tubercle) approach. *Skull Base Surg.* 1998; 8(3):119-25.
41. Al-Mefty O, Borba LA, Aoki N, Angtuaco E, Pait TG. The transcondylar approach to extradural nonneoplastic lesions of the craniovertebral junction. *J Neurosurg.* 1996;84(1):1-6.
42. Day JD, Kellogg JX, Tschabitscher M, Fukushima T. Surface and superficial surgical anatomy of the posterolateral cranial base: significance for surgical planning and approach. *Neurosurgery.* 1996;38(6):1079-84.
43. Bruneau M, George B. Foramen magnum meningiomas: detailed surgical approaches and technical aspects at Lariboisière Hospital and review of the literature. *Neurosurg Ver.* 2008;31(1):19-33.
44. Tubbs RS, Shan NA, Sullivan BP, Marchase ND, Cohen-Gadol AA. Surgical anatomy and quantitation of the branches of the V2 and V3 segments of the vertebral artery. *J Neurosurg Spine.* 2009;11(1):84-7.
45. Yamaguchi S, Eguchi K, Kiura Y, Takeda M, Kurisu K. Posterolateral protrusion of the vertebral artery over the posterior arch of the atlas: quantitative anatomical study using three-dimensional computed tomography angiography. *J Neurosurg Spine.* 2008; 9(2):167-74.
46. Vishteh AG, Crawford NR, Melton MS, Spetzler RF, Sonntag VK, Dickman CA. Stability of the craniovertebral junction after unilateral occipital condyle resection: a biomechanical study. *J Neurosurg.* 1999;90(1 Suppl):91-8.
47. Kshetry VR, Healy AT, Colbrunn R, Beckler DT, Benzel EC, Recinos PF. Biomechanical evaluation of the craniovertebral junction after unilateral joint-sparing condylectomy: implications for the far lateral approach revisited. *J Neurosurg.* 2017;127(4):829-36.
48. Açikbas SC, Tuncer R, Demirez I, et al. The effect of condylectomy on extreme lateral transcondylar approach to the anterior foramen magnum. *Acta Neurochir.* 1997;139(6):546-50.
49. Gilsbach JM, Sure U, Mann W. The supracondylar approach to the jugular tubercle and hypoglossal canal. *Surg Neurol.* 1998;50(6):563-70.
50. Boulton MR, Cusimano MD. Foramen magnum meningiomas: concepts, classifications and nuances. *Neurosurg Focus.* 2003;14(6): E10.
51. Kratimenos GP, Crockard HA. The far lateral approach for ventrally placed foramen magnum and upper cervical spine tumors. *Br J Neurosurg.* 1993;7(2):129-40.

52. Bambakidis NC, Gonzalez LF, Amin-Hanjani S, Deshmukh VR, Porter RW, Dasplit PC, *et al.* Combined skull base approaches to the posterior fossa. Technical note. *Neurosurg Focus*. 2005;19(2):E8.
53. Safavi-Abbasi S, de Oliveira JG, Deshmukh P, Reis CV, Brasiliense LB, Crawford NR, *et al.* The craniocaudal extension of posterolateral approaches and their combination. *Oper Neurosurg*. 2010;66(suppl_1):54-64.
54. Rohde V, Schaller C, Hassler W. The extreme lateral transcondylar approach to aneurysms of the vertebrobasilar junction, the vertebral artery, and the posterior inferior cerebellar artery. *Skull Base Surg* 1994;4(4):177-80.
55. Ciappetta P, Occhiogrosso G, Luzzi S, D'Urso PI, Garribba AP. Jugular tubercle and vertebral artery/posterior inferior cerebellar artery anatomic relationship: a 3-dimensional angiography computed tomography anthropometric study. *Neurosurgery*. 2009;64(5 Suppl 2):429-36.
56. Matsushima T, Goto Y, Natori Y, Matsukado K, Fukui M. Surgical treatment of glossopharyngeal neuralgia as vascular compression syndrome via transcondylar fossa (supracondylar transjugular tubercle) approach. *Acta Neurochir (Wien)*. 2000;142(12):1359-63.
57. Liew D, Ng PY, Ng I. Surgical management of ruptured and unruptured symptomatic posterior inferior cerebellar artery aneurysms. *Br J Neurosurg*. 2004;18(6):608-12.
58. Krayenbuhl N, Guerrero C, Krisht AF. Technical strategies to approach aneurysms of the vertebral and posterior inferior cerebellar arteries. *Neurosurg Focus*. 2005;19(2):E4.
59. Sanai N, Tarapore P, Lee AC, Lawton MT. The current role of microsurgery for posterior circulation aneurysms: a selective approach in the endovascular era. *Neurosurgery*. 2008;62(6):1236-53.
60. Horowitz M, Kopitnik T, Landreneau F, Krummerman J, Batjer HH, Thomas G, *et al.* Posteroinferior cerebellar artery aneurysms: surgical results for 38 patients. *Neurosurgery*. 1998;43(5):1026-32.
61. Silva SA. Estudo analítico e comparativo da craniotomia pterional, pré-temporal e sua variante orbitozigomática [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2019.
62. Zhang H, Lan Q, Wang X. Neuronavigation-based quantitative study of the far-lateral keyhole approach following partial removal of the occipital condyle and jugular tubercle. *J Clin Neurosci*. 2011;18(5):678-82.
63. Zhang HZ, Lan Q. Design and microsurgical anatomy of the retrosigmoid retrocondylar keyhole approach without condyle removal. *Minim Invasive Neurosurg*. 2006;49(1):49-54.

-
64. Cheng H, Clymer JW, Chen BP, Sadeghirad B, Ferko NC, Cameron CG, *et al.* Prolonged operative duration is associated with complications: a systematic review and meta-analysis, *J Surg Res.* 2018;(229):134-44.