

IMPACTO DA NEURONAVEGAÇÃO NOS RESULTADOS CIRÚRGICOS EM PACIENTES COM TUMORES INTRACRANIANOS: UM ESTUDO RETROSPECTIVO¹

IMPACT OF NEURONAVIGATION ON SURGICAL OUTCOMES IN PATIENTS WITH INTRACRANIAL TUMORS: A RETROSPECTIVE STUDY

IMPACTO DE LA NEURONAVEGACIÓN EN LOS RESULTADOS QUIRÚRGICOS EN PACIENTES CON TUMORES INTRACRANEALES: UN ESTUDIO RETROSPECTIVO

Larissa Portilho Aguiar²
Eduardo Miguel Prada Madureira³

RESUMO: A neuronavegação é uma técnica cirúrgica avançada que utiliza imagens pré-operatórias, como tomografias computadorizadas (TC) e ressonâncias magnéticas (RM), para elaborar um mapa tridimensional do cérebro, auxiliando o neurocirurgião durante a cirurgia. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a aplicação do sistema de imagem de neuronavegação em pacientes submetidos à remoção cirúrgica de tumores intracerebrais. Este foi um estudo retrospectivo que analisou 183 intervenções microcirúrgicas para ressecção de neoplasias intracranianas realizadas no Hospital São Lucas (Cascavel/PR) entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. Os dados coletados englobaram informações demográficas, complicações cirúrgicas, tempos de operação, e o uso ou não da neuronavegação. Os resultados demonstraram que o uso da neuronavegação esteve associado a uma redução significativa no tempo operatório, com uma média de 216 ± 6 minutos para procedimentos guiados, em contraste com 276 ± 7 minutos para cirurgias sem a tecnologia, representando uma redução média de 60 minutos. Adicionalmente, a neuronavegação permitiu a realização de craniotomias de menor porte, conforme indicado pela razão entre a Área do Tumor e a Área da Craniotomia ($0,54$ sem navegação vs. $0,79$ com navegação). Constatou-se, ainda, que o grupo que utilizou a neuronavegação apresentou menores taxas de déficits neurológicos pós-operatórios e menores taxas de tumor residual. Apesar das limitações do estudo, como o desenho retrospectivo e a pequena amostra que utilizou a navegação, os achados sugerem que a neuronavegação é uma ferramenta essencial que melhora a eficiência, a precisão e a segurança, contribuindo para melhores desfechos cirúrgicos em pacientes com tumores intracranianos.

7121

Palavras-chave: Neuronavegação. Neurocirurgia. Tumores intracerebrais.

¹Este artigo foi desenvolvido com o apoio e financiamento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), gerenciado pela COOPEX – Coordenação de Pesquisa e Extensão do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG).

²Graduanda de Medicina. Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG).

³Economista. Mestre em desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Orientador da pesquisa. Discente do curso de Medicina das disciplinas TCAM I e TCAM 2 do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG).

ABSTRACT: Neuronavigation is an advanced surgical technique that uses preoperative images, such as computed tomography (CT) scans and magnetic resonance imaging (MRI), to create a three-dimensional map of the brain, assisting the neurosurgeon during surgery. The objective of this research was to evaluate the application of the neuronavigation imaging system in patients undergoing surgical removal of intracerebral tumors. This was a retrospective study that analyzed 183 microsurgical interventions for the resection of intracranial neoplasms performed at Hospital São Lucas (Cascavel/PR) between January 2023 and December 2024. The data collected included demographic information, surgical complications, operating times, and the use or not of neuronavigation. The results demonstrated that the use of neuronavigation was associated with a significant reduction in operative time, with an average of 216 ± 6 minutes for guided procedures, in contrast to 276 ± 7 minutes for surgeries without the technology, representing an average reduction of 60 minutes. Additionally, neuronavigation allowed for smaller craniotomies, as indicated by the ratio between the Tumor Area and the Craniotomy Area (0.54 without navigation vs. 0.79 with navigation). It was also found that the group that used neuronavigation presented lower rates of postoperative neurological deficits and lower rates of residual tumor. Despite the study's limitations, such as the retrospective design and the small sample size that used navigation, the findings suggest that neuronavigation is an essential tool that improves efficiency, precision, and safety, contributing to better surgical outcomes in patients with intracranial tumors.

