

As artérias lenticuloestriadas podem interferir na extensão da ressecção tumoral e sobrevida nos gliomas da ínsula?

Can lenticulostriated arteries interfere with the extent of tumor resection and survival in insula gliomas?

Samir Ale **BARK**¹, Gustavo Rassier **ISOLAN**², Bernardo **BARBOSA**³, Jose Nazareno Pearce de Oliveira **BRITO**⁴, Ricardo Lopes de **ARAÚJO**⁵, Timoteo **ALMEIDA**⁶

RESUMO

Introdução: Os gliomas são tumores encefálicos e da medula espinhal que se originam nas células gliais e cuja progressão invade o tecido cerebral adjacente e dentre eles um dos mais desafiadores são localizados no lobo cerebral da ínsula. Estas artérias irrigam estruturas nobres e sua lesão pode produzir danos sensitivos, motores e de linguagem.

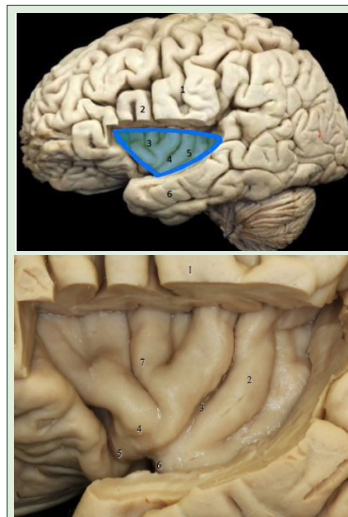
Objetivo: Descrever o impacto da extensão da ressecção, sobrevida global e dos resultados funcionais após a cirurgia dos gliomas insulares, quando estes tumores estejam ou não envolvidos pelas artérias lenticuloestriadas.

Métodos: Revisão integrativa nas plataformas virtuais em português e inglês, buscando AND ou OR dados através dos seguintes descritores "Gliomas da ínsula, Mapeamento cerebral, Artérias lenticuloestriadas". A busca inicial foi baseada no título e/ou resumo. Decididos os trabalhos incluíveis foi realizada a leitura na íntegra dos textos. Ao total foram estudados 55 artigos.

Resultados: O lobo da ínsula fica "escondido" pela sobreposição dos lobos frontal, parietal e temporal. Para alcançá-lo pode-se realizar as abordagens transsilviana ou transcortical. Ocorre que ao chegar na ínsula visualiza-se significativa ramificação constituída pelas artérias lenticuloestriadas, cuja manipulação pode determinar déficit neurológico e, ao se aprofundar no córtex insular, depara-se com outras estruturas tão importantes quanto a própria ínsula. O conhecimento anatômico das artérias lenticuloestriadas e suas relações é de fundamental importância para a ressecção de glioma insular, pois o comprometimento delas e da artéria cerebral média podem determinar a isquemia dos núcleos da base e da cápsula interna.

Conclusão: O tratamento dos gliomas insulares permanece como grande desafio. Devido à sua localização e possibilidade de desenvolvimento de déficits neurológicos na manipulação cirúrgica é necessário não somente conhecer sua localização topográfica, mas também a íntima relação vascular com as artérias lenticuloestriadas. O envolvimento delas pelo tumor possui implicações na sobrevida e na preservação da função neurológica. O conhecimento detalhado da anatomia da região é fundamental para diminuir complicações que afetem grandemente a qualidade de vida dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: Gliomas da ínsula. Mapeamento cerebral. Artérias lenticuloestriadas.



Área insular em visões macro e ampliada

Mensagem Central

Compreender a anatomia microcirúrgica e a arquitetura funcional da área insular é crucial para obter a máxima extensão da ressecção dos gliomas da ínsula, propiciando impacto na sobrevida sem progressão e preservação das funções vitais e na qualidade de vida. Assim, esta revisão oferece amplo detalhamento anatômico estrutural e vascular da região insular para melhor orientar os neurocirurgiões em aumentar a segurança de seus procedimentos na área.

Perspectiva

O tratamento dos gliomas insulares permanece como grande desafio. Devido à sua localização e possibilidade de desenvolvimento de déficits neurológicos, na manipulação cirúrgica se faz necessário não somente saber sua localização topográfica, mas também a íntima relação vascular com as artérias lenticuloestriadas, considerando que o envolvimento delas pelo tumor possui implicações na sobrevida e função neurológica. É pertinente a existência de classificação pautada na anatomia vascular como mais uma ferramenta para o planejamento cirúrgico dos tumores da ínsula o que esta revisão procura oferecer.

ABSTRACT

Introduction: Gliomas are brain and spinal cord tumors that originate in glial cells and whose progression invades the adjacent brain tissue and among them one of the most challenging are located in the cerebral lobe of the insula. These arteries supply noble structures and their damage can cause sensory, motor and language damage.

Objective: To describe the impact of the extent of resection, overall survival and functional results after surgery for insular gliomas, when these tumors are or are not involved by lenticulostriate arteries.

Methods: Integrative review on virtual platforms in Portuguese and English, searching for AND or OR data using the following descriptors "Insula gliomas, Brain mapping, Lenticulostriate arteries". The initial search was based on the title and/or abstract. Once the included works were decided, the texts were read in full. In total, 55 articles were studied.

Results: The insula lobe is "hidden" by the overlap of the frontal, parietal and temporal lobes. To achieve this, transsylvian or transcortical approaches can be performed. It turns out that when arriving at the insula, a significant branch made up of lenticulostriate arteries is seen, the manipulation of which can cause neurological deficits and, when going deeper into the insular cortex, one comes across other structures as important as the insula itself. Anatomical knowledge of the lenticulostriate arteries and their relationships is of fundamental importance for the resection of insular glioma, as their involvement and that of the middle cerebral artery can determine ischemia of the basal ganglia and internal capsule.

Conclusion: The treatment of insular gliomas remains a major challenge. Due to its location and the possibility of developing neurological deficits during surgical manipulation, it is necessary not only to know its topographic location, but also the intimate vascular relationship with the lenticulostriate arteries. Their involvement by the tumor has implications for survival and preservation of neurological function. Detailed knowledge of the region's anatomy is essential to reduce complications that greatly affect patients' quality of life.

KEYWORDS: Insula gliomas. Brain mapping. Lenticulostriate arteries.

INTRODUÇÃO

Os gliomas são tumores encefálicos e da medula espinhal que se originam nas células gliais e cuja progressão invade o tecido cerebral adjacente, sendo também denominados de tumores intra-axiais por esta característica. Dentre os gliomas encefálicos, um dos mais desafiadores são aqueles localizados no lobo cerebral da ínsula.¹⁻⁵ A base da terapêutica destas neoplasias é o tratamento cirúrgico e o que o torna instigante é a complexa anatomia da ínsula e a sua proximidade de estruturas funcionais importantes - núcleos da base, cápsula interna, córtex e região do subcórtex de processamento da linguagem -, além de artérias, entre elas a artéria cerebral média (ACM) e as artérias lenticuloestriadas (ALS). Compreender a anatomia microcirúrgica e a arquitetura funcional da área insular é crucial para obter a máxima extensão da ressecção, propiciando impacto na sobrevivência sem progressão e preservação da função, e melhor qualidade de vida.^{1,2}

Apesar dos riscos associados aos tumores gliais na ínsula, os neurocirurgiões especializados têm conseguido tratar este tipo de tumor com morbidade relativamente baixa. Tais resultados só podem ser obtidos através da compreensão completa da anatomia microcirúrgica subjacente, análise de imagem precisa, avaliação linguística e técnicas específicas de mapeamento cerebral.²

Historicamente, os avanços na localização cortical foram feitos através do mapeamento intraoperatório por neurocirurgiões pioneiros que realizaram o procedimento cirúrgico com o paciente acordado.³ Este tipo de mapeamento funcional, que possui variações entre os indivíduos, inaugurou a era do mapeamento cerebral cirúrgico que, atualmente, é condição indispensável para garantir a segurança durante a ressecção cirúrgica de tais lesões. A principal vantagem da operação cerebral acordada é a capacidade de identificar áreas cerebrais eloquentes, diminuindo assim possivelmente os déficits neurológicos pós-operatórios, e permitindo maior extensão da ressecção, muito próxima da ressecção total.^{4,6,7} Contudo, o mapeamento cerebral é bastante desafiante quando o aspecto medial dos tumores insulares não desloca, mas envolve as artérias lenticuloestriadas. Nestes casos, mesmo esforço intenso para preservar a integridade da cápsula interna com base no mapeamento subcortical, não há garantias de que o paciente não experimentará novo déficit motor ou sensorial no período pós-operatório. Esta é a principal razão pela qual o estudo da relação das ALS com o aspecto medial dos tumores insulares no período pré-operatório e intraoperatório é importante. Além disso, a relação das ALS com os gliomas insulares é fator importante que deve ser obtido quando se considerar as suas classificações.

Assim, esta revisão integrativa teve por objetivo descrever o impacto do envolvimento das artérias lenticuloestriadas na extensão da ressecção e na sobrevida dos pacientes com gliomas da ínsula, e oferecer revisão anatômica detalhada da área a ser operada quando do procedimento cirúrgico.

