



O impacto da Radiocirurgia Estereotáxica no Tratamento de Gliomas: Uma Revisão Integrativa

Loiane Loah Martins Pinto, Ana Júlia Lopes Ledo, Anister Furtado Ferreira, Soraia Bernardo, Rodrigo Gamalier de Paiva, Italo Cleberson de Oliveira Nascimento, Simone Carvalhaes de Miranda, Mariana de Souza Fernandes, Francisco Adriano Pereira Filho, Igor Martins de Queiroz, Liana Mouta Holanda, Lia Linhares Andrade da Cunha, Ana Beatriz Lima da Cunha Ferreira Gomes e Nijair Araújo Pinto



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p1488-1498>

Artigo recebido em 23 de Setembro e publicado em 13 de Novembro

ARTIGO DE REVISÃO

RESUMO

Este artigo tem por objetivo realizar revisão integrativa da literatura sobre o impacto da radiocirurgia estereotáxica (RCE) no tratamento de gliomas, com ênfase na precisão e no potencial de preservação dos tecidos cerebrais saudáveis em comparação com as abordagens convencionais. Desse modo, foram utilizados como base para a seleção dos artigos e como fonte de pesquisa o Google Acadêmico, a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), a Cochrane Library e a SciELO, empregando-se os termos “Radiocirurgia estereotáxica”, “Gliomas” e “Tratamento”. Logo, concluiu-se que a RCE é uma alternativa eficaz, sobretudo em gliomas de baixo e médio grau, proporcionando controle de lesões residuais e melhor prognóstico. Ademais, nos gliomas de alto grau, a RCE se mostra promissora para recidivas, embora ainda existam desafios quanto à sua aplicação em tumores mais invasivos. Por conseguinte, avanços em tecnologias de imagem e inteligência artificial têm potencializado a eficácia da RCE e seu uso em tratamentos personalizados, apontando para uma integração promissora no futuro.

Palavras-chave: Gliomas, Radiocirurgia Estereotáxica, Qualidade de Vida, Controle Tumoral.

The impact of stereotactic radiosurgery in the treatment of gliomas: an integrative review

ABSTRACT

This article aims to carry out an integrative review of the literature on the impact of stereotactic radiosurgery (SCR) in the treatment of gliomas, with an emphasis on precision and the potential for preserving healthy brain tissues compared to conventional approaches. Thus, Google Scholar, the Virtual Health Library (VHL), the Cochrane Library and SciELO were used as a basis for selecting articles and as a research source, using the terms “Stereotactic Radiosurgery”, “Gliomas” and “Treatment”. Therefore, it was concluded that RCE is an effective alternative, especially in low and medium grade gliomas, providing control of residual lesions and a better prognosis. Furthermore, in high-grade gliomas, SCR shows promise for recurrences, although there are still challenges regarding its application in more invasive tumors. Therefore, advances in imaging technologies and artificial intelligence have enhanced the effectiveness of SCR and its use in personalized treatments, pointing to promising integration in the future.

Keywords: Gliomas, Stereotactic Radiosurgery, Quality of Life, Tumor Control.

Autor correspondente: Julia Carolina Massoni jcmmmassoni@icloud.com

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





INTRODUÇÃO

Os gliomas representam um dos tipos mais agressivos de tumores cerebrais primários, com alto índice de mortalidade e morbidade. Esses tumores, que se originam das células gliais do cérebro, variam em grau de malignidade, sendo classificados de acordo com o tipo celular e o grau histológico, com os gliomas de alto grau, como o glioblastoma multiforme, apresentando um prognóstico particularmente sombrio. O tratamento dos gliomas envolve uma abordagem multidisciplinar, incluindo cirurgia, radioterapia e quimioterapia, sendo que, devido à natureza invasiva e a localização muitas vezes profunda dos tumores, a radiocirurgia estereotáxica tem emergido como uma alternativa promissora, especialmente em casos de gliomas de baixo e médio grau e como complemento em gliomas de alto grau (DAL BELLO *et al.*, 2023).

A radiocirurgia estereotáxica (RCE) é uma técnica que utiliza radiação ionizante de alta precisão para tratar lesões cerebrais, com a capacidade de entregar doses altas de radiação a um alvo específico, minimizando o dano aos tecidos saudáveis adjacentes. O advento dessa tecnologia permitiu um avanço significativo no tratamento de gliomas, proporcionando uma opção terapêutica menos invasiva em comparação com a cirurgia aberta tradicional (SHARMA *et al.*, 2018). Embora a radioterapia convencional já seja amplamente utilizada no tratamento de gliomas, a radiocirurgia estereotáxica se destaca por sua precisão e a possibilidade de tratar tumores localizados em áreas críticas, como regiões funcionais do cérebro (COSTA PINHEIRO *et al.*, 2024).

