



O que as revisões sistemáticas dizem sobre o impacto da cirurgia robótica na neurocirurgia?

Filipe Faedo Merotto, Igor Luis Lins Teixeira, Tarciso Rusivel Rodrigues Correia, Carine Fontes Guerra, Kallinka Carneiro Alexandre, Hawand Mousinho seba Salomão Fernandes, Diana Alves de Oliveira Gonçalves, Mallu Mignoni Mazolli Sartorio, Karoline Petricio Martins, Randyston Brenno Feitosa, Matheus Souza de Magalhães Maurício, Adryan Emanuel Cavalcante Lessa, Josefa Livia Matias dos Santos, Caio Calheiros Camello, João Pedro Mello da Silva

REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: A neurocirurgia, com suas complexidades intrincadas e demandas por precisão extrema, tem sido moldada e transformada ao longo dos anos pela constante evolução da tecnologia médica.

Metodologia: A metodologia adotada para este trabalho compreendeu uma revisão sistemática de literatura, focada em descritores MESH específicos, realizada no banco de dados PUBMED. O período considerado para a busca de artigos abrangeu de 2017 a 2023, visando capturar as mais recentes contribuições à temática. Os descritores MESH selecionados para delinear a pesquisa foram "Robotic Surgical Procedures", "Neurosurgery" e "Minimally Invasive Surgical Procedures".

Resultado: As revisões sistemáticas apresentam um panorama abrangente dos avanços recentes na cirurgia robótica e suas aplicações em diversas áreas. O cenário promissor delineado por essas análises não apenas valida os progressos alcançados, mas também ressalta a necessidade contínua de pesquisa e desenvolvimento para aprimorar ainda mais as práticas cirúrgicas.

Conclusão: A curva de aprendizado, a necessidade de treinamento especializado e as considerações econômicas são aspectos cruciais que moldam a implementação prática da cirurgia robótica no cenário neurocirúrgico.

Palavras-chave: Procedimentos Cirúrgicos Robóticos, Neurocirurgia, Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos.

What do systematic reviews say about the impact of robotic surgery on neurosurgery?

ABSTRACT

Introduction: Neurosurgery, with its intricate complexities and demands for extreme precision, has been shaped and transformed over the years by the constant evolution of medical technology.

Methodology: The methodology adopted for this work involved a systematic literature review focused on specific MESH descriptors, conducted in the PUBMED database. The period considered for article searches spanned from 2017 to 2023, aiming to capture the latest contributions to the topic. The selected MESH descriptors to outline the research were "Robotic Surgical Procedures," "Neurosurgery," and "Minimally Invasive Surgical Procedures."

Results: Systematic reviews present a comprehensive overview of recent advances in robotic surgery and its applications in various areas. The promising landscape outlined by these analyses not only validates the progress made but also underscores the ongoing need for research and development to further enhance surgical practices.

Conclusion: The learning curve, the need for specialized training, and economic considerations are crucial aspects shaping the practical implementation of robotic surgery in the neurosurgical scenario.

Keywords: Robotic Surgical Procedures, Neurosurgery, Minimally Invasive Surgical Procedures.

Dados da publicação: Artigo recebido em 02 de Dezembro e publicado em 12 de Janeiro de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v6n1p924-935>

Autor correspondente: *Filipe Faedo Merotto*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A neurocirurgia, com suas complexidades intrincadas e demandas por precisão extrema, tem sido moldada e transformada ao longo dos anos pela constante evolução da tecnologia médica. Entre as inovações mais notáveis que têm revolucionado a prática neurocirúrgica encontra-se a incorporação crescente da cirurgia robótica¹.

Este avanço tecnológico não apenas representa uma resposta à busca incessante por métodos cirúrgicos mais precisos, mas também delinea uma nova era na qual a convergência entre a habilidade humana e a precisão robótica promete redefinir os limites do que é possível alcançar na neurocirurgia^{1,2}.

A capacidade dos sistemas robóticos de proporcionar movimentos precisos e controle milimétrico é particularmente relevante em um campo onde a menor variação pode ter implicações significativas para o paciente^{2,3}.