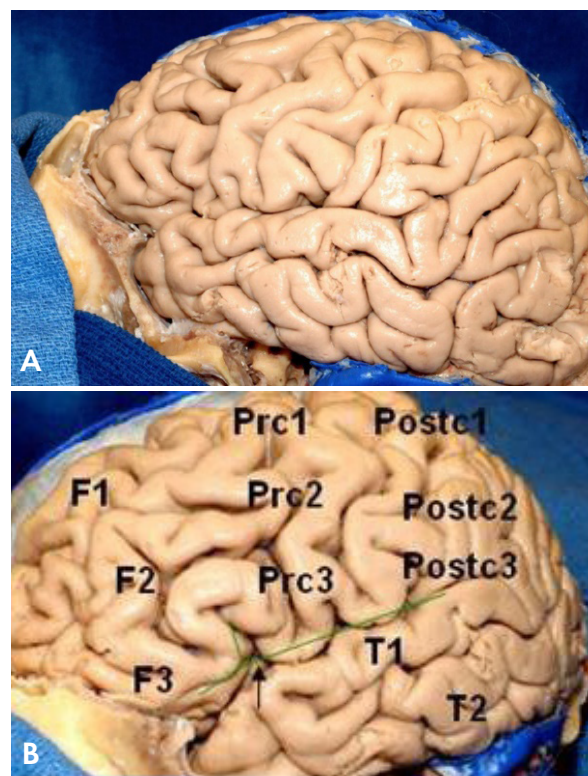
MÉTODO

Esta revisão foi feita colhendo-se informações publicadas em plataformas virtuais em português e inglês, e analisada durante o período de janeiro de 2022 a agosto de 2023. O material para leitura e análise foi selecionado das plataformas SciELO – Scientific Electronic Library Online, Google Scholar, Pubmed e Scopus em português e inglês, buscando AND ou OR dados através dos seguintes descritores “Gliomas da ínsula, Mapeamento cerebral, Artérias lenticuloestriadas”. A busca inicial foi baseada no título e/ou resumo. Decididos os trabalhos incluíveis foi realizada a leitura na íntegra dos textos. Ao total foram estudados 55 artigos

DISCUSSÃO

Anatomia da ínsula

O cérebro é formado por duas metades, cada uma denominada de hemisfério cerebral. Cada hemisfério está dividido em cinco lobos: o lobo frontal, o temporal, o parietal, o occipital e o lobo da ínsula. Ao se analisar a face superolateral do cérebro identifica-se os sulcos e giros de somente 4 lobos: frontal, temporal, parietal e occipital; o lobo da ínsula não se visualiza na superfície devido ao fato de que durante o desenvolvimento embrionário fetal, ele fica encoberto pelos demais lobos (Figuras 1A e 1B).

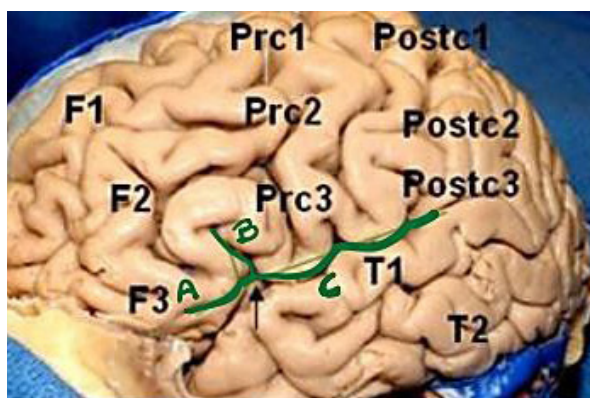


Fonte: Isolani, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 1 - Face superolateral do hemisfério cerebral esquerdo: A) superfície lateral do hemisfério cerebral esquerdo; B) giros (F1 - frontal superior, F2 - frontal médio, F3 - frontal inferior, Prc1 - pré-central superior, Prc2 - pré-central médio e Prc3 - pré-central inferior, Postc1 - pós-central superior, Postc2 - pós-central médio, Postc3 - pós-central inferior, T1 - temporal superior, T2 - temporal médio)

O sulco que divide o lobo frontal e parietal do lobo têmporo-occipital é denominado de sulco lateral. Este sulco, ou sulco de Sylvius, junto com o sulco central, inicia-se na base do cérebro na altura do processo clinoide anterior e se estende até a face superolateral do cérebro e separa o lobo frontal do temporal. Em sua parte terminal, ele se divide em 3 ramos: ascendente, anterior e posterior. Este é o mais longo e dirige-se para trás e para cima, terminando no giro supra marginal. Os outros dois são mais curtos e dividem o giro frontal inferior em 3 partes (da região anterior para a posterior): orbital, triangular e opercular. Entre a parte orbital e a triangular, encontra-se o ramo anterior; e entre a parte triangular e a opercular, o ramo ascendente (Figura 2).

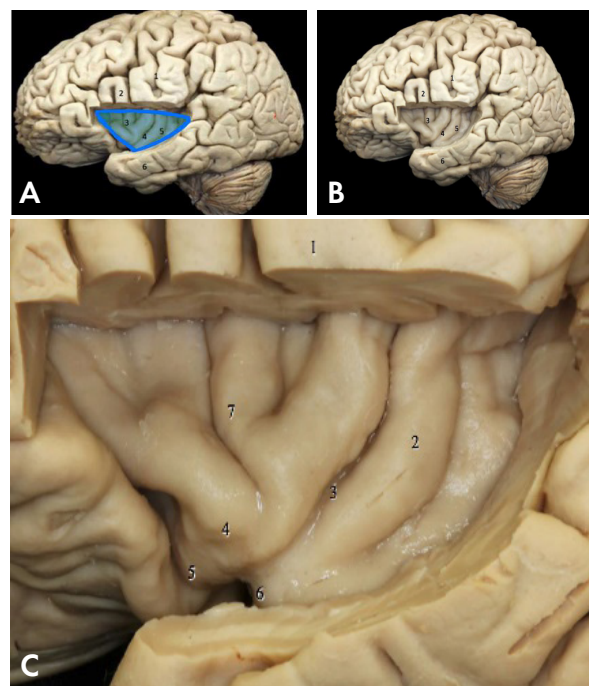
O sulco lateral pode apresentar ainda um quarto ramo (fronto-orbital). Quando presente, encontra-se no lobo frontal, abaixo do ramo anterior e da parte orbital, separando esta parte do giro orbital posterior.⁸ A primeira descrição do córtex insular (ínsula) foi fornecida pelo psiquiatra alemão Johann Christian Reil, em 1809.⁹



Fonte: Isolani, G. R. et al. (2020)¹⁰

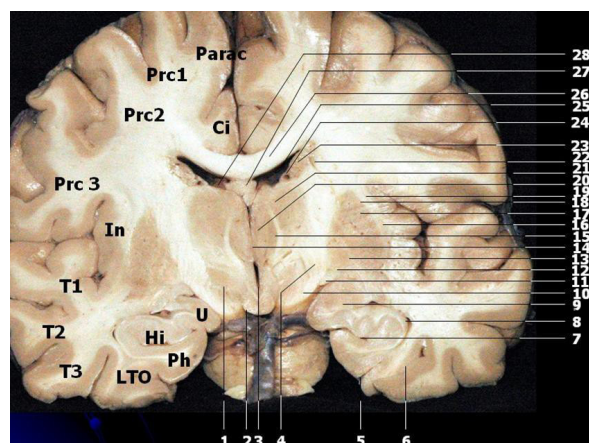
FIGURA 2 - Projeção da fissura silviana na face superolateral do cérebro onde a linha verde mostra: A) ramo anterior; B) ramo ascendente; C) ramo posterior da fissura silviana; D) giros (F1 - frontal superior, F2 - frontal médio, F3 - frontal inferior, Prc1 - pré-central superior, Prc2 - pré-central médio e Prc3 - pré-central inferior, Postc1 - pós-central superior, Postc2 - pós-central médio, Postc3 - pós-central inferior, T1 - temporal superior, T2 - temporal médio)

O lobo da ínsula possui formato triangular, cujo ápice denomina-se límen da ínsula e constitui o limite lateral do sulco silviano. Ela se separa dos opérculos pelos sulcos peri-insulares (ou circulares) divididos em superior, inferior e anterior. O superior se localiza abaixo do opérculo frontoparietal; o inferior, abaixo do opérculo temporal; e o anterior, abaixo do opérculo orbitofrontal. Outro sulco presente nela é o sulco central, que se estende desde o sulco peri-insular superior até o límen. Ele divide a ínsula em porção anterior e porção posterior. Aquela é caracterizada pelos giros curtos (anterior, médio e posterior), acessório e transversal, os quais se encontram na região anteroinferior dessa porção. Todos esses giros se unem para formar o ápice da ínsula. A porção posterior está constituída pelos giros longos anterior e posterior (separados pelo sulco pós-central da ínsula). A região inferior da ínsula é formada por 3 estruturas: polo, límen e região lateral do tronco da fissura silviana (Figuras 3 e 4).



Fonte: Isolani, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 3 - Lobo da ínsula: A) delimitação da área (3 - giros curtos; 4 - sulco central; 5 - giros longos); B) o mesmo com remoção dos opérculos e visualização da ínsula; C) visualização ampliada (1 - giro pré-central; 2 - giro longo; 3 - sulco central; 4 - ápex; 5 - giro transversal; 6 - límen; 7 - giro curto)



Fonte: Isolani, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 4 - Secção coronal através dos corpos mamilares e núcleos anteriores do tálamo: 1) fascículo lenticular; 2) corpos mamilares; 3) terceiro ventrículo; 4) perna posterior da cápsula interna; 5) sulco colateral; 6) sulco occipitotemporal; 7) fissura hipocampal; 8) cornu temporal do ventrículo lateral; 9) amígdala; 10) pedúnculo cerebral; 11) trato óptico; 12) globo pálido medial; 13) lâmina medular interna; 14) massa intermédia; 15) trato mamilotálâmico; 16) claustrum; 17) putâmen; 18) cápsula externa; 19) cápsula externa; 20) núcleos anteriores do tálamo; 21) núcleos ventrais tálamo; 22) estrias lenticulocaudadas; 23) núcleo caudado; 24) estria terminal e veia talamoestriada; 25) cornu frontal do ventrículo lateral; 26) corpo caloso; 27) fórnix; 28) plexo coroide; U) uncus; Hi) hipocampo; Ph) parahipocampo; LTO) giros occipitotemporal lateral; T1) giro temporal superior; T2) giro temporal médio; T3) giro temporal inferior; In) ínsula; Prc 1) porção superior do giro pré-central; Prc 2) porção média do giro pré-central; Prc 3) porção inferior do giro pré-central; Parac) giro paracentral; Ci) giro do cíngulo