Keywords: Neuronavigation. Neurosurgery. Intracerebral tumors.

RESUMEN: La neuronavegación es una técnica quirúrgica avanzada que utiliza imágenes preoperatorias, como tomografías computarizadas (TC) y resonancias magnéticas (RM), para crear un mapa tridimensional del cerebro, asistiendo al neurocirujano durante la cirugía. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación del sistema de neuronavegación en pacientes sometidos a la resección quirúrgica de tumores intracerebrales. Se realizó un estudio retrospectivo que analizó 183 intervenciones microquirúrgicas para la resección de neoplasias intracraneales realizadas en el Hospital São Lucas (Cascavel, PR) entre enero de 2023 y diciembre de 2024. Los datos recopilados incluyeron información demográfica, complicaciones quirúrgicas, tiempos operatorios y el uso o no de neuronavegación. Los resultados demostraron que el uso de la neuronavegación se asoció con una reducción significativa del tiempo operatorio, con un promedio de 216 ± 6 minutos para los procedimientos guiados, en contraste con 276 ± 7 minutos para las cirugías sin esta tecnología, lo que representa una reducción promedio de 60 minutos. Además, la neuronavegación permitió realizar craneotomías más pequeñas, como lo indica la relación entre el área del tumor y el área de la craneotomía ($0,54$ sin navegación frente a $0,79$ con navegación). También se observó que el grupo que utilizó neuronavegación presentó menores tasas de déficits neurológicos postoperatorios y de tumor residual. A pesar de las limitaciones del estudio, como su diseño retrospectivo y el tamaño reducido de la muestra en el grupo que utilizó navegación, los hallazgos sugieren que la neuronavegación es una herramienta esencial que mejora la eficiencia, la precisión y la seguridad, contribuyendo a mejores resultados quirúrgicos en pacientes con tumores intracraneales.

7122

Palabras clave: Neuronavegación. Neurocirugía. Tumores intracraneales.

INTRODUÇÃO

A abordagem cirúrgica de lesões no sistema nervoso central (SNC) impõe um desafio significativo aos neurocirurgiões, dada a necessidade de maximizar a ressecção tumoral com o mínimo de lesão ao tecido neural adjacente. A alta complexidade e o risco de déficits funcionais permanentes inerentes a estes procedimentos motivaram a busca por tecnologias que oferecessem maior precisão e segurança. Nesse contexto, a neuronavegação surgiu como uma inovação crucial. Desenvolvida simultaneamente por grupos de pesquisa nos Estados Unidos, Europa e Japão na década de 1980, esta técnica integra os avanços da neurorradiologia com a neurocirurgia moderna, permitindo um planejamento e guia em tempo real das intervenções cerebrais de forma minimamente invasiva segundo Avelar, S et al.

A neuronavegação é uma técnica desenvolvida a partir dos avanços da neurorradiologia, que utiliza imagens pré-operatórias de alta resolução, tipicamente obtidas por Ressonância Magnética (RM) ou Tomografia Computadorizada (TC), que são processadas por softwares e correlacionadas com a anatomia do paciente durante o ato cirúrgico. Essa interação em tempo real fornece ao cirurgião uma orientação espacial precisa, funcionando como um GPS cirúrgico. Seu principal objetivo é orientar o acesso, delimitar a extensão da lesão e preservar as estruturas eloquentes, o que é especialmente vital em cirurgias de tumores cerebrais (Rodrigues-Pereira, 2014). 7123

Os tumores intracerebrais, ou tumores cerebrais primários, são neoplasias que se desenvolvem diretamente no tecido cerebral. Sua classificação baseia-se em características histológicas e moleculares, fatores cruciais para a avaliação do prognóstico e a definição das estratégias terapêuticas (Perkins; Liu, 2016). Em contraste, os tumores metastáticos do sistema nervoso central surgem quando células cancerígenas de neoplasias originadas em outras partes do corpo se deslocam e se alojam no cérebro (Darzé Neto; Adry, 2016).

