



Protocolo para realização de neurocirurgia em paciente acordado em Pernambuco

Protocol for performing neurosurgery on awake patient in Pernambuco

Protocolo para la realización de neurocirugía en paciente despierto en Pernambuco

Andsson Dionisio de Souza¹, Bruna Dantas Aires Guimarães², Carmen Dolores Gomes Marinho², Jannine Jolanda Araújo Diniz², Helena Cristina Nunes de Andrade², Giselly Nobrega Vasconcelos², Sillas Duarte de Melo², Luciene da Silva Oliveira², João Ricardo Soares Nóbrega², Maria da Penha Mendes Mariz¹.

RESUMO

Objetivo: Elaborar um protocolo para realização de neurocirurgias que objetivam a ressecção de lesões supratentoriais intra-axiais com a técnica de monitorização córtico-subcortical em paciente acordado. **Métodos:** Estudo metodológico, de corte transversal, cuja proposta foi desenvolver e validar um protocolo para neurocirurgias em pacientes acordados. **Resultados:** Foram descritos detalhadamente os procedimentos para embasamento do protocolo proposto para realização de neurocirurgias em pacientes acordados, e posteriormente apreciado e validado por três juízes-especialistas, acatando-se as sugestões e recomendações para o seu aperfeiçoamento. **Conclusão:** A craniotomia em paciente acordado com mapeamento tornou-se o padrão ouro para maximizar com segurança a extensão da ressecção de tumores em áreas cerebrais eloquentes. Os métodos de mapeamento cortical e subcortical foram refinados e a técnica está associada com baixíssimo índice de complicações. Os autores esperam a contribuição para o correto seguimento destes pacientes, aspirando-se a melhorias na sua qualidade de vida, através da elaboração de um protocolo cirúrgico.

Palavras-chave: Craniotomia, Neurocirurgia, Cirurgia.

ABSTRACT

Objective: To develop a protocol for neurosurgery with resection of intra-axial supratentorial lesions using a cortico-subcortical monitoring technique in awake patients. **Methods:** Methodological, cross-sectional study, whose purpose was to develop and validate a protocol for neurosurgery in awake patients. **Results:** The procedures used to support the proposed protocol for neurosurgery in awake patients were described in detail and subsequently assessed and validated by three expert judges, accepting their suggestions and recommendations for improvement. **Conclusion:** Awake craniotomy with mapping has become the gold standard for safely maximizing the extent of tumor resection in eloquent brain areas. Cortical and subcortical mapping methods have been refined, and the technique is associated with a very low complication rate. The authors hope to contribute to the correct follow-up of these patients, aiming to improve their quality of life, through the development of a surgical protocol.

Keywords: Craniotomy, Neurosurgery, Surgery.

¹ Hospital Getúlio Vargas, Recife - PE.

² Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB.

RESUMEN

Objetivo: Desarrollar un protocolo para la realización de neurocirugías encaminadas a la resección de lesiones supratentoriales intraaxiales mediante la técnica de monitorización cortico-subcortical en paciente despierto. **Métodos:** Estudio metodológico, transversal, cuya propuesta fue desarrollar y validar un protocolo de neurocirugía en pacientes despiertos. **Resultados:** Los procedimientos utilizados para sustentar el protocolo propuesto para la realización de neurocirugía en pacientes despiertos fueron descritos en detalle y posteriormente evaluados y validados por tres jueces expertos, aceptándose las sugerencias y recomendaciones para su perfeccionamiento. **Conclusión:** La craneotomía con mapeo en estado despierto se ha convertido en el estándar de oro para maximizar de manera segura la extensión de la resección del tumor en áreas elocuentes del cerebro. Se han perfeccionado los métodos de mapeo cortical y subcortical y la técnica está asociada con una tasa de complicaciones muy baja. Los autores esperan contribuir al correcto seguimiento de estos pacientes, con el objetivo de mejorar su calidad de vida, mediante el desarrollo de un protocolo quirúrgico.

Palabras clave: Craneotomía, Neurocirugía, Cirugía.

