

**Neurocirurgia Robótica no Tratamento de Tumores Cerebrais Pediátricos.**

Gyovanna Neusa Pereira de Castro, Wendell Marconny Pinheiro, Ana Luisa Schweitzer Arantes, Joana do Carmo Marques, Matheus de Souza Joaquim, Anny Sibelly Dias Cury, Rodrigo Cury Machado, Ana Gabriela Gomes de Miranda Linhares, Rafaela Costa Aragão, Lillian Socorro Menezes de Souza, Erik Jonas dos Santos Rosa, Ana Paula da Silveira Bezerra, Milena Tanure Gomes, José Lauro Guimarães Cardoso, Gabriel de Albuquerque Pedrosa.

**RESUMO:** A intervenção cirúrgica com auxílio de robôs para tratar tumores em crianças tem se destacado como uma alternativa promissora, unindo os aspectos positivos da cirurgia menos invasiva com a precisão e destreza proporcionadas pela tecnologia robótica. Esse método representa um avanço importante no tratamento do câncer infantil, promovendo incisões mínimas, tempo de recuperação reduzido e menor probabilidade de complicações após a cirurgia. A habilidade de realizar procedimentos complexos em regiões sensíveis, como o cérebro e a coluna vertebral, com extrema precisão, torna essa técnica especialmente valiosa no âmbito pediátrico. Objetivo: O objetivo deste estudo é realizar uma análise crítica da literatura científica dos últimos 10 anos sobre a eficácia e segurança da cirurgia robótica em crianças com tumores, identificando as evidências existentes e apontando lacunas no conhecimento. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática seguindo o checklist PRISMA, utilizando as bases de dados PubMed, Scielo e Web of Science e os descritores "cirurgia robótica", "tumores", "crianças", "neoplasias pediátricas" e "cirurgia minimamente invasiva". Foram estabelecidos três critérios de inclusão: estudos publicados nos últimos 10 anos, envolvendo pacientes pediátricos submetidos à cirurgia robótica para tumores e disponíveis em inglês, espanhol ou português. Já os critérios de exclusão foram: estudos em adultos, estudos focados exclusivamente em cirurgia aberta e estudos que não apresentaram resultados cirúrgicos específicos em crianças. Resultados: A avaliação dos estudos escolhidos ressaltou as vantagens da cirurgia feita por robô em termos de menor gravidade das complicações, recuperação mais rápida e resultados na área da oncologia similares aos da cirurgia convencional. Além disso, foram identificadas perspectivas promissoras em relação à exatidão e segurança do procedimento, principalmente em tumores no cérebro e no abdômen. Em resumo, a cirurgia robótica para tratamento de tumores em crianças é uma abordagem inovadora e segura, com potencial para aprimorar os desfechos clínicos e a qualidade de vida dos pacientes pediátricos. Contudo, são necessárias mais pesquisas para confirmar sua eficácia em longo prazo e estabelecer diretrizes claras para sua utilização clínica.

**Palavras-chave:** Cirurgia, robótica, Neurologia, Pediatria.

**INTRODUÇÃO**

A cirurgia robótica para tumores em crianças representa uma avançada e promissora modalidade terapêutica, incorporando tecnologias de ponta para oferecer abordagens cirúrgicas altamente precisas e minimamente invasivas. Uma das características mais notáveis dessa técnica é a precisão extraordinária que proporciona durante a remoção de tumores em crianças. Por meio de sistemas robóticos avançados, os cirurgiões são capazes de realizar intervenções com uma precisão milimétrica, preservando os tecidos saudáveis circundantes e minimizando os danos aos órgãos vitais. Esse nível de precisão é especialmente crucial em áreas anatomicamente complexas, como o cérebro e a medula espinhal, onde mesmo pequenas lesões podem ter consequências significativas. Com a cirurgia robótica, os cirurgiões podem acessar essas regiões com incisões mínimas, reduzindo drasticamente o risco de danos colaterais e melhorando os resultados cirúrgicos.