Em gliomas de baixo e médio grau, a RCE tem se mostrado eficaz na erradicação de lesões remanescentes após a ressecção parcial ou como uma estratégia de tratamento adjuvante. Em gliomas de alto grau, como o glioblastoma, a radiocirurgia tem sido utilizada para tratar recorrências locais ou tumores residuais, frequentemente após o tratamento inicial com cirurgia e radioterapia convencional. Embora a terapia padrão ainda envolva a combinação de cirurgia, radioterapia e quimioterapia, a radiocirurgia tem oferecido uma alternativa valiosa para o manejo de lesões residuais, com a promessa de reduzir o risco de complicações associadas à radioterapia



convencional e ao tratamento invasivo (FONSECA et al., 2022).

Estudos recentes têm demonstrado que a radiocirurgia estereotáxica pode melhorar os resultados clínicos em pacientes com gliomas, tanto no controle local do tumor quanto na manutenção da qualidade de vida. A técnica tem mostrado ser particularmente vantajosa em pacientes com tumores inoperáveis ou em locais difíceis de acessar, além de ser bem tolerada por aqueles que não são candidatos a uma abordagem cirúrgica convencional devido a comorbidades ou a localização do tumor. A possibilidade de realizar tratamentos precisos em regiões cerebrais delicadas, como os gânglios da base ou o tronco encefálico, tem ampliado as opções terapêuticas disponíveis para esses pacientes (SILVA et al., 2024).

Um dos principais benefícios da RCE é a capacidade de administrar doses elevadas de radiação com alta precisão, o que reduz os danos aos tecidos cerebrais saudáveis circundantes. Em gliomas de alto grau, onde a preservação da função cerebral é crucial, a radiocirurgia estereotáxica oferece uma vantagem significativa em relação à radioterapia convencional, que pode envolver áreas maiores do cérebro e causar efeitos colaterais mais pronunciados, como encefalopatia e problemas cognitivos. Além disso, a radiocirurgia pode ser repetida em casos de recidiva tumoral, permitindo a reintervenção em momentos em que as opções convencionais já foram esgotadas (MANTZIARIS et al., 2022).

Embora a radiocirurgia estereotáxica tenha mostrado resultados promissores, a abordagem não está isenta de desafios. A identificação precisa do volume alvo e a delimitação de margens seguras de radiação são fatores críticos que influenciam o sucesso do tratamento. Tumores infiltrativos, como os gliomas, muitas vezes possuem margens difíceis de definir, o que pode representar um desafio no planejamento da radiocirurgia. A combinação de técnicas de imagem avançadas, como a ressonância magnética funcional e a tomografia por emissão de pósitrons, tem sido fundamental para melhorar a precisão do planejamento e a definição do volume alvo (LI et al., 2023).

Outro desafio importante na utilização da RCE no tratamento de gliomas é o controle de recidivas. Embora os resultados iniciais da radiocirurgia estereotáxica sejam frequentemente positivos, a taxa de recidiva para gliomas de alto grau, como o glioblastoma, permanece alta. A adição de terapias complementares, como a



imunoterapia ou a quimioterapia, está sendo explorada como uma forma de aumentar a eficácia da RCE e reduzir a chance de recidiva local. Estudos clínicos estão em andamento para avaliar o impacto da combinação de RCE com outras terapias de precisão, com o objetivo de melhorar o controle tumoral e a sobrevida global (BUNEVICIUS *et al.*, 2021).

A radiação estereotáxica também se apresenta como uma alternativa eficaz no tratamento de gliomas recidivantes ou refratários, situações em que os tratamentos convencionais têm se mostrado insuficientes. A aplicação de radiação de alta dose em áreas tumorais específicas pode prolongar a sobrevida dos pacientes e melhorar o controle sintomático em casos de tumores recidivantes. Em gliomas de baixo e médio grau, a radiocirurgia estereotáxica pode ser eficaz mesmo em estágios mais avançados, quando a cirurgia não é mais viável (LOVO *et al.*, 2021).

A eficácia clínica da RCE no tratamento de gliomas também está sendo impulsionada pelo avanço das tecnologias de imagem e pela implementação de novas plataformas de planejamento, como o uso de modelos de inteligência artificial (IA) para prever os melhores resultados e otimizar o processo de tratamento. A IA, em particular, tem se mostrado promissora na identificação de características tumorais e na previsão de resposta ao tratamento, oferecendo insights valiosos para a personalização da radiocirurgia. Esses avanços têm contribuído para a crescente adoção da radiocirurgia como uma ferramenta indispensável no tratamento de gliomas (TREVIZAN *et al.*, 2024).