Fissura silviana

Um dos professores mais destacados da Europa, o Dr. Franciscus Sylvius foi o pioneiro a postular que os desequilíbrios químicos consistem em excesso de ácido (acidose) ou de álcali (alcalose) no sangue. Professor de medicina na Universidade de Leiden, Sylvius também descobriu, em 1641, uma fenda profunda que separa os lobos frontal e parietal na porção superior e posterior da face superolateral do cérebro do lobo temporal localizado na porção inferior da mesma face.¹¹

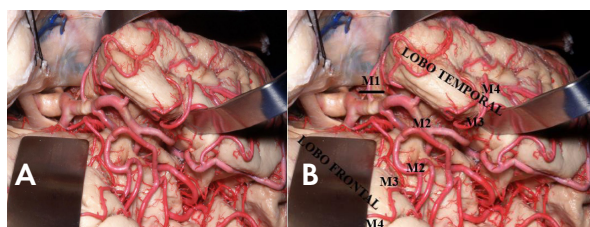


Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 5 - Fissura silviana: em (1) límen da ínsula; opérculo frontal (2) apresenta-se afastado do opérculo temporal (3) para expor o córtex insular (4) que forma o assoalho da fissura silviana

Relações arteriais

A artéria cerebral média (ACM) apresenta-se como a mais complexa das 3 artérias cerebrais. Ela é 2 vezes maior do que a cerebral anterior, medindo de 2,4 a 4,6 mm de diâmetro. Sua origem se localiza no início da fissura silviana, lateralmente ao quiasma óptico. Durante o seu percurso, a ACM passa por baixo da substância perfurada anterior, na qual penetrarão seus pequenos ramos chamados artérias lenticuloestriadas. Em seguida, se divide no interior da fissura silviana e vira póstero-superiormente, atingindo a superfície da ínsula (Figura 6).



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 6 - A) Vista lateral do hemisfério cerebral direito, após espatulação dos lobos frontal e temporal, evidenciando a artéria cerebral média; B) divisões da artéria cerebral média: M1 (esfenoidal) segmento que se origina na bifurcação da artéria carótida interna até a bifurcação principal; M2 (insular) que se origina na bifurcação principal até o sulco peri-insular; M3 (opercular) que percorre os opérculos e termina da superfície lateral do sulco de Sylvius; M4 (parasilviano) que supre a convexidade cerebral

A ACM (dividida em 4 segmentos, que vai desde M1 até M4) supre a ínsula através de seus ramos. O segmento M1 (esfenoidal) tem sua origem na bifurcação da artéria carótida interna e estende até a principal bifurcação da ACM, localizada na região adjacente ao límen da ínsula. O segmento M2 (insular) se estende da bifurcação principal até o sulco peri-insular. O segmento M3 (opercular) começa no sulco peri-insular e percorre os opérculos, terminando na superfície lateral do sulco de Sylvius. E por fim, o segmento M4 (parasilviano) corresponde aos ramos que suprem a convexidade cerebral (Figura 6).

Segmento M1

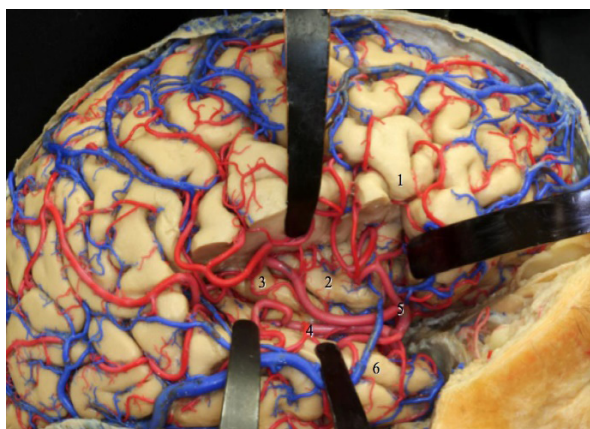
A artéria carótida interna se bifurca em ACM e artéria cerebral anterior ao nível da porção central da substância perfurada anterior. A partir da origem da artéria cerebral média é que se inicia o segmento M1. Ele percorre a profundidade do sulco de Sylvius de forma anterossuperior, superior ou posterossuperior, ao redor do límen da ínsula, onde forma um joelho. Nesse ponto se delimita o final de M1, marcado pela bifurcação principal da ACM em troncos superior e inferior. Essa bifurcação se localiza na maioria das vezes no joelho, mas também proximal ou distalmente a ele. Em alguns casos, ocorre a formação de trifurcação, através da origem de um tronco intermediário, surgindo tanto do tronco superior quanto do inferior. Ainda, há a possibilidade de quadrifurcação, quando ambos os troncos se bifurcam, havendo poucos casos na literatura.⁸ Outra variante é o aparecimento de “falsa bifurcação”, formada pelo ramo temporal do segmento M1 ou pelo ramo frontal. Segundo Türe e Yasargil¹², essa variação apresentou-se em 2 dos 40 hemisférios avaliados. Em todos encontra-se padrão de bifurcação, exceto 1 de quadrifurcação.⁸ Os ramos do segmento M1 são classificados de acordo com a área cerebral irrigada. Portanto, eles podem ser divididos em artérias corticais ou em artérias lenticuloestriadas laterais. Em relação às artérias corticais, o segmento M1 é dividido em pré-bifurcação e pós-bifurcação. A pré-bifurcação se compõe por um único tronco, originado no início da ACM e se estende até a bifurcação do segmento M1. As artérias corticais que surgem da pré-bifurcação são chamadas de ramos precoces, que correspondem aos ramos frontais e temporais do segmento M1. Segundo Tanriover, et al.⁸, das 159 espécies analisadas, 90% apresentavam os ramos temporais, e 30% os frontais. De acordo com Türe, et al.¹², o segmento M1, em 38 dos 40 hemisférios, originou-se de 1 a 3 artérias corticais, localizada na maioria das vezes (75,8%) lateralmente a este segmento, suprimindo o lobo temporal. Contudo, as artérias corticais podem se originar também da região medial (24,2%), vascularizando o lobo frontal. Em 7 hemisférios, pequenas artérias corticais foram encontradas irrigando o córtex piriforme.¹³

As variações dos ramos corticais podem ser classificadas em 4 tipos (A, B, C e D), de acordo com a região do segmento M1 de onde elas se originam. No tipo A, esse segmento dá origem somente a ramos corticais temporais (laterais) podendo variar em número de 1 a 3 ramos temporais, sendo o mais comum a presença de apenas 1 ramo. No tipo B, o segmento M1 origina tanto ramos temporais como frontais (mediais). Nesse tipo, a variação predominante origina-se

de 1 ramo temporal e de 1 frontal. No entanto, podem ser vistos também 2 ramos temporais e 1 frontal. No tipo C, o segmento M1 dá origem somente a ramos frontais. No tipo D, os ramos corticais não se originam desse segmento, apenas as artérias lenticuloestriadas laterais e artérias do uncus. De todos os tipos, o tipo A é o mais frequente e os tipos C e D os mais raros.

Segmento M2

O segmento M2 se origina no límen da ínsula, onde ocorre a bifurcação principal da ACM ou, em alguns casos, a trifurcação. Distalmente ao joelho, os troncos superior e inferior lançam ramos que percorrem a ínsula até o sulco peri-insular, onde marcam o início o segmento M3. Esses ramos são chamados de “troncos arteriais”, local de origem das artérias corticais. Os ramos do segmento M2 formam-se (além dos troncos superior e inferior) do tronco intermediário, dos ramos precoces ou mesmo da artéria cerebral média acessória. Os ramos do tronco superior vascularizam os giros transversos, acessórios e giros curtos da ínsula, o ápex insular e o sulco limitante anterior da ínsula. Os ramos do tronco inferior irrigam os giros longos posteriores da ínsula, o sulco limitante inferior e o límen da ínsula (Figura 7).



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 7 - Exposição do lobo da ínsula com artérias e veias no hemisfério cerebral direito: 1) pars triangularis; 2) giro curto; 3) giro longo; 4) tronco inferior da ACM (segmento M2); 5) trifurcação da ACM; 6) giro temporal superior

Os ramos precoces se originam próximo da bifurcação ou trifurcação e suprem qualquer parte da ínsula, com exceção do sulco central. Eles vascularizam parte dos sulcos limitantes inferior e anterior e límen da ínsula. A artéria cerebral média acessória é a variação mais comum da artéria cerebral média. Ela inicia-se na artéria cerebral anterior e termina na região orbitofrontal. Com efeito, irriga os giros acessório e transversos e o sulco limitante anterior.

As artérias corticais totalizam 12 artérias e lançam ramos para a ínsula, exceto a artéria temporopolar. São elas: orbitofrontal, pré-frontal, pré-central, central, parietal anterior, parietal posterior, angular, temporo-occipital, temporal posterior, temporal média, temporal anterior e artérias temporopolares. As artérias corticais do segmento M2 podem formar-se tanto do tronco superior como do inferior. A partir do tronco superior inicia-se a maioria das artérias corticais, em média 5 e variando de 2 a 7. Já do tronco inferior, podem

sair de 2 a 8 artérias. Contudo, nos pacientes detentores de trifurcação, o tronco intermediário também pode originar às artérias corticais, variando de 1 a 2.

As artérias corticais que se originam do tronco superior percorrem caminho mais curto na ínsula quando comparado com as artérias do tronco inferior. Além disso, elas costumam surgir mais próximo da bifurcação, em torno do polo da ínsula. A primeira artéria cortical do tronco superior costuma ser a orbitofrontal, seguida pela pré-frontal, pré-central, central, parietal anterior, parietal posterior, angular e artérias temporo-occipitais. A artéria parietal anterior, central, temporo-occipital e a angular raramente se originam do tronco inferior. Do tronco inferior, surgem as artérias corticais que passam pelo giro longo da ínsula e pelo limite inferior do sulco e vasculariza a porção posterior da ínsula. Seus primeiros ramos mais frequentes são o temporal médio e o posterior, seguido do temporal anterior, parietal posterior e artérias temporopolares.