Além da precisão, outro aspecto fundamental da cirurgia robótica para tumores em crianças é a sua menor invasividade e o consequente impacto positivo na recuperação pós- operatória. Ao contrário das técnicas convencionais de cirurgia aberta, que geralmente exigem incisões maiores e resultam em mais trauma nos tecidos circundantes, a abordagem robótica utiliza incisões mínimas, o que reduz significativamente o trauma cirúrgico. Isso se traduz em uma série de benefícios para as crianças submetidas ao procedimento, incluindo menor dor pós-operatória, diminuição do tempo de internação hospitalar e uma recuperação mais rápida e suave. A menor invasividade da cirurgia robótica também pode reduzir o risco de complicações pós-operatórias, permitindo que as crianças retornem mais rapidamente às suas atividades normais e desfrutem de uma melhor qualidade de vida após o tratamento de tumores. Esses dois aspectos – precisão e menor invasividade – destacam a cirurgia robótica como uma opção terapêutica altamente eficaz e potencialmente transformadora para crianças que enfrentam tumores.

A cirurgia robótica para tumores em crianças tem despertado crescente interesse na comunidade médica devido aos avanços tecnológicos e às possibilidades terapêuticas que oferece. Uma das características marcantes dessa abordagem é a visualização aprimorada do campo cirúrgico proporcionada por sistemas de câmeras de alta definição. Essa visualização detalhada permite aos cirurgiões identificar e remover tumores com precisão, contribuindo para melhores resultados cirúrgicos e, consequentemente, para uma recuperação mais eficaz das crianças. Além disso, a cirurgia robótica é associada a uma detecção mais precisa de tumores, o que é fundamental para um planejamento cirúrgico adequado e uma intervenção eficaz.

Outro aspecto relevante da cirurgia robótica para tumores pediátricos é a melhoria significativa na qualidade de vida dos pacientes após o procedimento. Ao reduzir os efeitos adversos da cirurgia, como a dor pós-operatória e o tempo de recuperação, essa técnica permite que as crianças retomem suas atividades cotidianas mais rapidamente. Isso não apenas promove o bem-estar imediato dos pacientes, mas também tem impactos positivos a longo prazo em sua saúde física e emocional.

**METODOLOGIA**

Para a condução desta revisão sistemática, foi adotado o protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). As bases de dados PubMed, Scielo e Web of Science foram selecionadas para realizar a busca dos estudos relevantes. Os descritores utilizados foram: "cirurgia robótica", "tumores", "crianças", "neoplasias pediátricas" e "cirurgia minimamente invasiva".

Os critérios de inclusão adotados foram os seguintes estudos publicados nos últimos 10 anos, focados na utilização da cirurgia robótica no tratamento de tumores em crianças, disponíveis em inglês, espanhol ou português, artigos que relataram resultados cirúrgicos específicos em pacientes pediátricos e com metodologia claramente descrita.

Por outro lado, os critérios de exclusão foram estudos que não envolviam pacientes pediátricos, artigos que não abordavam a cirurgia robótica como intervenção principal, estudos que não estavam disponíveis em idiomas acessíveis para a equipe de pesquisa, revisões sistemáticas e estudos que não relataram resultados cirúrgicos específicos em crianças.

**RESULTADOS**

A precisão cirúrgica é um dos pilares fundamentais da cirurgia robótica para tumores em crianças. Por meio de sistemas robóticos avançados, os cirurgiões são capazes de realizar intervenções com uma exatidão milimétrica, possibilitando a remoção completa e precisa dos tumores, enquanto minimizam danos aos tecidos circundantes. Esse alto nível de precisão é crucial, especialmente em áreas anatomicamente complexas, como o cérebro e a medula espinhal, onde até mesmo pequenos desvios podem ter consequências significativas. A capacidade de realizar procedimentos com tal grau de precisão confere à cirurgia robótica uma vantagem distintiva sobre as abordagens convencionais, permitindo uma intervenção cirúrgica mais segura e eficaz.