INTRODUÇÃO

A neurocirurgia com paciente acordado surgiu para o tratamento de epilepsia e desde então tem sido usada para abordagem de tumores supratentoriais, malformações arteriovenosas e aneurismas em áreas eloquentes (FREITAS CH, et al., 2018).

A extensão da ressecção cirúrgica é amplamente dependente da capacidade do neurocirurgião de distinguir entre o tecido cerebral normal e o parênquima invadido pelo tumor para maximizar a ressecção enquanto preserva a função neurológica (ZHANG JJY, et al., 2020). O risco inerente de comprometer as regiões funcionais do cérebro vem da distorção da anatomia pelo tumor, bem como da distribuição variável dos centros motor e da linguagem primária. A relevância do mapeamento cortical e subcortical é ainda corroborada por vários estudos mostrando que a extensão da ressecção do tumor é um fator prognóstico independente para a sobrevivência do paciente. Na ausência de localização cortical, pode não ser possível realizar com segurança uma ressecção tumoral agressiva próxima do córtex eloquente sem submeter os pacientes ao risco de déficits neurológicos pós-operatórios (KIM SS, et al., 2009).

A craniotomia em paciente acordado é uma técnica cada vez mais popular usada para facilitar essa distinção. Durante a cirurgia, o paciente está acordado e responsivo durante a excisão do tumor, o que, juntamente com mapeamento córtico-subcortical intraoperatório, auxilia o cirurgião na prevenção de lesões a áreas eloquentes do cérebro (ZHANG JJY, et al., 2020)

Os pacientes também se beneficiam de técnicas anestésicas mais seguras e medicamentos analgésicos e hipnóticos-sedativos de ação rápida, que resultam em menor número de complicações intraoperatórias, maior conforto e tolerância do paciente. A craniotomia em paciente acordado, portanto, tem a vantagem de ser segura e permitir uma ressecção mais extensa do tumor que pode minimizar o risco de novos déficits funcionais (KIM SS, et al., 2009). Com base nos dados disponíveis atualmente, o neurocirurgião Hugues Duffau concluiu que em gliomas de baixo grau, pacientes com déficits leves ou sem déficits, a cirurgia sob anestesia geral não deve mais ser realizada. Na verdade, a craniotomia em paciente acordado com mapeamento intraoperatório resultou em um aumento da extensão da ressecção e sobrevivência global em pacientes com glioma de baixo grau (DUFFAU H, 2018). Alguns critérios anestésicos devem ser usados, como drogas de rápido início de ação, facilmente tituláveis, com mínimos efeitos sobre o sistema cardiovascular e respiratório, que não causem náuseas ou vômitos, e não interfiram na avaliação neurológica e no eletroencefalograma. Além disso, cuidadosa seleção dos pacientes, altos níveis de motivação (do paciente e da equipe) e meticulosa preparação psicológica e emocional são fundamentais para o sucesso do procedimento (BOLZANI ND, et al., 2013)

Estudos retrospectivos anteriores sobre mapeamento cerebral intraoperatório realizados em grandes populações revelaram as possibilidades de ampliação das margens cirúrgicas e da qualidade das

ressecções de tumores nas áreas da linguagem, diminuindo o risco de sequelas e, assim, melhorando a sobrevida. Esses resultados atualmente são aceitos como evidentes na prática (CONTE V, et al., 2008). Foi amplamente demonstrado que os mecanismos de plasticidade cerebral podem ser induzidos por lesões (de crescimento lento), possibilitando a remoção de áreas tradicionalmente consideradas inoperáveis por envolverem “regiões da linguagem” (por exemplo, a área de Broca), embora não gerando afasia permanente (DUFFAU H, 2010). Ademais, pode-se considerar que a craniotomia em paciente acordado está associada à menor utilização de recursos do que a cirurgia sob anestesia geral e pode ser mais econômica (GOGOS AJ, et al., 2020).

As técnicas de mapeamento pré-operatório, como tractografia, ressonância magnética funcional e MEG são insuficientes para excluir função neurológica com precisão (NIMSKY C, et al., 2005; TARAPORE PE, et al., 2012; WU JS, et al., 2007). Embora útil para determinar a lateralidade da linguagem, a resolução espacial dessas técnicas é insuficiente para determinar a localização exata do tecido funcional e pode não distinguir adequadamente entre os locais de linguagem envolvidos e essenciais (SPENA G, et al., 2010). Além disso, à medida que o cérebro muda durante a cirurgia, a posição real do córtex funcional e dos tratos pode diferir em mais de 1 cm daquela predita pela navegação (NIMSKY C, et al., 2005).