A incidência anual de tumores cerebrais é significativamente menor em comparação a outros tipos de neoplasias, como os tumores de mama (38% em mulheres), próstata (20%) e pulmão (12% em homens e 4% em mulheres). Embora muitos desses tumores sejam letais, os benignos também podem comprometer funções cerebrais essenciais, gerando temor e déficits funcionais que afetam tanto os pacientes quanto suas famílias, podendo alterar a estrutura da personalidade. Tumores infiltrativos ou localizados em regiões de difícil acesso apresentam desafios significativos para o tratamento cirúrgico, que pode envolver riscos consideráveis (Bilsky, 2024).

Essas neoplasias são divididas em malignas e não malignas: entre as malignas, os gliomas são os mais frequentes, com o glioblastoma sendo o tipo mais agressivo, representando cerca de 49% dos tumores malignos primários; outros tipos malignos incluem o linfoma primário do SNC (aproximadamente 7%), ependimomas e meningiomas, que ocorrem com menor frequência; com relação aos tumores não malignos, os meningiomas são os mais comuns, representando cerca de 41,7% dos casos, com maior prevalência em mulheres – embora a maioria seja benigna, alguns podem necessitar de intervenção cirúrgica, dependendo da localização e dos sintomas. Apesar das baixas taxas de sobrevivência dos tumores malignos, o risco de diagnóstico de um tumor maligno primário no cérebro é relativamente baixo, assim como o risco de morte associado (Bilsky, 2024).

Ademais, esses tumores podem provocar uma variedade de sintomas, que se manifestam de forma súbita ou gradual, dependendo do tamanho e da localização. A dor de cabeça é um sintoma comum, especialmente ao acordar, e pode ser acompanhada por deterioração da função mental, como confusão e alterações de humor. Com o aumento da pressão intracraniana, surgem náuseas, vômitos e sonolência. Tumores em áreas específicas podem causar fraqueza, dificuldades na fala e problemas visuais. A hidrocefalia, resultante da obstrução do líquido cefalorraquidiano, aumenta a pressão e pode levar a complicações graves, como a herniação cerebral. Pacientes com metástases cerebrais podem apresentar sintomas relacionados ao câncer primário. Sem tratamento, os sinais tendem a piorar, mas intervenções podem possibilitar recuperação, dependendo do tipo e da localização da neoplasia (Mendes; Ongaratti; Pereira-Lima, 2014). 7124

O diagnóstico de um tumor cerebral é considerado, caso ocorram casos de convulsões ou sintomas característicos. A ressonância magnética (RM) é o exame mais eficaz, com a tomografia computadorizada (TC) como alternativa. Ambos utilizam agentes de contraste para facilitar a visualização da neoplasia, permitindo a identificação de tamanho e localização. Em alguns casos, uma punção lombar é realizada para coletar líquido cefalorraquidiano (LCR), especialmente se houver suspeita de invasão das meninges. Contudo, esse procedimento não é recomendado em pacientes com aumento significativo da pressão intracraniana, pois pode provocar herniação cerebral. Exames adicionais podem verificar marcadores tumorais e anomalias genéticas, contribuindo para a escolha do tratamento. Quando a RM e outros exames não definem o tipo de tumor, uma biópsia é necessária, podendo ser realizada durante a cirurgia ou por meio de biópsia estereotáxica, que utiliza referências de imagem para guiar a agulha (Mendes; Ongaratti; Pereira-Lima, 2014).

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da neuronavegação em procedimentos cirúrgicos para remoção de tumores intracerebrais, comparando os resultados clínicos e taxas de complicações. Além disso, procurou identificar quais cirurgias de tumores intracranianos necessitam do uso de neuronavegador.

METODOLOGIA

Delineamento e Procedimentos da Pesquisa

O presente estudo adota um delineamento descritivo e exploratório, com natureza retrospectiva e abordagem de dados quantitativa, utilizando procedimentos de levantamento de dados. A análise dos dados empregou uma lógica indutiva. As informações foram coletadas a partir de prontuários eletrônicos de uma base de dados hospitalar de um hospital no município de Cascavel, estado do Paraná.

Amostra e coleta de dados

Este estudo retrospectivo analisou o histórico clínico de 184 pacientes que foram submetidos a procedimentos de microcirurgia neurocirúrgica para a ressecção de neoplasias intracranianas, no período compreendido entre Janeiro de 2023 e Dezembro de 2024.