Segmento M3

O início do segmento M3 é marcado pelos sulcos peri-insulares anterior, superior e inferior e percorre o trajeto indo até a superfície medial do opérculo, ou seja, na superfície da fissura sylviana, onde se inicia o segmento M4. No seu percurso, o segmento M3 corre paralelamente ao M2, vascularizando a superfície medial do opérculo. Contudo, em alguns casos, o segmento M3 origina de 1 ou 2 artérias pequenas, responsáveis por suprir os sulcos peri-insulares superior e inferior. Particularidade apresentada pelas artérias orbitofrontal lateral e a temporopolar é quando elas se originam do segmento M1 e logo se tornam o segmento M3, não emitindo nenhum ramo para a ínsula.

Segmento M4

O segmento M3 percorre lateralmente a fissura sylviana, que ao sair se transforma em segmento M4. Este segmento não origina nenhum ramo para a ínsula, não tendo papel na sua vascularização. A ínsula é predominantemente suprida pelos ramos do segmento M2. Segundo Ture, et al.¹², cerca de 75-104 artérias se originam desse segmento. Contudo, em 55% dos hemisférios cerebrais analisados, observou-se a origem de 1 a 6 artérias do segmento M1, as quais são responsáveis por vascularizar principalmente o límen da ínsula. Em 10% dos hemisférios, o segmento M3 originou 1 ou 2 artérias, suprimindo os sulcos peri-insulares superior e inferior. Já o segmento M4 não lança nenhum ramo para a ínsula.

Aproximadamente, 80-90% das artérias insulares são curtas e vascularizam o córtex insular e a cápsula extrema; 10% são médias e responsáveis por suprir o claustrum e a cápsula externa; e os 3-5% restantes são longas e alcançam a coroa radiata. Essas últimas estão localizadas principalmente na região posterior da ínsula. O putâmen, globo pálido e cápsula interna são vascularizados pelas artérias lenticuloestriadas laterais. Essa região separa-se da região irrigada pelas artérias insulares pela cápsula externa. Do ponto de vista da vascularização dos sulcos e dos giros da ínsula, cada um deles também possui irrigação particular pelos ramos das artérias insulares. Quanto à vascularização dos giros da ínsula tem-se considera-se que os giros acessório e transversos recebem

sangue das artérias corticais do tronco superior. A artéria orbitofrontal, em conjunto com a pré-frontal (com menor contribuição), são as únicas que vascularizam ambos os giros. O giro curto anterior é suprido pelos ramos do tronco superior e pela artéria pré-frontal. O giro curto médio é vascularizado pelos ramos do tronco superior e pela artéria pré-central, que vem seguida pela pré-frontal. O ápice da ínsula recebe sangue das artérias corticais do tronco superior e das artérias pré-frontal e pré-central. O giro curto posterior recebe ramos do tronco superior e artéria central, acompanhada pelas artérias pré-central e parietal anterior. O sulco central e giro longo anterior representam a única região da ínsula que é vascularizada pelos ramos tanto do tronco superior como do inferior na mesma porcentagem, sendo assim chamada de zona de vascularização mista. O sulco central ainda recebe sangue das artérias central e parietal anterior. O giro longo anterior é irrigado também pelas artérias parietais anterior e posterior; o posterior, nutre-se pelos ramos do tronco inferior, responsáveis por vascularizar esse giro em 80% dos hemisférios. As artérias angular e tempo-occipital suprem exclusivamente esse giro.

Quanto a vascularização dos sulcos limitantes (ou circulares) da ínsula o padrão é o que segue. O sulco circular anterior recebe sangue dos ramos do tronco superior, das artérias orbitofrontal e pré-frontal. Essas vascularizam exclusivamente esse sulco. O sulco limitante inferior recebe ramos dos troncos inferiores em 80% dos hemisférios e dos ramos precedentes em 50% dos hemisférios. Ainda, irriga-se também pelas artérias têmporo-occipital e temporal posterior. Nesse sulco, podem ser encontradas as artérias perfuradas, principalmente na sua região posterior. A região do límen é vascularizada predominantemente pela porção inicial do tronco inferior em mais de 80% dos hemisférios e recebe contribuição dos ramos precoces em 1/3 dos hemisférios. A artéria temporal média é responsável pela vascularização em 30% dos hemisférios, emitindo mais ramos para o límen da ínsula do que o tronco inferior (Figura 8).

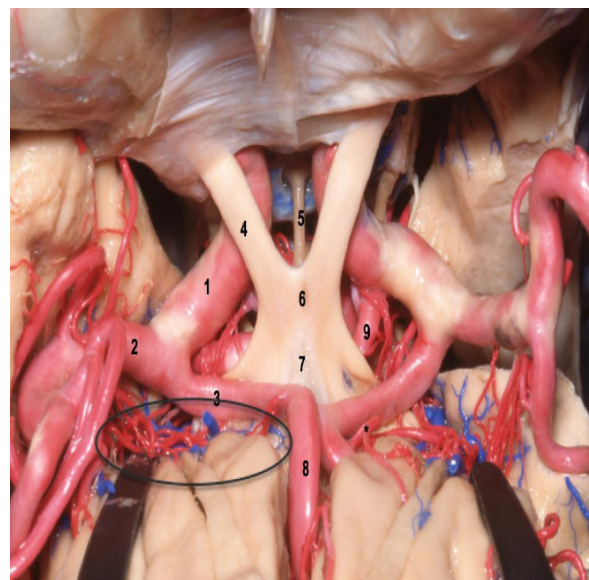


Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 8 - Visão lateral do hemisfério cerebral esquerdo no qual foram removidos os lobos frontal, parietal e parte do lobo occipital para evidenciar o córtex insular e suas relações com os ramos do segmento M2 da artéria cerebral média: os espaços entre os ramos M2 (*) são corredores de acesso para a remoção dos tumores insulares, embora comumente os troncos superior e inferior da artéria cerebral média sejam deslocados para a periferia do tumor.

Artérias lenticuloestriadas (ALS)

As ALS podem ser divididas em grupo medial e grupo lateral. As do grupo medial são habitualmente denominadas de artérias estriadas, enquanto as do grupo lateral de artérias lenticuloestriadas. As artérias lenticuloestriadas mediais são geralmente consideradas originárias do segmento A1 da artéria cerebral anterior (ACA) e suprem o globo pálido e a porção medial do putâmen.¹⁴ Elas são mais curtas, mais finas e em menor número do que as artérias lenticuloestriadas laterais. Estas artérias lenticuloestriadas laterais se originam da região inferomedial do segmento M1 e percorrem a porção central e lateral da região anterior da substância perfurada anterior. Elas vascularizam a substância inominada, putâmen, globo pálido, núcleo caudado, cápsula interna, coroa radiada e porção lateral da comissura anterior. As artérias lenticuloestriadas laterais variam de 1 a 15, não havendo relação direta com o comprimento do segmento M1 e a quantidade presente dessas artérias. A sua origem varia, surgindo geralmente da região inferomedial do segmento M1. Contudo, elas se originam de ramos temporais ou frontais, ou ainda dos troncos superior e inferior do segmento M2 (Figura 9).



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 9 - Visão superior das relações arteriais da fissura silviana e das artérias lenticuloestriadas: 1) artéria carótida interna supraclinoideia; 2) artéria cerebral média (M1); 3) artéria cerebral anterior (segmento A1); 4) nervo óptico; 5) haste hipofisária; 6) quiasma óptico; 7) lamina terminalis; 8) artéria cerebral anterior (segmento A2); 9) artéria comunicante posterior; (*) artéria de Heubner

A maioria dos déficits pós-operatórios após a ressecção do glioma insular atribuem-se ao comprometimento das artérias lenticuloestriadas laterais. A preservação destes vasos é contemporaneamente crítica e desafiadora, por serem numerosos e pequenos, com curso intraparenquimatoso oculto à visualização direta durante a intervenção operatória. Um menor grau de deslocamento medial das artérias lenticuloestriadas laterais pode prever o envolvimento tumoral desses vasos, o que pressagia menor probabilidade de obtenção de ressecção total grosseira e maior probabilidade de morbidade pós-operatória. A preservação desses vasos, portanto, requer o conhecimento

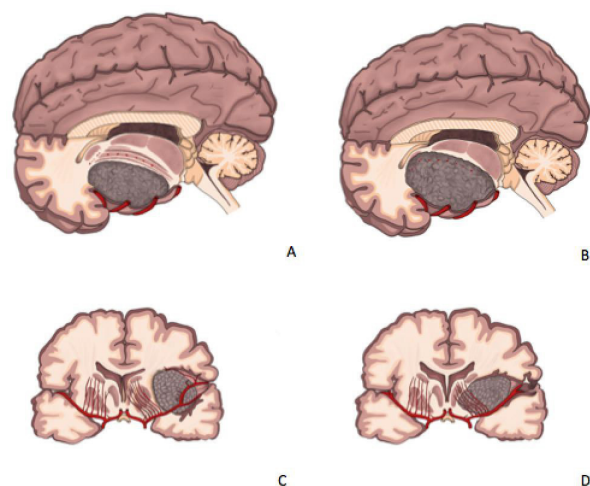
de sua localização durante toda a ressecção do glioma insular e se facilita por imagens pré e intraoperatórias. Entretanto, o rastreamento intraoperatório em tempo real é o padrão-ouro para a localização destes vasos (Figura 10).



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 10 - Visão ântero-oblíqua do córtex da ínsula do hemisfério cerebral esquerdo demonstrando a íntima relação do córtex da ínsula e os elementos mediais do córtex: a figura representa a íntima relação do córtex da ínsula com os núcleos da base e sua porção medial e a porção superior do lobo temporal.