No que diz respeito à minimização do trauma, a cirurgia robótica destaca-se pela sua capacidade de realizar procedimentos com incisões mínimas. Ao contrário das técnicas tradicionais de cirurgia aberta, que geralmente requerem incisões maiores e causam mais trauma aos tecidos circundantes, a abordagem robótica utiliza incisões menores, reduzindo significativamente o trauma cirúrgico. Isso resulta em menor dor pós-operatória para as crianças submetidas ao procedimento, além de contribuir para um tempo de recuperação mais rápido e uma menor incidência de complicações. A minimização do trauma é crucial não apenas para o conforto imediato do paciente, mas também para a sua recuperação global e qualidade de vida após a cirurgia.

A melhoria da qualidade de vida das crianças após a cirurgia robótica para tumores é um benefício significativo dessa modalidade terapêutica. A recuperação mais rápida e suave associada à cirurgia robótica permite que as crianças retomem suas atividades cotidianas mais rapidamente, reduzindo o impacto físico e emocional do tratamento. Isso não apenas promove o bem-estar imediato dos pacientes, mas também tem impactos positivos a longo prazo em sua saúde e qualidade de vida. Além disso, a menor incidência de complicações pós-operatórias associadas à cirurgia robótica contribui para uma experiência cirúrgica mais positiva para as crianças e suas famílias, reduzindo a necessidade de hospitalizações prolongadas e visitas médicas adicionais. Assim, a melhoria da qualidade de vida das crianças após a cirurgia robótica destaca-se como um aspecto crucial dessa abordagem terapêutica.

A acessibilidade da cirurgia robótica para tumores em crianças tem se expandido significativamente nos últimos anos, à medida que a tecnologia robótica se torna mais amplamente disponível e os custos associados à sua utilização diminuem. Inicialmente restrita a grandes centros médicos e hospitais acadêmicos, a cirurgia robótica agora está se tornando mais acessível em uma variedade de configurações clínicas, incluindo hospitais regionais e comunitários. Isso se deve em parte aos avanços na tecnologia robótica, que tornaram os sistemas robóticos mais compactos, acessíveis e fáceis de usar. Além disso, a crescente familiaridade dos cirurgiões com a tecnologia robótica e o desenvolvimento de programas de treinamento especializado têm contribuído para aumentar a acessibilidade da cirurgia robótica pediátrica. Como resultado, mais crianças têm acesso a tratamentos cirúrgicos avançados e menos invasivos para tumores, independentemente de sua localização geográfica ou contexto socioeconômico.

A importância da equipe multidisciplinar na cirurgia robótica para tumores em crianças é indiscutível. Cirurgiões, oncologistas, radiologistas e técnicos especializados em robótica trabalham em conjunto para planejar e executar os procedimentos cirúrgicos com sucesso. Cada membro da equipe desempenha um papel único e crucial, contribuindo com seus conhecimentos e habilidades para garantir o melhor resultado possível para o paciente. A colaboração entre diferentes especialidades permite uma abordagem abrangente e holística ao tratamento de tumores pediátricos, garantindo que todas as necessidades clínicas e cirúrgicas sejam atendidas de maneira adequada. Além disso, a equipe multidisciplinar proporciona um ambiente de trabalho colaborativo e estimulante, onde ideias e experiências são compartilhadas, promovendo o aprendizado contínuo e a inovação na área da cirurgia robótica pediátrica.

A necessidade de pesquisa futura na cirurgia robótica para tumores em crianças é uma questão premente, pois mesmo com os avanços tecnológicos e clínicos, ainda há lacunas a serem preenchidas e desafios a serem superados. Uma área importante para investigação futura é a avaliação da eficácia a longo prazo da cirurgia robótica em crianças, incluindo a análise de desfechos a longo prazo, como a sobrevida livre de doença e a qualidade de vida após o tratamento. Além disso, são necessários estudos que comparem diretamente a cirurgia robótica com outras modalidades de tratamento, como a cirurgia aberta e a cirurgia laparoscópica, para determinar as vantagens e desvantagens de cada abordagem em termos de resultados clínicos, custos e satisfação do paciente.

**CONCLUSÃO**

Em suma, a cirurgia robótica para tumores em crianças representa uma modalidade terapêutica altamente eficaz e promissora. Estudos científicos demonstraram que essa abordagem oferece uma precisão cirúrgica excepcional, minimizando o trauma aos tecidos circundantes e reduzindo o risco de complicações pós-operatórias. Além disso, a visualização avançada proporcionada pelos sistemas robóticos permite uma detecção mais precisa de tumores e uma remoção mais completa dos mesmos. A menor invasividade da cirurgia robótica também contribui para uma recuperação mais rápida e uma melhoria significativa na qualidade de vida das crianças após o tratamento.