7125

Critérios de Elegibilidade

Inclusão: Pacientes com diagnóstico confirmado de tumores intracerebrais primários que necessitaram de intervenção cirúrgica de ressecção, independentemente do uso de auxílio por neuronavegação;

Exclusão: Pacientes com tumores intracerebrais com etiologia metastática ou cujo diagnóstico não resultou em necessidade de remoção cirúrgica.

Variáveis analisadas

As variáveis demográficas e clínicas coletadas englobaram: idade, sexo, etnia autodeclarada, tempo de internação hospitalar, localização do tumor (examinada por meio de exames de neuroimagem), laudo anatomo-patológico, registro de complicações perioperatórias (documentadas em relatórios cirúrgicos), prognóstico e evolução pós-operatória.

Procedimentos e tecnologia cirúrgica

Todos os pacientes foram operados por diferentes membros da equipe de neurocirurgia, os quais seguiram um protocolo microcirúrgico padronizado. O sistema de neuroimagem intraoperatória utilizado, quando aplicável, foi o Neuronavegador Stryker NAV3i, com as imagens de ressonância magnética pré-operatórias adquiridas por um aparelho Philips MR 5300. O uso do Ultrassônico Sonopet Stryker também foi documentado nos relatórios cirúrgicos.

Avaliação de Ressecção e Recidiva

A extensão da ressecção tumoral foi categorizada em: ressecção total macroscópica, ressecção parcial ou biópsia. A avaliação do resíduo tumoral pós-cirúrgico imediato baseou-se em imagens de Tomografia Computadorizada (TC) de crânio, realizadas em até 48 horas após o procedimento. A recidiva tumoral foi definida pela detecção de um aumento do resíduo tumoral em imagens de Ressonância Magnética (RM) cerebral, realizadas no acompanhamento de 6 meses, em comparação com a TC pós-operatória inicial. O período de acompanhamento final do estudo foi de 9 meses.

Aspectos Éticos e Análise de Dados

7126

A pesquisa obteve a devida aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), seguindo todos os procedimentos da legislação vigente e sendo aprovado pelo CAAE nº 88152625.0.0000.5219, em conformidade com a resolução 196/196 do Conselho Nacional de Saúde. A compilação e o tratamento estatístico dos dados ocorreram no Hospital.

Limitações

A natureza retrospectiva e a participação de múltiplos cirurgiões nos procedimentos representam limitações metodológicas inerentes ao estudo, devendo ser consideradas na interpretação dos resultados.

DISCUSSÃO

No período compreendido entre 2023 e 2024, o Hospital documentou um total de 183 intervenções microcirúrgicas destinadas ao tratamento de tumores cranianos. A análise

retrospectiva foi conduzida com base nas informações clínicas registradas nos prontuários dos pacientes, cujos dados detalhados estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparação de dados demográficos, complicações intraoperatórias, duração da operação, aspecto residual e subtipos patológicos.

	2023 (n = 88)	2024 (n= 95)	
Gênero			
Feminino	54 (29,5)	41 (22,4)	
Masculino	34 (18,5)	54 (29,5)	
Idade (Média)	59	54,99	
Complicações intra operatórias			
Não	88 (48)	88 (48)	
Sim	0 (100)	7 (3,8)	
Neuronavegação n (%)			
Não	86 (46,9)	80(43,7)	
Sim	2 (1,09)	15 (8,2)	
Duração da operação (Média)	162,5	224	
Resíduo (%)			
Não	87 (47,5)	93 (50,8)	7127
Sim	1 (0,5)	0(0)	
Subtipo histopatológico n (%)			
Meningioma	24 (13,1)	31 (16,9)	
Glioblastoma	11 (6)	13 (7,1)	
Astrocitoma	4 (2,1)	8 (4,3)	
Outros	49 (26,7)	43 (23,5)	

Fonte: Dados da pesquisa, organizados pelos autores.

O estudo epidemiológico revelou uma prevalência feminina significativa, sendo 95 (51,92%) dos pacientes pertencentes ao sexo feminino, em contraste com 88 (48,08%) do sexo masculino. Este achado corrobora os resultados reportados por Mendes, Ongaratti e Pereira-Lima (2014), que também identificou uma maior incidência em pacientes do sexo feminino, com 65% dos casos de tumores cranianos. No tocante à média de idade, observou-se uma variação interanual: a média foi de 59 anos em 2023 e 54 anos em 2024. Esses valores se situam ligeiramente abaixo da média de 62 anos estabelecida no estudo conduzido por Rodrigues *et al.* (2014).