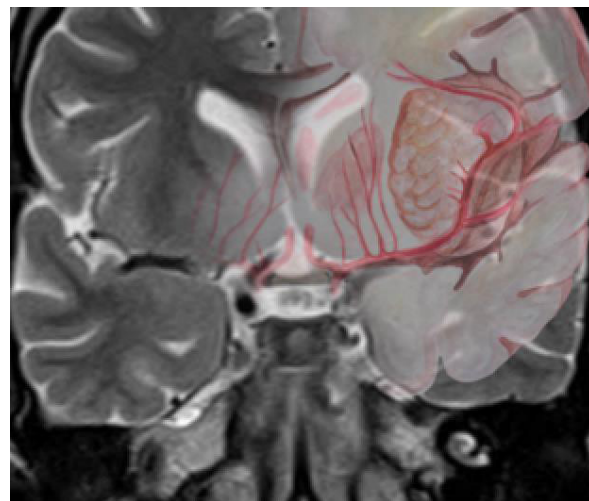
Os gliomas insulares podem deslocar as artérias lenticuloestriadas laterais.¹⁵ Avaliação dessas artérias em relação ao tumor e à progressão da dissecação é crítica no intraoperatório, e frequentemente é desafiadora.^{16,18-20} Os exames de imagem pré-operatórios (angiotomografia, arteriografia, angiorressonância) podem prever a localização das artérias lenticuloestriadas laterais em relação ao tumor e ao parênquima saudável,²⁰⁻²⁵ porém têm baixa acurácia. Embora microdoppler intraoperatório tenha sido testado, o padrão-ouro ainda é a visualização direta destes vasos, o que representaria o limite médio da ressecção tumoral.^{2,15,21,22,24,26}



Fonte: Lia Grub Becker (2020)²³

FIGURA 11 - Desenho esquemático indicando possíveis relações entre as artérias lenticuloestriadas e tumor da ínsula: artérias lenticuloestriadas não englobadas (A e C) ou englobadas (B e D) pelo aspecto medial do tumor insular que embora passível de ser previsto nos exames de imagem pré-operatórios, na maioria dos casos é achado intraoperatório.

Como o parênquima irrigado pelas artérias lenticuloestriadas laterais geralmente não recebe fluxo colateral significativo, a lesão iatrogênica de um único vaso lenticuloestriado pode causar infarto dos núcleos da base ou capsular interno,²⁷ resultando em hemiplegia.^{24,25,27}



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 12 - Representação esquemática da distribuição das artérias lenticuloestriadas em tumor insular: a figura representa a relação do tumor de ínsula com os ramos da artéria cerebral média, bem como a relação com as artérias lenticuloestriadas

A identificação pré-operatória das artérias lenticuloestriadas laterais pode ser realizada através da angiografia cerebral convencional,²⁸ angiotomografia computadorizada²⁶ bem como através de imagens de ressonância magnética (RNM).²⁵ As artérias lenticuloestriadas são visualizadas na ressonância magnética como vazios de fluxo proeminentes²⁵ e também avaliadas sua proximidade do tumor. A angiografia por ressonância magnética avalia de forma efetiva e direta a vasculatura intracraniana e provou ser benéfica na identificação da posição e do curso das artérias lenticuloestriadas^{21,22}, conhecimento do qual aumenta significativamente a extensão viável de ressecção com segurança e reduz a morbidade concomitante de explorações operatórias sobre tumores e lesões da ínsula.^{15,24,26,29} A interface tumoroparenquimatosa insular pode ser mais propriamente delimitada na sequência de T2 e FLAIR por RNM.²¹

Relações venosas

O sistema venoso da ínsula apresenta inúmeras variações e assimetrias. Contudo, existem algumas generalidades. O superficial drena a área cortical superficial da fissura sylviana, enquanto o profundo drena a ínsula. Entre esses 2 sistemas, várias anastomoses são encontradas (Figura 3)



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 13 - Visão lateral do hemisfério cerebral esquerdo mostrando as veias silvianas superficiais e a veia de Labbé: na abordagem transsilviana os 3 terços da fissura silviana devem ser abertos; em alguns casos as veias do terço posterior da fissura não podem ser dissecadas impunemente devido a pontes venosas. Nestes casos pode-se optar no intraoperatório por abordagem transcortical. No hemisfério dominante isso pode ser realizado desde que o mapeamento cortical esteja disponível.

O sistema venoso superficial faz-se pela veia silviana superficial. Ela corresponde à veia mais larga que drena o ramo posterior da fissura silviana e se origina como único tronco. Porém, ela pode se originar também como 2 troncos, que se juntam antes de drenar para o seio venoso.¹⁰ A drenagem da veia silviana superficial ocorre, em 85% dos casos, para o seio esfenoparietal e o restante o faz para o seio cavernoso ou para o seio esfenopetoso.¹⁰ As veias que drenam as regiões ao longo do ramo posterior da fissura silviana nomeia-se de acordo com a porção drenada. A veia da região frontal é chamada de frontossilviana, a parietal, de parietossilviana e a temporal, de temporossilviana. A veia silviana superficial recebe geralmente 6 veias frontossilvianas, 4 parietossilvianas e 5 temporossilvianas. As veias frontossilvianas drenam principalmente o giro frontal inferior, a porção adjacente ao giro frontal médio e a porção inferior ao giro pré-central. Elas drenam também parte dos giros curtos anterior e posterior, do giro longo anterior e dos sulcos central, pré-central e do sulco circular anterior. Além disso, em 80% dos hemisférios, drenam o giro curto médio e o ápice da ínsula. As veias frontossilvianas, na maioria dos hemisférios, escoam para a veia silviana superficial. Contudo, nos hemisférios em que elas não drenam para essa veia, elas se esvaziam na veia de Trolard que conflui para o seio sagital superior. Elas apresentam mais anastomoses com as veias insulares do que as veias parietossilviana e temporossilviana.¹⁰ As parietossilvianas costumam drenar o giro pós-central e o lóbulo parietal inferior. Em 2 hemisférios, contribuem também na drenagem do giro longo anterior e do sulco insular central. Elas se esvaziam na veia silviana superficial ou nas veias que desembocam no seio sagital superior, praticamente na mesma frequência.¹⁰ As veias temporossilvianas drenam porção maior do que as frontossilviana e parietossilviana, correspondendo à área desde o polo temporal até a parte posterior final da fissura silviana. Elas contribuem também na drenagem venosa do giro longo posterior e do limite inferior do sulco.¹⁰

A ínsula é drenada principalmente pelo sistema venoso profundo, representado pelas veias insulares e cerebral média profunda. Contudo, em algumas áreas, ela drena-se pelas tributárias da veia silviana superficial.¹⁰ As veias insulares desembocam predominantemente na veia cerebral média profunda. Porém, possuem anastomoses com a veia silviana superficial na maioria dos hemisférios estudados.¹⁰

Segundo Tanriover, et al. (2004)⁸, a drenagem da ínsula classifica-se em 3 grupos, de acordo a área drenada: superficial, profundo e de transição. O grupo classificado como de transição drena tanto para o sistema venoso superficial como para o profundo. Contudo, desembocam mais para o primeiro sistema do que para o segundo. O grupo que desemboca para o sistema venoso profundo corresponde à área do límen, sulco circular inferior, giros longos e sulco central. Para o sistema venoso superficial drenam principalmente o giro curto médio e o ápice da ínsula. A zona de transição inclui o giro curto anterior e posterior e o limite anterior do sulco.⁸

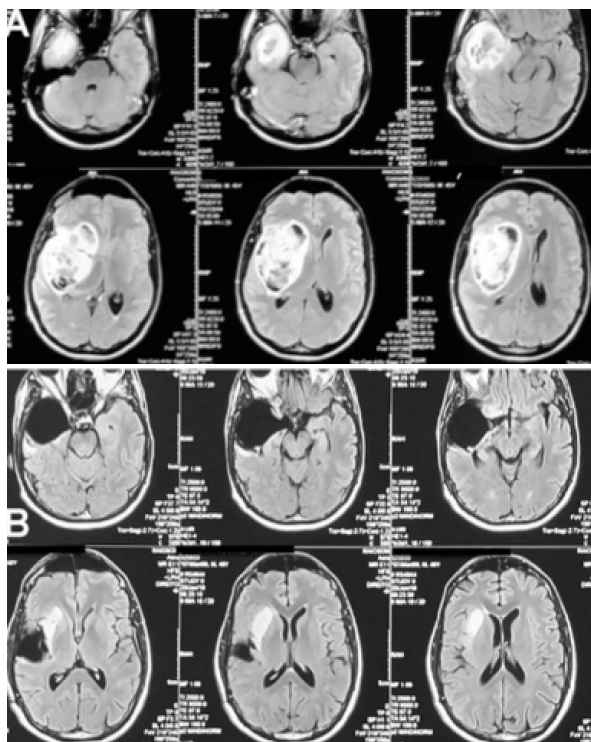
As veias insulares recebem o nome de acordo com a área drenadas: anterior, pré-central, central e posterior. A veia cerebral média profunda, que faz parte do sistema venoso profundo, forma-se pela união das veias insulares na área do límen. Esta confluência constitui-se geralmente pelas veias insulares anterior, pré-central, central e posterior, fazendo parte da formação do tronco transversal comum.¹⁰

Gliomas

Em 1884, quando as sanguessugas ainda estavam a ser utilizadas para tratar os sintomas de tumores cerebrais, Rickman Godlee e Alexander Hughes Bennett, utilizaram os conceitos de localização cerebral desenvolvidos por John Hughlings Jackson para remover com sucesso um glioma. Embora isto não tenha sido a primeira craniotomia para tumor cerebral, foi a primeira operação tumoral bem sucedida baseada apenas em sinais neurológicos e embora o doente tenha morrido em resultado de infecção algumas semanas mais tarde, este sucesso inicial levou os livros de texto da época a sugerir que, "pode tornar-se possível daqui em diante, em alguns casos, localizar os tumores do cérebro com precisão suficiente para efeitos de funcionamento".³⁰ Assim, a neuro-oncologia nasceu da colaboração entre neurologistas e neurocirurgiões na altura em que a imagiologia era indisponível e a neuropatologia estava na sua infância.³⁰ As neoplasias que afetam o tecido cerebral podem ser classificadas em 3 categorias: tumores intra-axiais primários; tumores intra-axiais não parenquimatosos, tumores metastáticos. O primeiro grupo, os tumores intra-axiais primários, surgem principalmente dos elementos do sistema nervoso central e representam aproximadamente 50% de todos os tumores intracranianos. Os tumores intra-axiais primários têm incidência de cerca de 5/100.000 pessoas por ano, e cerca de 10.000 desses casos ocorrem todos os anos nos Estados Unidos.³¹

Dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA) demonstram que cerca de 1,4-1,8% das neoplasias malignas registradas no mundo correspondem a câncer do sistema nervoso central. A incidência é ligeiramente maior

em homens que em mulheres, tratando-se de um grupo de neoplasias mais prevalentes em países desenvolvidos. Acredita-se que o último dado mantenha relação com melhor acesso às tecnologias diagnósticas e assistência médica nessas localidades. Para o ano de 2020, no Brasil, havia expectativa de 5.870 casos novos de câncer do sistema nervoso central em homens e de 5.220 em mulheres³².