Mediante o que foi exposto, verifica-se a necessidade de estudos que contemplem a temática da neurocirurgia em paciente acordado, como forma de contribuir para a conscientização dos profissionais de saúde e da população acerca dos seus benefícios, e na elaboração de protocolos para a sua realização.

Dessa forma, o presente estudo objetivou elaborar um protocolo para os casos de neurocirurgias realizadas com a técnica de ressecção de lesões supratentoriais intra-axiais que estão em áreas eloquentes córtico-subcorticais (áreas da linguagem e motora) ou próximas a estas, com paciente acordado, e validá-lo por meio de juízes especialistas.

MÉTODOS

Trata-se de estudo metodológico, de corte transversal, cuja proposta foi desenvolver e validar um protocolo para neurocirurgias em pacientes acordados. Foram consultados casos realizados no período de março de 2017 até novembro de 2021 em dois hospitais de Recife, Pernambuco, com diagnóstico de lesões supratentoriais intra-axiais em áreas eloquentes córtico-subcorticais (áreas da linguagem e motora) ou próximas a estas, que foram submetidos à neurocirurgia para ressecção com a técnica de monitorização córtico-subcortical com paciente acordado.

A coleta dos dados foi realizada a partir das informações contidas nos prontuários armazenados no Arquivo de Prontuários dos serviços. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP/PE), sob o cadastro CAAE 51824421.1.0000.5201 e o parecer de número 5.184.530.

No primeiro momento, a partir de uma revisão documental, os pesquisadores propuseram um protocolo a ser apreciado e avaliado por profissional com notório saber em neurocirurgia em paciente acordado, selecionada a partir de experiência profissional e acadêmica.

Posteriormente, houve a apreciação do protocolo pelo Comitê de Juízes, composto por três profissionais convidados, sendo dois doutores, com experiência profissional e acadêmica em neurocirurgia. Os juízes-especialistas indicaram sugestões e recomendações que julgaram necessárias, as quais foram acatadas para o aperfeiçoamento do protocolo (**Arquivo suplementar**).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram consultados dez casos de pacientes que apresentavam lesões expansivas em áreas eloquentes ou próximas a estas: área motora primária e cápsula interna, área da fala (Broca e Wernicke) no hemisfério cerebral esquerdo e fascículos da substância branca (subcortical) relacionados a linguagem segundo o modelo de fluxo duplo: fluxo dorsal (fascículo arqueado e fascículo longitudinal superior), relacionados a

integração sensório-motora da fala; fluxo ventral (fascículo fronto-occipital inferior, fascículo uncinado e fascículos longitudinais inferior e médio), relacionados a compreensão da fala (CHANG EF, et al., 2015). Alguns serviços utilizam a técnica de forma não seletiva para tumores supratentoriais (SERLETIS D, 2007). Descreveremos os procedimentos para realização de neurocirurgia em paciente acordado como embasamento para a elaboração do protocolo.

Técnica anestésica

Utilizou-se a abordagem “adormecido-acordado-adormecido”, usando uma combinação de dexmedetomidina ou propofol-remifentanil. Dessa forma é feita sedação durante a craniotomia, desmame de drogas sedativas e vigília durante mapeamento e outro período de sedação para o fechamento.

Antes da anestesia, usou-se antiemético (ondansetrona) para minimizar náuseas ou vômitos. Dexametasona e o manitol foram administrados de maneira usual. Os pacientes já em uso de anticonvulsivantes continuaram com a dose usual, caso contrário, foi feita dose de ataque com fenitoína de forma semelhante à cirurgia sob anestesia geral. Todos os pacientes receberam uma cânula nasal e oxigênio suplementar durante toda a cirurgia. Colocou-se cateter para monitorização da pressão arterial de forma invasiva (PAI) na artéria radial e sonda vesical de demora (sem sonda de temperatura).