Ademais, a acessibilidade crescente da cirurgia robótica, juntamente com os avanços continuos na tecnologia robótica, ampliam ainda mais o potencial dessa abordagem terapêutica. No entanto, são necessárias mais pesquisas para avaliar a eficácia a longo prazo da cirurgia robótica em crianças e estabelecer diretrizes claras para sua aplicação clínica. O desenvolvimento de protocolos padronizados e diretrizes de seleção de pacientes pode garantir que a cirurgia robótica seja utilizada de forma eficaz e segura, maximizando os benefícios para os pacientes pediátricos. Em última análise, a cirurgia robótica para tumores em crianças representa um avanço significativo na medicina, oferecendo esperança e melhores resultados para crianças enfrentando essa condição desafiadora.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

* PETRILLI AS, Luisi FAV. IN TIME: WHAT IS THE STATUS OF THE CARE GIVEN TO CHILDREN WITH CANCER?. IN TIME: COMO ESTÁ O ATENDIMENTO DA CRIANÇA COM CÂNCER?. *Rev Paul Pediatr*. 2018;36(3):252-253. doi:10.1590/1984-0462/;2018;36;3;00019.
* FERNÁNDEZ-Teijeiro Álvarez A. Cáncer en los primeros 18 meses de vida [Cancer in the first 18 months of life]. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2020;93(6):355-357. doi:10.1016/j.anpedi.2020.09.017.
* El Moukhtari SH, Garbayo E, Fernández-Teijeiro A, Rodríguez-Nogales C, Couvreur P, Blanco-Prieto MJ. Nanomedicines and cell-based therapies for embryonal tumors of the nervous system. *J Control Release*. 2022;348:553-571. doi:10.1016/j.jconrel.2022.06.010.
* BOLOIX A, París-Coderch L, Soriano A, et al. Nuevas estrategias terapéuticas para el neuroblastoma basadas en el uso de microRNAs [Novel micro RNA-based therapies for the treatment of neuroblastoma]. *An Pediatr (Barc)*. 2016;85(2):109.e1-109.e6. doi:10.1016/j.anpedi.2015.07.016.
* CAMARENA-Vielma L, Lona-Reyes JC, Vázquez-Bojórquez MS, et al. Implementation of the Pediatric Index of Mortality 3 and the pediatric Sequential Organ Failure Assessment in an intensive care unit in Mexico. Aplicación del índice de mortalidad pediátrica 3 y evaluación de falla orgánica secuencial pediátrica en una unidad de cuidados intensivos en México. *Arch Argent Pediatr*. 2022;120(5):332-335. doi:10.5546/aap.2022.eng.332.
* MORRELL ALG, Morrell-Junior AC, Morrell AG, et al. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Rev Col Bras Cir*. 2021;48:e20202798. Published 2021 Jan 13. doi:10.1590/0100-6991e-20202798.
* ELMOR TR, Rubinstein M, Lima G, Cruz AC, Pereira CF, Rubinstein I. Minimally invasive treatment of vesicourethral leak after laparoscopic radical prostatectomy. *Rev Col Bras Cir*. 2016;43(3):185-188. doi:10.1590/0100-69912016003011.
* POFFO R, Toschi AP, Pope RB, et al. Robotic cardiac surgery in Brazil. *Ann Cardiothorac Surg*. 2017;6(1):17-26. doi:10.21037/acs.2017.01.01.
* POFFO R, Celullare AL, Pope RB, Toschi AP. Robotic assisted minimally invasive surgery for atrial septal defect doi:10.5935/1678-9741.20120083. correction. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2012;27(3):488-490.
* CARNEIRO A, Andrade GM. Technology description, initial experience and first impression of HUGO™ RAS robot platform in urologic procedures in Brazil. *Int Braz J Urol*. 2023;49(6):763-774. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2023.9910