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 14 - A) Ressonância magnética axial em T1 com gadolínio evidenciando volumoso glioma insular a direita onde o envolvimento das artérias lenticuloestriadas pelo tumor que foi achado intraoperatório; B) controle pós-operatório (3 meses) onde a parte do tumor que envolvia as artérias lenticuloestriadas não foi ressecada.

Classificações dos gliomas insulares

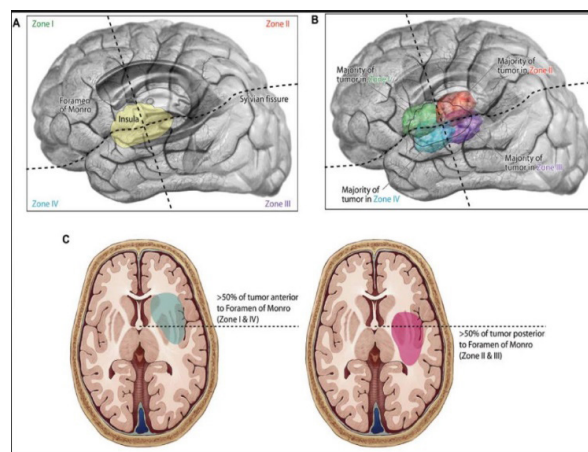
Atualmente existem 2 classificações, a de Yasargil e de Berger-Sanai.

Classificação de Yasargil

A classificação proposta por Yasargil registra que os tumores insulares podem ser categorizados como lesões do tipo 3 ou tipo 5. Os tumores do tipo 3 são limitados a ínsula ou a partes dela (tipo 3A) ou podem também incluir o opérculo correspondente (tipo 3B). Quando os tumores crescem para além do limite da ínsula e do opérculo eles são então classificados do tipo 5 e se envolvem as áreas fronto-orbitais e ou temporopolares são denominados tipo 5A e caso invadam partes do sistema límbico, são denominados de tipo 5B.²³

Classificação de Berger Sanai

Classificação de Berger Sanai divide o lobo insular em 4 zonas, a I: anterossuperior, a II: posterossuperior, a III: posteroinferior, a IV: anteroinferior, e quando os tumores envolvem as 4 zonas são denominados de tumores gigantes.³³



Fonte: Sanai, Polley & Berger, 2010³³

FIGURA 15 - Classificação de Berger-Sanai: divisão da lobo ínsula em 4 zonas; zona I anterossuperior, zona II posterossuperior, zona III posteroinferior, zona IV: anteroinferior, mas quando os tumores envolvem as 4 zonas são denominados tumores gigantes

O mapeamento cerebral

A história do mapeamento cerebral na neurocirurgia iniciou-se em 1861, com a observação de Paul Broca de que lesão localizada no giro frontal inferior poderia levar à afasia motora, descrita como aphemia naquele momento.³⁴ Entretanto, foi em 1870 que John Hughlings Jackson criou o conceito de que uma região do córtex seria específica para controlar os movimentos das diferentes partes do corpo. Jackson estudou pacientes epilépticos em que as crises convulsivas mostravam marcha, iniciada em determinada parte do corpo e seguindo para as regiões próximas, de forma progressiva e cadenciada. Nesse mesmo tempo, Gustav Fritsch e Eduard Hitzig realizaram a estimulação do córtex cerebral com resposta motora correspondente.³⁵

Em 1884, Sir Willian Osler foi um dos protagonistas da cirurgia para tumor cerebral na área da mão, realizada no Regents Park Hospital, por Hughes Bennett e Rickman Godlee. Logo depois, em 1886, incentivou a craniotomia com estimulação cortical para tratamento de epilepsia realizada por Sir Victor Horsley. Os resultados iniciais foram muito bons, com os 3 primeiros pacientes sobrevivendo. Nos 2 primeiros, foi mais fácil planejar a operação, pois havia traumatismo com afundamento de crânio. No terceiro, portador de tuberculoma, a área a ser ressecada foi apontada corretamente por Jackson, próxima ao córtex motor.³⁶

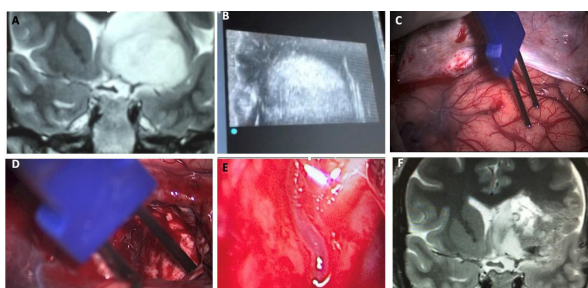
A identificação do córtex motor, antes da estimulação cortical, era baseada nas relações anatômicas das estruturas intra e extracranianas, como no trabalho pioneiro de Broca, relacionando o sulco central com a sutura coronal.³⁷ O córtex motor de 3 primatas foi mapeado, em 1901, por Harvey Cushing, no seu estágio no Laboratório de Charles Sherrington. Em 1908, ele estimulou o córtex motor em mais de 50 pacientes no Hospital John Hopkins, confirmando os trabalhos de Krause e, em 1909, relatou a estimulação farádica do giro pós-central em 2 pacientes com crise epiléptica, do tipo sensitiva, demonstrando pela primeira vez a área da sensibilidade.³⁸⁻⁴⁰

Penfield descreveu a importância dos trabalhos no laboratório de Sir Charles Sherrington para a demarcação dos limites entre o córtex motor e o sensitivo pelo sulco de Rolando. Harvey Cushing foi o primeiro a descrever a faixa motora e a sensitiva, como áreas bem demarcadas na superfície cerebral. Fez destacar a função motora e sensitiva utilizando pela primeira vez a cor azul para o giro motor e vermelho para o sensitivo, padrão utilizado até hoje pela maioria dos livros-texto.⁴¹ Penfield, juntamente com Edwin Boldrey, analisaram, em 1937, o resultado de 163 craniotomias com estimulação do córtex cerebral feitas sob anestesia local, sintetizando todas essas informações no "homunculus".³⁹⁻⁴¹

Mesmo sendo considerados hoje como simplificação da realidade, os resultados de Sherrington, Cushing e Penfield mostraram a regularidade da organização do córtex motor e sensitivo.^{42,43}

As informações cartográficas das áreas motora e sensitiva estimularam o desenvolvimento da cirurgia para pacientes com epilepsia. Começaram a aparecer descrições de novas técnicas para estimulação e mapeamento, cada uma delas com características específicas e com o objetivo comum de informar sobre a função de uma área particular do cérebro.⁴⁴

A remoção completa do tumor com a preservação da área cerebral eloquente, muitas vezes somente é possível com o reconhecimento funcional do córtex cerebral. O mapeamento assimilou as melhorias da tecnologia e dos conceitos existentes, tornando a operação para o tumor cerebral próximo à área motora ainda mais segura.⁴⁴ A forma tradicional de estimulação e mapeamento do córtex cerebral necessita da craniotomia para exposição da área a ser investigada. O paciente deve estar acordado ou sob anestesia geral leve, com dose mínima dos anestésicos, principalmente o relaxante muscular. Durante a operação é frequente a necessidade de mapeamento do córtex motor, bem como a monitoração da integridade funcional das vias subcorticais no decorrer do procedimento cirúrgico (Figura 16).



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 16 - Glioma insular a esquerda evidenciando a alteração anatômica provocada no território das artérias lenticuloestriadas: A) ecografia intraoperatória para definição das bordas do tumor; B) mapeamento cortical com o objetivo de avaliar a posição segura para a realização da corticotomia; C e D) estimulação subcortical; E e F) visualização de uma artéria lenticuloestriada enquanto a estimulação

A informação pode ser utilizada imediatamente pelo cirurgião, interrompendo ou ampliando as margens da ressecção cirúrgica.