Molina ES, et al. mostrou que os pacientes que receberam sedação consciente necessitaram de menos opiáceos, medicamentos vasoativos e drogas anti-hipertensivas, o que resultou em períodos de internação e tempos operatórios mais curtos (MOLINA ES, et al., 2018). Em um ensaio clínico randomizado comparando dexmedetomidina a propofol-remifentanil, o grupo dexmedetomidina foi associado a menos eventos adversos respiratórios e não houve diferença no grau de sedação ou na capacidade dos pacientes de realizar tarefas de mapeamento (GOETTEL N, et al., 2016).

Posicionamento

Posicionou-se o paciente em decúbito dorsal em posição semilateral com apoio para as costas. Esta é a preferida na maioria dos casos de mapeamento, pois está centrada em torno da fissura sylviana, e minimiza a obstrução das vias aéreas e o ronco. Foi feita a tricotomia e demarcada a linha de incisão cirúrgica. Foi feito bloqueio completo do couro cabeludo (fissura supraorbital, artéria temporal superficial e nervo occipital maior) com bupivacaína/xilocaina com epinefrina antes da imobilização. Em seguida foi feita a anestesia local dos pontos de fixação do suporte de cabeça Mayfeld (Ohio Medical) e da incisão cirúrgica após limpeza local com clorexidina degermante. Após o preparo da pele, os campos são colocados de maneira que haja um espaço para que o neurofisiologista tenha acesso visual ao rosto do paciente e para acesso do anestesiológico. A posição final da cabeça depende da localização do tumor.

Técnica cirúrgica

A cirurgia inicia-se de maneira semelhante à cirurgia sob anestesia geral. Destacamos as diferenças. Sedação mais profunda é necessária durante a craniotomia. Realiza-se orientação verbal contínua ao paciente em cada etapa como prevenção de incômodo com ruídos da perfuração. A craniotomia é ampla. Realiza-se desmame de sedativos após a craniotomia. Administra-se anestésico local na inervação trigeminal da dura-máter ao redor da artéria meníngea média com agulha de insulina (30 gauge) antes da durotomia. No caso de edema cerebral deve-se hiperventilar, administrar manitol adicional ou abrir sulcos ou fissuras expostas para a saída do líquido cefalorraquidiano (LCR). Deve-se evitar manipulação desnecessária da fossa média, pois sua irritação durante a ressecção pode causar dor e reflexo trigemino-cardíaco causando náuseas, vômitos, hipotensão, bradicardia ou mesmo apneia. (ZHANG JJY, et al., 2020)

Técnica de estimulação

A estimulação resulta em fenômenos positivos nas áreas motoras e sensoriais primárias e na interrupção da função em áreas que atendem a funções superiores (linguagem). A estimulação da área motora primária resulta em movimento que pode ser visto pela equipe cirúrgica ou experimentado pelo paciente. A estimulação da área somatossensorial resulta em formigamento ou parestesia.

Para avaliação da linguagem, solicitou-se que o paciente nomeasse figuras, contasse de 1 a 20, lesse e completasse frases; fizesse associação de figuras (ex: entre 2 de 3 figuras consecutivas) e teste de Stroop (**Figura 1**) (SCARPINA F e TAGINI S, 2017). Nesses testes é possível observar interrupção da fala. Nos lobos parietais dominante, também se testou para acalculia (dependente do grau de escolaridade). Os testes da linguagem são comparados ao exame feito no pré-operatório. Os locais de teste são separados por 1 cm, marcados por cores para diferenciar a área motora da área da fala. A estimulação de um mesmo local é feita pelo menos três vezes não consecutivamente.

O mapeamento positivo é definido como a incapacidade de realizar a tarefa em dois terços das tentativas ou mais (OJEMANN G, et al., 1989). O mapeamento começa com uma avaliação da vigília do paciente. Realizou-se estimulação usando caneta bipolar de baixa frequência (60 Hz, onda quadrada bifásica de 1,0 ms com 4 s). A eletrocorticografia intraoperatória (ECoG) foi realizada usando um eletrodo de 6 canais. A estimulação começava em 1 mA e aumentava até que a estimulação positiva fosse identificada, potenciais após a descarga ocorressem ou até uma corrente máxima de 5 mA. Outros grupos utilizam correntes mais altas (ROUX FE, et al., 2017).