Esta fusão entre habilidade cirúrgica e automação robótica tem desencadeado uma série de investigações e implementações práticas, explorando os limites e potenciais da cirurgia robótica na esfera neurocirúrgica. À medida que a tecnologia avança, surge uma interrogação fundamental: até que ponto a cirurgia robótica pode verdadeiramente aprimorar a precisão, segurança e eficácia dos procedimentos neurocirúrgicos^{1,4}?

No contexto da neurocirurgia, a cirurgia robótica emerge como uma fronteira revolucionária, transformando os paradigmas tradicionais e elevando os padrões de precisão e eficácia. Este cenário dinâmico, onde a destreza humana encontra-se harmoniosamente integrada à precisão robótica, tem suscitado considerável interesse e investigação¹.

A fusão de habilidades cirúrgicas com tecnologias avançadas representa um marco significativo, não apenas pela sofisticação técnica, mas também pelos potenciais benefícios que podem ser conferidos aos pacientes submetidos a intervenções neurocirúrgicas⁴.

Os sistemas robóticos na neurocirurgia proporcionam uma notável capacidade de realizar movimentos milimétricos e manipulações delicadas, superando as limitações humanas em termos de estabilidade e precisão. Essa precisão aprimorada é de

particular importância quando se lida com estruturas neurais delicadas e complexas. Assim, a cirurgia robótica se posiciona como uma ferramenta valiosa para procedimentos que demandam extrema precisão, como ressecções de tumores cerebrais, estimulação cerebral profunda e correção de deformidades cranianas^{3,4}.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para este trabalho compreendeu uma revisão sistemática de literatura, focada em descritores MESH específicos, realizada no banco de dados PUBMED. O período considerado para a busca de artigos abrangeu de 2017 a 2023, visando capturar as mais recentes contribuições à temática. Os descritores MESH selecionados para delinear a pesquisa foram "Robotic Surgical Procedures", "Neurosurgery" e "Minimally Invasive Surgical Procedures".

A busca na base de dados PUBMED foi conduzida utilizando uma combinação desses descritores MESH específicos, garantindo uma abordagem abrangente e focalizada na interseção entre cirurgia robótica, neurocirurgia e procedimentos minimamente invasivos. A seleção desses termos visou identificar estudos que abordassem diretamente a aplicação de tecnologias robóticas em procedimentos neurocirúrgicos, com ênfase na comparação com abordagens convencionais.

Ao longo do processo de revisão, foram identificados inicialmente 8 resultados relevantes. No entanto, 3 desses foram descartados após análise detalhada por não se enquadrarem especificamente na temática proposta. Essa triagem rigorosa buscou assegurar a qualidade e a relevância dos estudos incluídos na revisão, concentrando-se na precisão e especificidade em relação à cirurgia robótica, neurocirurgia e procedimentos minimamente invasivos.

Além da busca específica no PUBMED, uma pesquisa complementar foi realizada nos principais bancos de dados, incluindo Scielo e Google Acadêmico, como parte do processo introdutório do trabalho. Essa abordagem ampla permitiu uma visão abrangente das contribuições disponíveis, garantindo uma contextualização sólida e aberta às diversas perspectivas apresentadas na literatura científica.

Em suma, a metodologia adotada integrou a busca sistemática de literatura no PUBMED com descritores MESH específicos, a seleção criteriosa de resultados e uma pesquisa complementar em outros importantes repositórios acadêmicos. Essa

abordagem metodológica visa fornecer uma base sólida para a análise crítica e a síntese das informações reunidas, contribuindo para uma compreensão aprofundada do papel da cirurgia robótica na neurocirurgia e seus desdobramentos em procedimentos minimamente invasivos, com uma ênfase comparativa em relação às abordagens convencionais.

RESULTADOS

Uma análise abrangente da cirurgia robótica revela uma evolução notável, desde paradigmas supervisionados até abordagens completamente autônomas. A revisão sistemática da literatura, conduzida sob as diretrizes do PRISMA no PUBMED e no OVID, destaca a crescente importância da automação na realização de cirurgias precisas e seguras⁵.

Essa automação não apenas permite procedimentos mais avançados, mas também abre caminho para a implementação de modelos de inteligência artificial, modalidades de imagem aprimoradas e tecnologias robóticas, com o objetivo de aprimorar os resultados clínicos⁵.