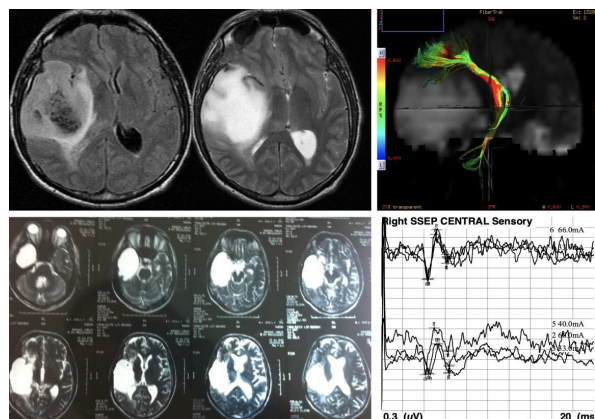
Os movimentos da face e dos membros contralaterais são observados após a estimulação de locais apropriados do córtex motor. As contrações mostram padrão de movimento característico, alternando músculos flexores e extensores. Estes movimentos não parecem com contração muscular voluntária normal.⁴⁵ Atualmente, os equipamentos utilizados para estimular têm a corrente constante, com variação na voltagem. São formados por 2 geradores de corrente, trabalhando de forma sincronizada, produzindo sequência de pulsos equipotenciais (bipolar) positiva e negativa, com tempo entre elas ajustável, em msec. Os pulsos são de onda quadrada, e permitem ajustes na frequência (Hz), duração do pulso (msec), intensidade da corrente (mA) e na duração de cada sequência de estímulos, medida em segundos. A frequência não pode ser baixa, pois se torna insuficiente para provocar a ativação do córtex ou alta demais, quando aumenta o risco de provocar crise convulsiva.⁴⁶

A estimulação direta do córtex, com eletrodo mono ou bipolar, emprega correntes elétricas entre 1 e 18mA, para provocar a resposta motora. Atualmente, a estimulação bipolar é a mais utilizada, pois reduz a densidade da corrente e o depósito de íons no tecido estimulado. A lesão do córtex pode ser resultado da densidade da corrente aplicada. Está bem demonstrada a relação linear entre a injúria do tecido cerebral e a corrente utilizada, especificadamente para eletrodo unipolar. Os eletrodos bipolares têm 2 pontas esféricas, com diâmetro entre 0,5-3 mm, e separadas por distância de 3-5 mm. São feitas de metal resistente às polarizações, como a platina e o aço inox. Discos de platina ou aço inox, unidos e parcialmente cobertos com silicone, permitem a estimulação subdural ou na superfície medial, entre o córtex e a foice cerebral.⁴⁷

A relação entre a intensidade e a duração do pulso deve ser bem entendida. O estímulo precisa respeitar limite de estimulação - o valor da reobase. Enquanto se procura a intensidade do estímulo, muita atenção para a duração do pulso. A excitabilidade do neurônio pode variar em diferentes situações como direção, polaridade, amplitude e duração da corrente do estímulo. Existem ainda os fatores da própria célula, como os gradientes iônicos, o fluxo sanguíneo e a concentração de substâncias que influenciam na resposta, como os anestésicos. A quantidade de mielina existente deve ser considerada, pois a camada de gordura na célula nervosa funciona como isolamento à corrente do estímulo. A variação natural da mielinização com a maturação cerebral é a explicação para diferenças que a idade do paciente provoca na resposta à estimulação.^{48,49}

Os protocolos da Cleveland Clinic e University of Washington para estimulação estão entre os primeiros desenvolvidos para seres humanos.^{50,51} Outros protocolos foram criados tornando necessária à discussão de pontos comuns, na tentativa de estabelecer um padrão. Quase todos sugerem que a estimulação, deve ser bipolar com frequência entre 50-70 Hz e sequências de estímulo com 3-5 s, pulso com duração de 0,3-0,5 msec e corrente inicial de 1 mA. Entretanto, o que parece ser realmente importante para evitar crise epiléptica, durante ou

depois da estimulação, é a manutenção da medicação anticonvulsivante. O paciente necessita manter a concentração sanguínea adequada do medicamento, com reforço durante a operação, quando possível.^{53,54}



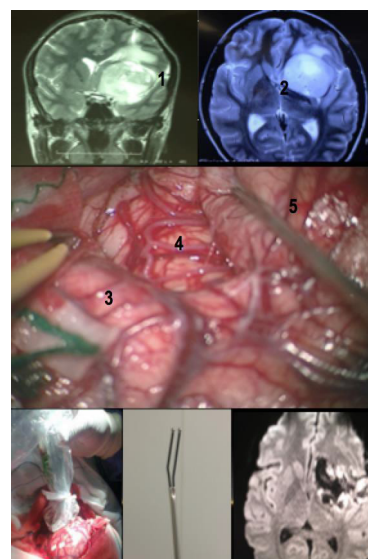
Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 17 - Imagens de ressonância magnética de tumor da ínsula direita e monitorização cerebral: ressonância magnética FLAIR, T2 e DTI evidenciando volumoso glioma insular a direita com deslocamento do trato corticoespinal na tractografia (imagem superior); pós-operatório evidenciando ressecção tumoral total com preservação do potencial evocado motor e somatossensitivo no final da cirurgia (imagem inferior).

Tratamento

O tratamento dos gliomas insulares deve ser avaliado, e o plano determinado por equipe multidisciplinar especializada, incluindo neurologistas, neurocirurgiões, oncologistas, radioterapeuta, patologista e neuroradiologista.⁵⁴ O tratamento cirúrgico é o de escolha para os tumores cerebrais. A ressecção tumoral deve ser máxima, desde que a função neurológica não seja comprometida pela extensão da ressecção, já que confere valor prognóstico.⁵⁵ Quando a ressecção microcirúrgica não é segura, como por exemplo devido à localização do tumor ou condição clínica do paciente), biópsia deve ser realizada.⁵⁴

RNM T2 coronal (superior esquerda) e axial (superior direita) evidenciando tumor insular esquerdo; foi optado por ressecção microcirúrgica do tumor através de abordagem transsilviana com mapeamento da cortical e subcortical com paciente acordado. Imagem intraoperatória evidenciando ampla dissecação da fissura silviana e visualização dos ramos M2 distendido sobre a ínsula devido ao tumor (central). Ultrassonografia intraoperatória foi útil para localizar a relação do tumor com o córtex eloquente (inferior esquerda). Estimulador bipolar usado para mapeamento cortical e subcortical (inferior central). RNM em FLAIR nas primeiras 24 h após a operação evidenciando ressecção tumoral. Paciente sem déficits pós-operatórios. Histologia: Tumor neuroectodérmico primitivo (PNET). 1) Fissura silviana; 2) joelho da cápsula interna; 3) giro frontal inferior; 4) ínsula; 5) giro temporal superior.



Fonte: Isolan, G. R. et al. (2020)¹⁰

FIGURA 18 - Tumor insular à direita e fotografia microcirúrgica do córtex insular envolvido

CONCLUSÃO

O tratamento dos gliomas insulares permanece como grande desafio. Devido à sua localização e possibilidade de desenvolvimento de déficits neurológicos quando da manipulação cirúrgica, faz-se necessário não somente conhecer sua localização topográfica, mas também a íntima relação vascular com as artérias lenticuloestriadas, considerando que o envolvimento delas pelo tumor possui implicações não somente no resultado da sobrevida, mas também na preservação da função neurológica. Existe a necessidade de identificação precisa de sua origem, rota e distribuição. Esta identificação vascular e o conhecimento anatômico do seu trajeto em relação ao tumor insular tem impacto direto na extensão da ressecção tumoral, na sobrevida e na preservação funcional. É pertinente a existência de classificação pautada na anatomia vascular como mais uma ferramenta para o planejamento cirúrgico dos tumores da ínsula.

Afiliação dos autores:

¹Hospital do Rocio, Campo Largo, PR, Brasil

²National Science and Technology Institute for Children's Cancer Biology and Pediatric Oncology-INCT BioOncoPed, Porto Alegre, RS, Brasil

³Spall Therapeutics, Porto Alegre, RS, Brasil

⁴Hospital de Base de Brasília, DF, Brasil

⁵Neurosurgical Innovations and Training Center for Skull Base and Microneurosurgery, New York, NY, USA

⁶Skull Base Surgical Lab, University of Miami School of Medicine, Miami, FL, USA

Correspondência:

Gustavo Rassier Isolan

Email: gisolan@yahoo.com.br

Conflito de interesse: Nenhum

Financiamento: Nenhum

Como citar:

Bark SA, Isolan GR, Barbosa B, Brito JNPO, de Araújo RL, Almeida T. As artérias lenticuloestriadas podem interferir na extensão da ressecção tumoral e sobrevida nos gliomas da ínsula? *BioSCIENCE* 2023; 81(2):108-119