A corrente foi aplicada por 3–4 s, com 4–10 s entre as tarefas. Se houvesse crise convulsiva, o mapeamento era suspenso e o campo irrigado com Ringer lactato gelado até que os potenciais de pós-descarga fossem resolvidos. Convulsões intraoperatórias são incomuns segundo a literatura (HERVEY-JUMPER SL, et al., 2015).

Recentemente, tem havido interesse crescente no mapeamento cortical passivo. Esta abordagem usa eletrocorticografia para registrar a atividade com resolução espacial e temporal durante tarefas de linguagem, motoras ou cognitivas. Embora atualmente seja insuficientemente preciso para substituir o mapeamento com estimulação (SWIFT JR, et al., 2018).

Figura 1- Teste de Stroop.



Fonte: Souza AD, et al., 2025.

Ressecção e mapeamento subcortical

Após o mapeamento cortical, inicia-se a ressecção cortical. A diatermia é evitada dentro do cérebro para minimizar o risco de lesão vascular e isquemia resultante. O mapeamento subcortical seguindo o modelo de fluxo duplo é realizado assim que a ressecção estiver abaixo das profundidades de sulco onde as vias da substância branca estão em risco. O mapeamento do fluxo ventral comumente leva a erros durante o teste de interferência imagem-palavra (RIES SK, et al., 2019), com parafasia semântica ocorrendo comumente no fascículo fronto-orbital inferior. A lesão no fascículo uncinado, prejudica a capacidade de nomear rostos conhecidos. A lesão no fluxo dorsal, provoca erros na geração de frases: hesitação, parafasias gramaticais ou semânticas ocorrendo no verbo (ao invés do sujeito ou objeto). Erros de interferência de imagem-palavra visto como interrupção da fala (RIES SK, et al., 2019). A função motora é testada da mesma maneira que o teste cortical. Consideramos o mapeamento positivo se mais de dois erros ocorrerem em uma única área. O tumor é ressecado até que tecido normal ou mapeamento positivo seja encontrado.