Ao focar na robótica espinhal em cirurgias da coluna cervical, outra revisão sistemática realizada através de pesquisas nas bases de dados Web of Science, Scopus e PubMed examinou o uso de robótica nesse contexto. A aplicação de parafusos cervicais assistidos por robô mostrou índices notáveis em termos de classificação clínica, duração da operação, perda de sangue e complicações pós-operatórias⁶.

Esses resultados se equiparam ou superam os observados nas abordagens convencionais, sinalizando uma potencial revolução na abordagem cirúrgica da coluna cervical⁶.

A terceira revisão sistemática concentrou-se no impacto da cirurgia de coluna assistida por robô na qualidade dos cuidados de saúde e na economia neurocirúrgica. Os autores buscaram determinar se a literatura atual respalda a viabilidade econômica, acessibilidade e aprimoramento da qualidade dos cuidados para indivíduos e populações, visando melhorar as chances de alcançar resultados de saúde desejados⁷.

Destacou-se que a neurocirurgia tem sido afetada pelos custos autenticados de equipamentos, abrangendo ressecção de tumores cerebrais e espinhais, procedimentos de estimulação cerebral profunda e osteotomias em cirurgias de deformidades. Esse



cenário reforça a necessidade de um equilíbrio delicado entre avanços tecnológicos e acessibilidade financeira na neurocirurgia⁷.

Outra área explorada foi a cirurgia endoscópica transnasal robótica da base do crânio, conforme evidenciado por uma revisão sistemática da literatura. A pesquisa nas bases de dados PubMed e Scopus revelou que a utilização de sistemas robóticos híbridos apresenta um vasto potencial⁸.

Esses sistemas têm a perspectiva de em breve tornar-se uma opção viável para a execução de procedimentos cirúrgicos endoscópicos na região da base do crânio. A interseção entre tecnologia robótica e procedimentos endoscópicos sinaliza avanços significativos na abordagem de patologias intracranianas, promovendo uma precisão cirúrgica sem precedentes⁸.

Por fim, uma revisão sistemática abrangente e meta-análise de 51.161 parafusos na coluna vertebral abordou a precisão das técnicas atuais para a colocação de parafusos pediculares⁹.

Os dados consolidados indicaram que a orientação por navegação por tomografia computadorizada possui as maiores taxas de precisão para implantes de parafusos pediculares, enquanto os parafusos pediculares torácicos foram associados a índices inferiores de acurácia⁹.

Essas conclusões destacam a importância da tecnologia na otimização dos resultados em procedimentos cirúrgicos complexos na coluna vertebral, enfatizando a necessidade contínua de refinamento e aprimoramento das abordagens cirúrgicas existentes⁵.

O cenário promissor delineado por essas revisões destaca não apenas os avanços conquistados, mas também aponta para futuras direções que prometem transformar a prática cirúrgica em benefício dos pacientes^{5,6,7,8,9}.

QUADRO 1 – Síntese dos autores

| Nome do artigo | Tipo de estudo | Desfecho |
|--|--|---|
| 1. Uma revisão sistemática da cirurgia robótica: dos paradigmas supervisionados às abordagens robóticas totalmente autônomas | Revisão sistemática de literatura guiada pelo PRISMA no PUBMED e no OVID | A automação possibilita cirurgias precisas e seguras, abrindo espaço para a implementação de modelos de inteligência artificial mais avançados, modalidades de imagem aprimoradas e tecnologias robóticas, com o objetivo de melhorar os resultados clínicos. |



O que as revisões sistemáticas dizem sobre o impacto da cirurgia robótica na neurocirurgia?