A análise dos subtipos histopatológicos identificou que os meningiomas representaram a maior incidência, totalizando uma prevalência de 30% dos casos. Em segundo lugar, foram observados os glioblastomas, que corresponderam a 13% do total. Essa distribuição está em consonância com a literatura prévia observada. Estudos conduzidos por Tomakin *et al.* (2024), Mendes, Ongaratti e Pereira-Lima (2018) e Rodrigues *et al.* (2018) também estabeleceram os meningiomas como o subtipo histopatológico mais frequentemente encontrado em suas respectivas coortes.

A duração média do procedimento microcirúrgico, para a ressecção dos subtipos histopatológicos abordados, foi analisada em função do ano. Em 2023, o tempo operatório médio foi de 162 ± 50 minutos, enquanto que em 2024, a média registrada foi de 224 minutos. Das 183 microcirurgias realizadas, apenas 17 pacientes (9,29%) necessitaram do auxílio de neuronavegação. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa na duração cirúrgica com o emprego dessa tecnologia, conforme detalhado na Tabela 2. Especificamente, o tempo operatório médio, sem o uso da neuronavegação foi de 276 ± 7 minutos, em comparação com 216 ± 6 minutos, para os procedimentos guiados por neuronavegação.

A utilização da neuronavegação demonstrou uma redução média de 60 ± 1 minutos no tempo cirúrgico em relação aos casos em que a tecnologia não foi empregada. Este achado está em concordância com o relato de Magil, Theodosopoulos e McDermott (2016), que descreve a capacidade da neuronavegação em reduzir o tempo operatório em cirurgias cranianas. Entretanto, este resultado contrapõe-se aos dados apresentados por Tomakin *et al.* (2024), em cujo estudo apresentou que as cirurgias assistidas por neuronavegação exibiram um tempo operatório superior, em média, de 31 minutos quando comparadas àquelas realizadas sem o auxílio do equipamento.

7128

Tabela 2 – Comparação da duração da cirurgia com e sem neuronavegação, das proporções entre a área da superfície do tumor e o tamanho da craniotomia em tumores cranianos

	N	Resultado
Duração da operação (minutos)		
Sem neuronavegação	167	276,7
Com neuronavegação	16	216,6
Razão entre a área da superfície do tumor e a área da craniotomia		
Sem neuronavegação	167	0,54
Com neuronavegação	16	0,79

Fonte: Dados da pesquisa, organizados pelos autores.

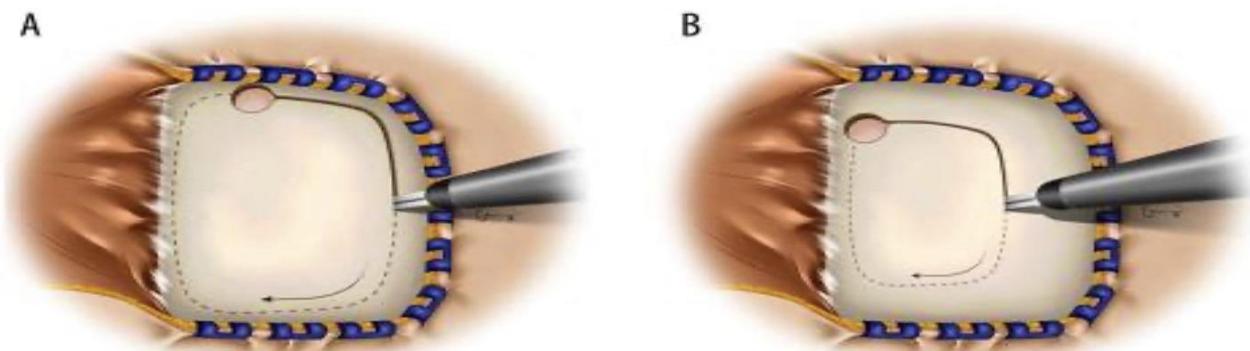
Além disso, a análise demonstrou uma diferença significativa na otimização do acesso cirúrgico, quantificada pela razão entre a área da superfície do tumor e a área da craniotomia (Razão = Área do Tumor / Área da Craniotomia). Os pacientes submetidos à cirurgia com neuronavegação apresentaram uma razão média de 0,79. Este valor, considerado elevado, indica que as dimensões da craniotomia foram substancialmente otimizadas, resultando em uma abertura cirúrgica cuja área se aproximou da área da superfície dural do tumor (79%). Tal achado sugere a execução de uma craniotomia minimamente invasiva. Em contraste, os pacientes que não utilizaram a neuronavegação obtiveram uma razão de 0,54. Este valor demonstra que, na ausência de guia com neuronavegação, foi necessária a realização de uma craniotomia consideravelmente mais ampla, como margem de segurança.