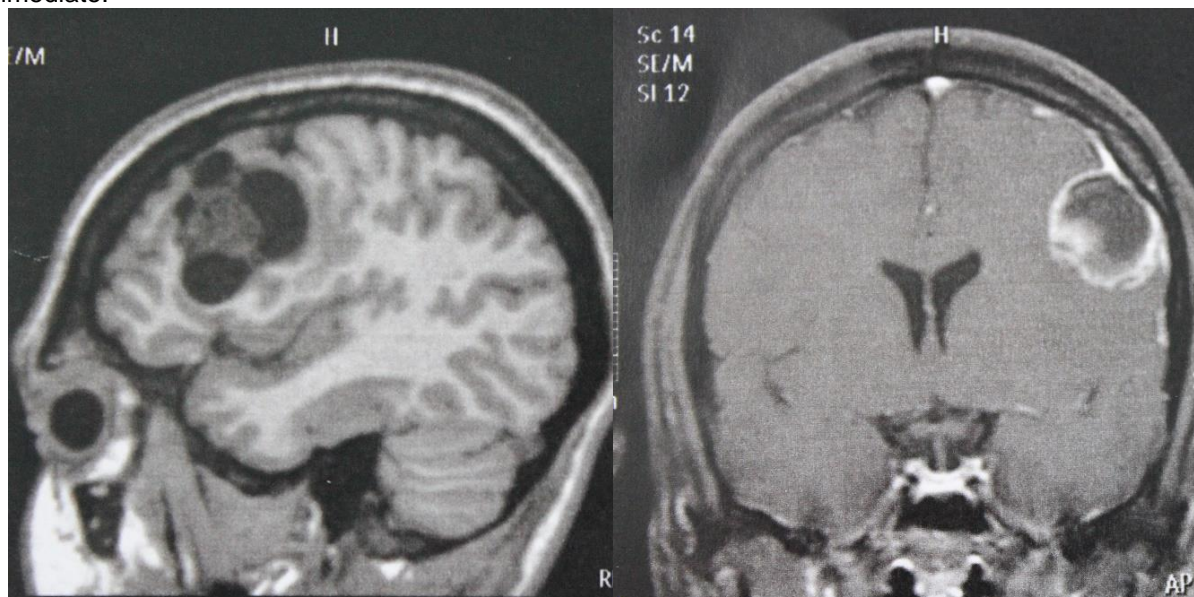
Resultados após mapeamento ativo

O mapeamento de estimulação intraoperatória é o padrão ouro para minimizar os déficits pós-operatórios (HAMER PCDW, et al., 2014), e tem havido vários estudos examinando os resultados neurológicos após o

mapeamento intraoperatório durante craniotomias em vigília. A maioria dos estudos relata uma extensão média de ressecção maior que 90% ou uma taxa de GTR (gross total resection) maior que 50%. As taxas de déficit permanentes variam de 3 a 47,1%. Série de casos: taxa geral de complicações cirúrgicas e médicas de 10%, uma taxa de readmissão em 30 dias de 1% e uma taxa de falha intraoperatória de 0,5% (HERVEY-JUMPER SL, et al., 2015).

Outros grupos relataram taxas de complicações ligeiramente maiores, variando de 14 a 32%, e taxas de falha, de 2,3 a 6,4% (BLANSHARD HJ, et al., 2001; NOSSEK E, et al., 2013; GOGOS AJ, et al., 2020; PERUZZI P, et al., 2011; SERLETIS D, 2007). No nosso estudo, três pacientes apresentaram déficit transitório da fala, com resolução dentro de 1 semana (**Figura 2**). Um paciente apresentou déficit motor transitório (monoparesia em membro inferior direito: grau 3). Nenhum paciente necessitou de intubação durante a cirurgia ou no pós-operatório. Nenhum paciente apresentou déficit neurológico permanente no pós-operatório (**Tabela 1**).

Figura 2 - Lesão expansiva próxima da área da fala que apresentou déficit de fala no pós-operatório imediato.



Fonte: Souza AD, et al., 2025.

Tabela 1 - Número de casos de déficits neurológicos temporários e permanentes pós-operatórios, n=10. Recife – PE. Período: 2017-2021.

Déficit neurológico	N	%
Temporário		
Motor	01	10
De Linguagem	02	20
Total	03	30
Permanente		
Motor	0	0
De Linguagem	0	0
Total	0	0

Fonte: Souza AD, et al., 2025.

Não houve necessidade de readmissão de nenhum paciente em 30 dias. Não houve relato de complicações clínicas como infecção de trato respiratório ou urinário. A maioria dos déficits permanentes observados é leve (Medical Research Council Grau 4+) e sem impacto na vida diária e função (MAGILL ST, et al., 2018). A função motora de longo prazo nesses estudos anteriores foi significativamente correlacionada com o movimento voluntário intraoperatório estável, uma extensão diminuída da ressecção e ausência de isquemia na ressonância magnética pós-operatória (MAGILL ST, et al., 2018; SAITO T, et al., 2021).

Sanai N, et al. (2008) relataram uma piora transitória da linguagem em 22,4% dos pacientes 1 semana após a cirurgia, 6,4% dos pacientes 1 mês após a cirurgia e um déficit de linguagem persistente em 1,6% dos pacientes por 6 meses. Vários estudos também compararam os resultados entre craniotomias em vigília e craniotomias realizadas sob anestesia geral. Esses estudos demonstraram resultados mistos com alguns relatando melhorias significativas na sobrevida ou taxas mais baixas de deficiências neurológicas e outros não demonstrando nenhuma diferença (ESEONU CI, et al., 2017; GOGOS AJ, et al., 2020; MAGILL ST, et al., 2018). Gerritsen JKW, et al. (2019) por exemplo, examinaram os resultados em um estudo retrospectivo de caso-controle comparando pacientes submetidos a uma craniotomia acordados versus uma craniotomia sob anestesia geral. A extensão da ressecção do tumor foi maior e a taxa de complicações menores tardias foi menor no subgrupo de craniotomia acordado. No entanto, apesar da melhora na extensão da ressecção tumoral, a sobrevida geral não diferiu entre a coorte do estudo e os controles (GERRITSEN JKW, et al., 2019).