Merotto *et. al.*

| | | |
|---|---|--|
| 2. Robótica espinhal em cirurgia da coluna cervical: uma revisão sistemática com conceitos-chave e considerações técnicas | Revisão sistemática de literatura esquisita bibliográfica nas bases de dados Web of Science, Scopus e PubMed com o objetivo de recuperar todos os artigos que relatavam cirurgia da coluna cervical com uso de robótica. | A aplicação de parafusos cervicais assistidos por robô apresenta índices superficiais em termos de classificação clínica, duração da operação, perda de sangue e complicações pós-operatórias. Esses resultados são equivalentes ou superiores aos observados na utilização convencional |
| 3. Impacto da cirurgia de coluna assistida por robô na qualidade dos cuidados de saúde e na economia neurocirúrgica: uma revisão sistêmica | Revisão sistemática. Autores buscaram analisar se a literatura atual respalda a viabilidade econômica, acessibilidade e aprimoramento da qualidade dos cuidados para indivíduos e populações, com o intuito de elevar as chances de alcançar resultados de saúde desejados. | A neurocirurgia tem sido impactada pelo custo autenticado de equipamentos, incluindo ressecção de tumores cerebrais e espinhais, procedimentos de estimulação cerebral profunda e osteotomias em cirurgias de deformidades |
| 4. Cirurgia endoscópica transnasal robótica da base do crânio: revisão sistemática da literatura e relatório de um novo protótipo para um sistema híbrido (suporte robótico assistente de endoscópio Brescia) | Revisão sistemática. As bases de dados PubMed e Scopus foram pesquisadas usando uma combinação de termos, incluindo Robotics OR Robot e Surgery OR Otolaryngology OR Skull Base OR Holder. | A utilização de sistemas robóticos híbridos apresenta um vasto potencial e poderá em breve tornar-se uma opção viável para a execução de procedimentos cirúrgicos endoscópicos na região da base do crânio. |
| 5. Precisão das técnicas atuais para colocação de parafusos pediculares na coluna vertebral: uma revisão sistemática abrangente e meta-análise de 51.161 parafusos | Revisão sistemática de artigos revisados por pares que relataram a precisão do parafuso pedicular de 1 técnica de janeiro de 1990 a junho de 2018. | Os dados globais consolidados indicam que a orientação por navegação por tomografia computadorizada apresenta as maiores taxas de precisão para implantes de parafusos pediculares. |

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A constante evolução da cirurgia robótica representa um marco significativo na busca por técnicas cirúrgicas mais avançadas e eficientes. Ao considerar a trajetória desde paradigmas supervisionados até abordagens completamente autônomas, torna-se evidente que a automação desempenha um papel crucial na realização de

procedimentos precisos e seguros. A revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes do PRISMA e conduzida no PUBMED e no OVID, não apenas destaca essa transição paradigmática, mas também revela uma interseção promissora entre cirurgia robótica, inteligência artificial e tecnologias de imagem⁵.

A ênfase na robótica espinhal aplicada a cirurgias da coluna cervical é particularmente notável. Ao examinar os resultados de procedimentos envolvendo parafusos cervicais assistidos por robô, observa-se não apenas uma equiparação, mas em muitos casos, uma superação dos resultados obtidos por abordagens convencionais. Essa constatação sugere não apenas eficácia clínica, mas também uma potencial otimização em termos de duração da operação, perda de sangue e complicações pós-operatórias. A robótica emerge como uma aliada promissora na busca por uma prática cirúrgica mais refinada e eficaz na coluna cervical⁶.

No âmbito da neurocirurgia, a terceira revisão sistemática aborda não apenas a eficácia dos procedimentos assistidos por robô, mas também a influência econômica e a qualidade geral dos cuidados de saúde. O impacto do custo autenticado dos equipamentos na neurocirurgia, especialmente em procedimentos complexos como ressecção de tumores cerebrais e espinhais, estimulação cerebral profunda e osteotomias em cirurgias de deformidades, destaca a necessidade premente de equilibrar os avanços tecnológicos com a acessibilidade financeira⁷.

No campo da cirurgia endoscópica transnasal robótica da base do crânio, a pesquisa revela um potencial significativo na aplicação de sistemas robóticos híbridos. Essa abordagem promete não apenas expandir as capacidades endoscópicas, mas também oferecer uma opção viável para procedimentos cirúrgicos endoscópicos complexos⁸.

A integração da tecnologia robótica nesse contexto apresenta oportunidades promissoras para aprimorar a precisão cirúrgica em intervenções intracranianas. A última revisão, abordando a precisão das técnicas para colocação de parafusos pediculares na coluna vertebral, destaca a importância da orientação por navegação por tomografia computadorizada. Os dados consolidados indicam que essa abordagem possui as maiores taxas de precisão, proporcionando uma base sólida para procedimentos que envolvem implantes de parafusos pediculares. Essa constatação



reforça a relevância da tecnologia na otimização de resultados em procedimentos cirúrgicos complexos na coluna vertebral⁹.