Adicionalmente, embora as dimensões absolutas da craniotomia pudessem ser numericamente maiores em alguns procedimentos assistidos por navegação (reflexo de tumores de maior volume), a eficiência do acesso foi nitidamente superior. O salto da razão de 0,54 para 0,79 evidencia o papel da neuronavegação em minimizar o tecido ósseo desnecessariamente removido para a exposição completa da base dural, independentemente do tamanho absoluto do tumor.

7129

Esses dados corroboram os resultados do estudo de Tomakin *et al.* (2024) que aponta que o uso da neuronavegação resultou em uma razão de 0,92, enquanto a sua ausência resultou em 0,41. Ademais, esse estudo de Tomakin *et al.* (2024) ilustrou (Figura 1) que o emprego da neuronavegação facilitou um menor diâmetro da craniotomia, atribuído à clara delimitação dos limites do tumor proporcionada pela ferramenta.

Figura 1 – Comparativo entre os procedimentos com e sem neuronavegador.



Fonte: Tomakin *et al.* (2024)

Nota: (A) Imagem ilustrativa de um paciente submetido a uma craniotomia. O diâmetro da craniotomia é maior no paciente sem neuronavegação. (B) Em pacientes que utilizam neuronavegação, uma craniotomia menor pode ser realizada porque o limite do tumor por ser claramente definido

Tomakin *et al.* (2024) demonstrou ainda, a ilustração do uso preciso da neuronavegação (figura 2) determinando os limites do tumor.

Figura 2 – Utilização do Neuronavegador em Cirurgia Intracraniana.



Fonte: Tomakin *et al.* (2024)

Os déficits neurológicos pós-operatórios (como perda de força motora, disfasia e afasia) apresentaram taxas inferiores no grupo de pacientes submetidos à neuronavegação, em comparação com aqueles que não utilizaram a tecnologia (Tabela 3).

Tabela 3 – Relação entre o uso de neuronavegação e déficits neurológicos pós operatórios em microcirurgias de pacientes com tumor cerebral.

7130

	Com navegação	Sem navegação
Déficits neurológicos pós cirúrgicos		
Não	15	140
Sim	1	27

Fonte: Dados da pesquisa, organizados pelos autores.

No presente estudo, foi constatado que os principais déficits motores relacionados ao período pós-operatório estão intrinsecamente ligados à localização do tumor e, consequentemente, às estruturas neurais manipuladas durante o procedimento cirúrgico, tais como nervos cranianos. Similarmente, a neuronavegação foi associada a menores taxas de tumor residual, um achado que está em concordância com os resultados reportados por Bir *et al.* (2016).

A principal limitação metodológica deste estudo reside em seu desenho retrospectivo, que inherentemente introduz potenciais vieses de seleção e informação. Adicionalmente, a heterogeneidade da equipe cirúrgica, com pacientes operados por diferentes cirurgiões, pode ter contribuído para a variabilidade nos desfechos e introdução de vieses de desempenho. Outras

limitações notáveis incluem o tamanho relativamente pequeno da amostra ($n=183$) e o curto período de acompanhamento (9 meses), que restringem a capacidade de generalização dos resultados e a análise de desfechos em longo prazo.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo demonstraram que o emprego da neuronavegação está associado a uma melhoria significativa na eficiência e precisão cirúrgica. Especificamente, houve uma redução média de 60 minutos no tempo operatório nos procedimentos guiados por neuronavegação em comparação com aqueles realizados sem o auxílio da tecnologia. Adicionalmente, a utilização do neuronavegador resultou em uma otimização substancial das dimensões da craniotomia. Este achado reforça a capacidade da ferramenta em facilitar um acesso cirúrgico mais focado e menos invasivo, maximizando a relação entre a área de exposição e o volume tumoral ressecado.