Uma recente metanálise de estudos comparativos demonstrou que pacientes submetidos a craniotomias acordados apresentaram menor incidência de náuseas e vômitos pós-operatórios e menor tempo de internação quando comparados a pacientes submetidos à anestesia geral. No entanto, nem a extensão da ressecção, nem o risco de déficit de linguagem permanente ou deficiências motoras diferiram entre as duas abordagens (LU VM, et al., 2018). Dado o número limitado de relatórios disponíveis (n = 9 relatórios), esta meta-análise foi potencialmente insuficiente para detectar diferenças em OS, PFS, extensão da ressecção tumoral e déficit neurológico permanente. Além disso, a maioria dos estudos incluídos era de natureza retrospectiva e sujeita a viés de seleção para a abordagem cirúrgica e técnica anestésica utilizada. Nenhum dos estudos foi randomizado, portanto, a escolha da abordagem cirúrgica (acordado ou usando anestesia geral) foi baseada no risco cirúrgico previsto de deficiência neurológica, bem como na familiaridade do cirurgião com a técnica.

Portanto, mais estudos prospectivos são necessários para identificar os benefícios potenciais do mapeamento intraoperatório em vigília. Além disso, relatórios de resultados mais consistentes são necessários para permitir comparações precisas entre os estudos. Finalmente, é válido considerar que a craniotomia em vigília está associada à menor utilização de recursos.

O protocolo elaborado foi submetido à avaliação de um Comitê de Juizes, composto por três especialistas convidados, sendo dois doutores com vasta experiência na área de neurocirurgia, tanto profissional quanto acadêmica, os quais apresentaram sugestões e recomendações para aprimorá-lo. A sua versão final (Arquivo suplementar) está sendo utilizada desde 2022 até o presente ano de 2025 em um dos hospitais onde neurocirurgias descritas neste artigo foram realizadas, hospital este de ensino na área da saúde.

CONCLUSÃO

A craniotomia em paciente acordado com mapeamento tornou-se o padrão ouro para maximizar com segurança a extensão da ressecção de tumores em áreas cerebrais eloquentes. Os métodos de mapeamento cortical e subcortical foram refinados e a técnica está associada com baixíssimo índice de complicações. Os autores esperam a contribuição para o correto seguimento de pacientes com lesões citadas, aspirando-se a melhorias na sua qualidade de vida, através da elaboração de protocolo cirúrgico para neurocirurgia em paciente acordado.

REFERÊNCIAS

1. BLANSHARD HJ, et al. Awake craniotomy for removal of intracranial tumor: considerations for early discharge. *Anesth Analg*, 2001; 92(1): 89-94.
2. BOLZANI ND, et al. Anestesia para craniotomia em paciente acordado: relato de caso. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 2013; 63(6): 500-3.
3. CHANG EF, et al. Contemporary model of language organization: an overview for neurosurgeons, 2015; 122(2): 250-61.