Em síntese, as revisões sistemáticas apresentam um panorama abrangente dos avanços recentes na cirurgia robótica e suas aplicações em diversas áreas. O cenário promissor delineado por essas análises não apenas valida os progressos alcançados, mas também ressalta a necessidade contínua de pesquisa e desenvolvimento para aprimorar ainda mais as práticas cirúrgicas, proporcionando benefícios substanciais aos pacientes e à comunidade médica como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao explorar o impacto da cirurgia robótica na neurocirurgia, é fundamental analisar não apenas os avanços tecnológicos, mas também os desafios intrínsecos a essa abordagem. A curva de aprendizado, a necessidade de treinamento especializado e as considerações econômicas são aspectos cruciais que moldam a implementação prática da cirurgia robótica no cenário neurocirúrgico.

No entanto, à medida que os profissionais de saúde se adaptam a essas inovações, a promessa de resultados clínicos aprimorados e uma maior segurança nos procedimentos torna-se cada vez mais tangível.

REFERÊNCIAS

1. SILVA, Jefferson Braga et al. Existe espaço para a microcirurgia na cirurgia robótica?. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 57, p. 709-717, 2022. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbort/a/zQ3K3s8wMLtJDGHdH7M6nLF/?lang=pt>.
2. ARAUJO, RAPHAEL LC et al. Visão geral e perspectivas sobre o processo de certificação em cirurgia robótica no Brasil: o novo regimento e uma pesquisa nacional online. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 47, 2020. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/Kb7JGSyQFn7g9L9cP4QRdWz/?lang=pt&format=html>
3. SOUZA, Martins Mayko Felipe de. Uma revisão sistemática sobre aplicações de realidade virtual na saúde. 2021. Disponível: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/8076>.
4. BRITO, Emilayne Nicácio Dias et al. Inteligência artificial no diagnóstico de doenças neurodegenerativas: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e482101120004-e482101120004, 2021. Disponível:



<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20004>

5. Han J, Davids J, Ashrafian H, Darzi A, Elson DS, Sodergren M. A systematic review of robotic surgery: From supervised paradigms to fully autonomous robotic approaches. *Int J Med Robot.* 2022 Apr;18(2):e2358. doi: 10.1002/rcs.2358. Epub 2021 Dec 30. PMID: 34953033. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34953033/>
6. Beyer RS, Nguyen A, Brown NJ, Gendreau JL, Hatter MJ, Pooladzandi O, Pham MH. Spinal robotics in cervical spine surgery: a systematic review with key concepts and technical considerations. *J Neurosurg Spine.* 2022 Sep 9;38(1):66-74. doi: 10.3171/2022.7.SPINE22473. PMID: 36087333. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36087333/>
7. Fiani B, Quadri SA, Farooqui M, Cathel A, Berman B, Noel J, Siddiqi J. Impact of robot-assisted spine surgery on health care quality and neurosurgical economics: A systemic review. *Neurosurg Rev.* 2020 Feb;43(1):17-25. doi: 10.1007/s10143-018-0971-z. Epub 2018 Apr 3. PMID: 29611081. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29611081/>
8. Bolzoni Villaret A, Doglietto F, Carobbio A, Schreiber A, Panni C, Piantoni E, Guida G, Fontanella MM, Nicolai P, Cassinis R. Robotic Transnasal Endoscopic Skull Base Surgery: Systematic Review of the Literature and Report of a Novel Prototype for a Hybrid System (Brescia Endoscope Assistant Robotic Holder). *World Neurosurg.* 2017 Sep;105:875-883. doi: 10.1016/j.wneu.2017.06.089. Epub 2017 Jun 20. PMID: 28645603. Disponível: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28645603/>
9. Perdomo-Pantoja A, Ishida W, Zygourakis C, Holmes C, Iyer RR, Cottrill E, Theodore N, Witham TF, Lo SL. Accuracy of Current Techniques for Placement of Pedicle Screws in the Spine: A Comprehensive Systematic Review and Meta-Analysis of 51,161 Screws. *World Neurosurg.* 2019 Jun;126:664-678.e3. doi:



O que as revisões sistemáticas dizem sobre o impacto da cirurgia robótica na neurocirurgia?
Merotto *et. al.*

10.1016/j.wneu.2019.02.217. Epub 2019 Mar 15. PMID: 30880208. Disponível:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30880208/>