Em suma, a neuronavegação se estabelece como uma ferramenta de alto valor agregado na neurocirurgia oncológica, promovendo a segurança do paciente pela otimização da ressecção e minimização da invasividade, ao mesmo tempo que aumenta a eficiência do centro cirúrgico pela redução do tempo operatório.

7131

Apesar das limitações inerentes ao desenho retrospectivo, à heterogeneidade da equipe cirúrgica e ao tamanho reduzido da amostra que utilizou a navegação ($n=17$), os resultados corroboram a literatura que associa a tecnologia a melhores desfechos.

Conclui-se que o uso da neuronavegação é altamente benéfico e necessário nas cirurgias de tumores intracranianos, especialmente naquelas que buscam a máxima ressecção com preservação funcional, e sua adoção deve ser encorajada, visando a melhoria contínua dos cuidados neurocirúrgicos.

REFERÊNCIAS

AVELAR, S. et al. Neuronavegação para neurocirurgias e cirurgias de coluna vertebral. Neuronavegador. Sistema UNIMED. 2008. Disponível em: <https://www.unimed.coop.br/documents/1472754/1873339/24-neuronavegacao-para-neurocirurgias-e-cirurgias-de-coluna-vertebral.pdf>. Acesso em: 2 maio 2024.

BILSKY, M. H. Manual MSD: considerações gerais sobre tumores cerebrais. Weill Medical College of Cornell University, 2024.n Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt/casa/disturbios-cerebrais-da-medula-espinal-e-dos-nervos/tumores-do-sistema-nervoso/consideracoes-gerais-sobre-tumores-cerebrais>

BIR, S. C. et al. Utility of Neuronavigation in Intracranial Meningioma Resection: A Single-Center Retrospective Study. *World Neurosurgery*, v. 90, p. 546–555.e1, 2016. DOI: [10.1016/j.wneu.2015.12.10](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.12.10)

DARZÉ NETO, C.; ADRY, R. Tumores cerebrais: entenda mais sobre os sintomas e tratamentos. Isaúde Bahia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.bahiana.edu.br/items/bc7c136b-5bba-49ad-8dcf-odaa6029e25/full>

MAGILL, S. T.; THEODOSOPOULOS, P. V.; McDERMOTT, M. W. Ressecção de meningioma da foice cerebral e parassagital: prevenção de complicações. *Journal of Neuro-Oncology*, v. 130, p. 253–262, 2016. DOI: [10.1007/s11060-016-2283-x](https://doi.org/10.1007/s11060-016-2283-x).

MENDES, G. A.; ONGARATTI, B. R.; PEREIRA-LIMA, J. F. S. Epidemiologia de uma série de tumores primários do sistema nervoso central. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Neurocirurgia Brasileira*, v. 33, n. 4, p. 279–283, 2014. DOI: [10.1055/s-0038-1626227](https://doi.org/10.1055/s-0038-1626227).

PERKINS, A.; LIU, G. Primary brain tumors in adults: diagnosis and treatment. *American Family Physician*, v. 93, n. 3, p. 211–217, 2016. Disponível em: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2016/0201/p211.html>

RODRIGUES, D. B. et al. Epidemiologia das neoplasias intracranianas no Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo: 2010–2012. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Neurocirurgia Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 6–12, 2014. DOI: [10.1055/s-0038-1626192](https://doi.org/10.1055/s-0038-1626192).

RODRIGUES PEREIRA, E. L. et al. Neuronavegação em neurocirurgia. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery*, v. 33, n. 4, 2014.

TOMAKIN, F. et al. Impact of BrainLab VectorVision infrared-based neuronavigation on surgical outcomes in intracranial meningioma patients: a retrospective study. *Medical Science Monitor*, v. 30, e944724, 2024. DOI: [10.12659/MSM.944724](https://doi.org/10.12659/MSM.944724).