4. CONTE V., et al. Awake neurosurgery: an update. *Minerva Anestesiologica*, 2008; 74(6): 289-92.
5. DUFFAU H. Awake surgery for nonlanguage mapping. *Neurosurgery*, 2010; 66(3): 523-8.
6. DUFFAU H. Is non-awake surgery for supratentorial adult low-grade glioma treatment still feasible? *Neurosurgical Review*, 2018; 41(1): 133-9.
7. NOSSEK E, et. al. Failed awake craniotomy: a retrospective analysis in 424 patients undergoing craniotomy for brain tumor. *J Neurosurg*, 2013; 118(2): 243-9.
8. ESEONU CI, et al. Awake craniotomy vs craniotomy under general anesthesia for perirolandic gliomas: evaluating perioperative complications and extent of resection. *Neurosurgery*, 2017; 81(3): 481-9.
9. FREITAS CH, et al. Anesthetic considerations for awake craniotomy: case report. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 2018; 68(3): 311-4.
10. GERRITSEN JKW, et al. Awake craniotomy versus craniotomy under general anesthesia without surgery adjuncts for supratentorial glioblastoma in eloquent areas: a retrospective matched case-control study. *Acta Neurochir (Wien)*, 2019; 161(2): 307-15.
11. GOETTEL N, et al. Dexmedetomidine vs propofol-remifentanil conscious sedation for awake craniotomy: a prospective randomized controlled trial. *Neurosciences and Neuroanaesthesia*, 2016; 116(6): 811-21.
12. GOGOS AJ, et al. Awake glioma surgery: technical evolution and nuances. *Journal of Neuro-Oncology*, 2020; 147:515-24.
13. HAMER PCDW, et al. Impact of intraoperative stimulation brain mapping on glioma surgery outcome: a meta-analysis. *Journal of Clinical Oncology*, 2014; 30(20): 2559-65.
14. HERVEY-JUMPER SL, et al. Awake craniotomy to maximize glioma resection: methods and technical nuances over a 27-year period. *J Neurosurg*, 2015; 123(2): 325-39.
15. KIM SS, et al. Awake craniotomy for brain tumors near eloquent cortex. *Neurosurgery*, 2009; 64(5): 836-46.
16. LU VM, et al. Comparison of operative outcomes of eloquent glioma resection performed under awake versus general anesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 2018; 169: 121-7.
17. MAGILL ST, et al. Resection of primary motor cortex tumors: feasibility and surgical outcomes. *J Neurosurg*, 2018; 129(4): 961-72.
18. MOLINA ES, et al. Conscious sedation with dexmedetomidine compared with asleep-awake-asleep craniotomies in glioma surgery: an analysis of 180 patients. *J Neurosurg*, 2018; 129(5): 1223-30.
19. NIMSKY C, et al. Intraoperative diffusion-tensor MR imaging: shifting of white matter tracts during neurosurgical procedures – initial experience. *Radiology*, 2005; 234(1): 218-25.
20. OJEMANN G, et al. Cortical language localization in left, dominant hemisphere. *J Neurosurg*, 1989; 71(3): 316-26.
21. PERUZZI P, et al. A retrospective cohort-matched comparison of conscious sedation versus general anesthesia for supratentorial glioma resection. *J Neurosurg*, 2011; 114(3): 633-9.
22. RIES SK, et al. Brain and language roles of ventral versus dorsal pathways in language production: an awake language mapping study. *Brain and Language*, 2019; 191: 17-27.
23. ROUX FE, et al. Variability of intraoperative electrostimulation parameters in conscious individuals: language cortex. *J Neurosurg*, 2017; 126(5): 1641-52.
24. SAITO T, et al. Awake craniotomy with transcortical motor evoked potential monitoring for resection of gliomas in the precentral gyrus: utility for predicting motor function. *J Neurosurg*, 2021; 136(4): 1052-61.
25. SANAI N, et al. Functional outcome after language mapping for glioma resection. *N Engl J Med*, 2008; 358(1): 18-27.
26. SCARPINA F, TAGINI S. The stroop color and word test. *Frontiers in Psychology*, 2017; 8: 1-8.
27. SPENA G, et al. Preoperative and intraoperative brain mapping for the resection of eloquent-area tumors: a prospective analysis of methodology, correlation, and usefulness based on clinical outcomes. *Acta Neurochir (Wien)*, 2010; 152(11): 1835-46.
28. SWIFT JR, et al. Passive functional mapping of receptive language areas using electrocorticographic signals. *Clinical Neurophysiology*, 2018; 129(12): 2517-24.
29. TARAPORE PE, et al. Preoperative multimodal motor mapping: a comparison of magnetoencephalography imaging, navigated transcranial magnetic stimulation, and direct cortical stimulation. *J Neurosurg*, 2012; 117(2): 354-62.
30. WU JS, et al. Clinical evaluation and follow-up outcome of diffusion tensor imaging-based functional. *Neurosurgery*, 2007; 61(5): 935-49.
31. ZHANG JJY, et al. Awake craniotomy for resection of supratentorial glioblastoma: a systematic review and meta-analysis. *Neuro-Oncology Advances*, 2020; 2(1): 1-12.