Contribuição dos autores

Conceituação: Samir Ale Bark, Gustavo Rassier Isolan

Investigação: Samir Ale Bark, Gustavo Rassier Isolan

Supervisão: Bernardo Barbosa, Jose Nazareno Pearce De Oliveira Brito

Redação (esboço original): Gustavo Rassier Isolan

Redação (revisão e edição): Ricardo Lopes de Araújo, Timoteo Almeida

Recebido em: 26/02/2023

Aceito em: 1804/2023

REFERÊNCIAS

- Hervey-Jumper SL, Li J, Osorio JA, et al. Surgical assessment of the insula. Part 2: validation of the Berger-Sancini zone classification system for predicting extent of glioma resection. *J Neurosurg.* 2016;124(2):482-488. doi:10.3171/2015.4.JNS1521.
- Duffau H. A personal consecutive series of surgically treated 51 cases of insular WHO Grade II glioma: advances and limitations [published correction appears in *J Neurosurg.* 2011 May;114(5):1486]. *J Neurosurg.* 2009;110(4):696-708. doi:10.3171/2008.8.JNS08741.
- Folzenlogen Z, Ormond DR. A brief history of cortical functional localization and its relevance to neurosurgery. *Neurosurg Focus.* 2019;47(3):E2. doi:10.3171/2019.6.FOCUS19326.
- Ibrahim GM, Bernstein M. Awake craniotomy for supratentorial gliomas: why, when and how. *CNS Oncol.* 2012;1(1):71-83.
- Chacko AG, Thomas SG, Babu KS, et al. Awake craniotomy and electrophysiological mapping for eloquent area tumours. *Clin Neurol Neurosurg.* 2013;115(3):329-334. doi:10.1016/j.clineuro.2012.10.022.
- Gravestéijn BY, Keizer ME, Vincent AJPE, et al. Awake craniotomy versus craniotomy under general anesthesia for the surgical treatment of insular glioma: choices and outcomes. *Neural Res.* 2018;40(2):87-96. doi:10.1080/01616412.2017.1402147.
- Duffau H. Brain mapping in tumors: intraoperative or extraoperative?. *Epilepsia.* 2013;54 Suppl 9:79-83. doi:10.1111/epi.12449.
- Tanriover N, Rhoton AL Jr, Kawashima M, Ulm AJ, Yasuda A. Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. *J Neurosurg.* 2004;100(5):891-922. doi:10.3171/jns.2004.100.5.0891.
- Tanriover N, Rhoton AL Jr, Kawashima M, et al. Microsurgical anatomy of the insula and the sylvian fissure. *J Neurosurg.* 2004;100(5):891-922. doi:10.3171/jns.2004.100.5.0891.
- Isolan GR, Alvaro C, Pablo A, et al. Parte I: Anatomía microquirúrgica tridimensional de la ínsula. *REV ARGENT NEUROC.* 2020;34(2):100-115.
- Sylvius. *Encyclopaedia Britannica.* 2020. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Francis-Sylvius>.
- Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O, et al. Arteries of the insula. *J Neurosurg.* 2000;92(4):676-687. doi:10.3171/jns.2000.92.4.0676.
- Isolan GR, Aguiar PHP, Aires R, et al. Middle Cerebral Artery pseudotetrafurcation: anatomical report and review of Middle cerebral artery variations. *Neurosurgery Quarterly.* 2010.
- El-Feky M, Gaillard F. <https://radiopaedia.org/articles/medial-lenticulostriate-arteries>. *radiopaedia.* Acesso em: 18 jan 2021.
- Šteňo A, Jezberová M, Holý V, et al. Visualization of lenticulostriate arteries during insular low-grade glioma surgeries by navigated 3D ultrasound power Doppler: technical note. *J Neurosurg.* 2016;125(4):1016-1023. doi:10.3171/2015.10.JNS151907.
- Rey Dios R, Cohen Gadot AA. Technical nuances for surgery of insular gliomas: Lessons learned. *Neurosurg Focus.* 2013;34:E6.
- Vanaclocha V, Saiz-Sapena N, Garcia-Casasola C. Surgical Treatment of Insular Gliomas. *Acta Neurochir (Wien).* 1997;139:1126-1135.
- Yaşargil MG. *Microneurosurgery: Microneurosurgery of CNS Tumors.* Stuttgart: Georg Thieme; 1996. p. 263-268.
- Ebeling U, Kothbauer K. Circumscribed low grade astrocytomas in the dominant opercular and insular region: A pilot study. *Acta Neurochir (Wien).* 1995;132:66-74.
- Schätz CR, Kreth FW, Foist M, Warnke PC, Volk B, Ostertag CB. Interstitial 125-iodine radiosurgery of low-grade gliomas of the insula of Reil. *Acta Neurochir (Wien).* 1994;130(1-4):80-89. doi:10.1007/BF01405506.
- Bykanov AE, Pitskhelauri DI, Pronin IN, et al. 3D-TOF MR-angiography with high spatial resolution for surgical planning in insular lobe gliomas. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko.* 2015;79(3):5-14. doi:10.17116/neiro20157935-14.
- Saito R, Kumabe T, Inoue T, et al. Magnetic resonance imaging for preoperative identification of the lenticulostriate arteries in insular glioma surgery. Technical note. *J Neurosurg.* 2009;111(2):278-281. doi:10.3171/2008.11.JNS08858.
- Yaşargil MG, von Ammon K, Cavazos E, et al. Tumours of the limbic and paralimbic systems. *Acta Neurochir (Wien).* 1992;118(1-2):40-52. doi:10.1007/BF01400725.
- Moshel YA, Marcus JD, Parker EC, et al. Resection of insular gliomas: the importance of lenticulostriate artery position. *J Neurosurg.* 2008;109(5):825-834. doi:10.3171/JNS/2008/109/11/0825.
- Lang FF, Olansen NE, DeMonte F, et al. Surgical resection of intrinsic insular tumors: complication avoidance. *J Neurosurg.* 2001;95(4):638-650. doi:10.3171/jns.2001.95.4.0638.
- Rao AS, Thakar S, Sai Kiran NA, et al. Analogous Three-Dimensional Constructive Interference in Steady State Sequences Enhance the Utility of Three-Dimensional Time of Flight Magnetic Resonance Angiography in Delineating Lenticulostriate Arteries in Insular Gliomas: Evidence from a Prospective Clinicoradiologic Analysis of 48 Patients. *World Neurosurg.* 2018;109:e426-e433. doi:10.1016/j.wneu.2017.09.199.
- Hentschel SJ, Lang FF. Surgical resection of intrinsic insular tumors. *Neurosurgery.* 2005;57(ONS Suppl 1):ONS-176-ONS-183.
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr, et al. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg.* 1981;54(2):151-169. doi:10.3171/jns.1981.54.2.0151.
- Duffau H, Gatignol P, Mandonnet E, Peruzzi P, Tzourio-Mazoyer N, Capelle L. New insights into the anatomo-functional connectivity of the semantic system: a study using cortico-subcortical electrostimulations. *Brain.* 2005;128(Pt 4):797-810. doi:10.1093/brain/awh423.
- Gutin PH, Posner JB. Neuro-oncology: diagnosis and management of cerebral gliomas—past, present, and future. *Neurosurgery.* 2000;47(1):1-8. doi:10.1097/00006123-200007000-00001.
- Young F. Brain Tumors. In: Grossman G. *Principles of Neurosurgery.* 1991. Cap. 8, p. 113-157.
- Ministério da Saúde. <https://www.inca.gov.br/>. *inca.gov.br.* Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-do-sistema-nervoso-central>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- Sancini N, Polley MY, Berger MS. Insular glioma resection: assessment of patient morbidity, survival, and tumor progression. *J Neurosurg.* 2010 Jan;112(1):1-9.
- Stone JL. Paul Broca and the first craniotomy based on cerebral localization. *J Neurosurg.* 1991;75:154-159.
- Jackson JH. On the anatomical and physiological localization of movements in the brain. In: Taylor J, Holmes G, Walshe FM. *Selected Writings of John Hughlings Jackson. On Epilepsy and Epileptiform Convulsions.* 1958. p. 37-76.
- Goldberg G. Supplementary motor area structure and function. Review and hypotheses. *Behav Brain Sci.* 1985;8:567-615.
- Naidich TP, Valavanis AG, Kubic S, et al. Anatomic relationships along the low-middle convexity: Part II – Lesion Localization. *Int J Neuroradiol.* 1997;3:393-409.
- Penfield W. The cerebral cortex in man. The cerebral cortex and consciousness. *Arch Neurol Psychiatry.* 1938;40:417-442.
- Penfield W, Erickson TC, Tarlov I. Relation of intracranial tumors and symptomatic epilepsy. *Arch Neurol Psychiatry.* 1940;44:300-315.
- Feindel W. Osler and the “medico-surgical neurologists”: Horsley, Cushing, and Penfield. *J Neurosurg.* 2003;99:188-199.
- Uematsu S, Lesser RP, Gordon B. Localization of sensorimotor cortex: the influence of Sherrington and Cushing on the modern concept. *Neurosurgery.* 1992;30:904-12.
- Schieber MH. Constraints on somatotopic organization in the primary motor cortex. *J Neurophysiol.* 2001;86:2125-43.
- Crichton P, Crichton J. Penfield's homunculus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1994;57:525-31.
- Li DF, Freeman AW, Tran-Dinh H, et al. A Cartesian coordinate system for human cerebral cortex. *J Neurosci Methods.* 2003;125(1-2):137-145. doi:10.1016/s0165-0270(03)00046-3.
- Schieber MH, Poliakov AV. Partial Inactivation of the Primary Motor Cortex Hand Area: Effects on Individuated Finger Movements. *J of Neuroscience.* 1998;18:9038-9054.
- Maertens de Noordhout A, Born JD, Hans P, et al. Intraoperative localisation of the primary motor cortex using single electrical stimuli. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1996;60(4):442-444. doi:10.1136/jnnp.60.4.442.
- Kombos T, Suess O, Kern BC, et al. Comparison between monopolar and bipolar electrical stimulation of the motor cortex. *Acta Neurochir (Wien).* 1999;141(12):1295-1301. doi:10.1007/s007010050433.
- Amassian VE, Stewart M, Quirk GJ, et al. Physiological basis of motor effects of a transient stimulus to cerebral cortex. *Neurosurgery.* 1987;20(1):74-93.
- Chitoku S, Otsubo H, Harada Y, et al. Extraoperative cortical stimulation of motor function in children. *Pediatr Neurol.* 2001;24(5):344-350. doi:10.1016/s0887-8994(01)00264-8.
- Lüders H, Lesser RP, Dinner DS, et al. Localization of cortical function: new information from extraoperative monitoring of patients with epilepsy [published correction appears in *Epilepsia* 1988 Nov-Dec;29(6):828]. *Epilepsia.* 1988;29 Suppl 2:S56-S65. doi:10.1111/j.1528-1157.1988.tb05799.x.
- Berger MS, Kincaid J, Ojemann GA, et al. Brain mapping techniques to maximize resection, safety, and seizure control in children with brain tumors. *Neurosurgery.* 1989;25(5):786-792. doi:10.1097/00006123-198911000-00015.
- Meyer FB, Bates LM, Goerss SJ, et al. Awake craniotomy for aggressive resection of primary gliomas located in eloquent brain. *Mayo Clin Proc.* 2001;76(7):677-687. doi:10.4065/76.7.677.
- Duffau H, Capelle L, Sichez J, et al. Intra-operative direct electrical stimulations of the central nervous system: the Salpêtrière experience with 60 patients. *Acta Neurochir (Wien).* 1999;141(11):1157-1167. doi:10.1007/s007010050413.
- Stupp R, Brada M, van den Bent MJ, et al. High-grade glioma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2014;25 Suppl 3:iii93-iii101. doi:10.1093/annonc/mdl050.
- Gaber M, Selim H, El-Nahas T. Prospective study evaluating the radiosensitizing effect of reduced doses of temozolomide in the treatment of Egyptian patients with glioblastoma multiforme. *Cancer management and research.* 2013;5:349-356.