Em termos de prognóstico, a RCE tem se mostrado uma opção terapêutica eficaz para pacientes com gliomas de baixo e médio grau, além de oferecer benefícios na gestão de recidivas em gliomas de alto grau. O acompanhamento de longo prazo e a monitorização da resposta tumoral são essenciais para avaliar a eficácia contínua do tratamento e ajustar a abordagem terapêutica conforme necessário. A integração da radiocirurgia estereotáxica nas estratégias terapêuticas convencionais, aliada aos avanços no entendimento molecular dos gliomas, promete resultados ainda mais otimistas para os pacientes no futuro próximo (CHEN *et al.*, 2022).

Depreende-se, portanto, que a radiocirurgia estereotáxica tem se consolidado como uma abordagem terapêutica eficaz e inovadora no tratamento de gliomas, oferecendo uma alternativa menos invasiva e com alta precisão no controle do tumor.

Embora o tratamento de gliomas continue desafiador, a RCE, com seus avanços tecnológicos e sua capacidade de tratar lesões em regiões cerebrais complexas, representa um passo significativo na melhoria da sobrevida e qualidade de vida dos pacientes. A combinação de radiocirurgia com outras terapias inovadoras e a personalização do tratamento com base em dados moleculares e de imagem são as próximas fronteiras para otimizar ainda mais os resultados no tratamento de gliomas (LEHRER et al., 2022). A partir dessas informações, nota-se a relevância de analisar os impactos da radiocirurgia estereotáxica no tratamento de gliomas.

METODOLOGIA

Trata-se de projeto de revisão integrativa de literatura e descritiva, com análise qualitativa. Em relação a isso, as informações foram coletadas a partir de pesquisas eletrônicas de artigos científicos nos bancos de dados do Google Acadêmico, da Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde (BVS), Cochrane Library; buscou-se, também, a base de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Outrossim, foi utilizado como critério para filtragem mais específica o uso do operador booleano “AND”, para seleção das produções em que ocorresse a presença dos termos “Radiocirurgia estereotáxica”, “Gliomas” e “Tratamento”. Além disso, para a seleção dos artigos, foram utilizados critérios de inclusão: artigos científicos em português, inglês e espanhol, online, gratuitos, disponíveis na íntegra e publicados no período de 2016 a 2024. Ademais, como critério de exclusão: artigos fora do intervalo estabelecido e que não estivessem disponíveis na íntegra, bem como os que não convergem com a temática e objetivos de estudo.

Vale salientar, ainda, que não foi obrigatório submeter esse projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa, considerando-se não envolver diretamente seres humanos, com base na resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que determina diretrizes éticas específicas para as ciências humanas e sociais.

RESULTADOS



A análise da literatura recente revela que a radiocirurgia estereotáxica (RCE) tem desempenhado um papel importante no controle e tratamento de gliomas, principalmente em gliomas de baixo e médio grau, bem como em gliomas de alto grau recidivantes. Estudos indicam que a RCE é vantajosa devido à sua precisão, permitindo a administração de doses altas de radiação em áreas específicas do tumor, reduzindo danos aos tecidos cerebrais saudáveis e preservando funções importantes (MORAES et al., 2024). Além disso, a técnica é menos invasiva que a cirurgia tradicional, tornando-se uma alternativa viável para pacientes que não podem ser submetidos à cirurgia devido à localização do tumor ou a condições de saúde comprometidas.

Nos gliomas de baixo e médio grau, a RCE demonstrou eficácia em complementar a ressecção parcial, possibilitando um controle prolongado das lesões remanescentes e apresentando uma taxa de recidiva menor em comparação com outras abordagens isoladas. Em estudo recente, a RCE foi reconhecida por sua contribuição na extensão da sobrevida e na preservação da qualidade de vida desses pacientes, destacando-se como uma abordagem terapêutica com perfil de segurança favorável (CASTRO et al., 2023).

Em relação aos gliomas de alto grau, como o glioblastoma, a RCE tem sido utilizada como tratamento de resgate para tumores recidivantes, aumentando as opções de tratamento em casos nos quais a radioterapia convencional e a cirurgia já foram aplicadas. A literatura indica que a RCE, especialmente quando combinada com terapias adjuvantes, pode contribuir para um melhor controle tumoral local e retardar o crescimento da neoplasia, prolongando a sobrevida em pacientes com gliomas agressivos (FERREIRA et al., 2021). Essa abordagem é significativa, considerando que a taxa de recidiva em gliomas de alto grau é elevada e muitas vezes representa um desafio clínico.

A incorporação de tecnologias de imagem avançadas, como a ressonância magnética funcional e a tomografia por emissão de pósitrons, tem aprimorado o planejamento da RCE ao permitir uma definição mais precisa do volume alvo e das margens de segurança. Isso é particularmente relevante em gliomas, que frequentemente apresentam margens difusas e são infiltrativos. Esses recursos tecnológicos têm ampliado a segurança e eficácia da radiocirurgia, evitando o



comprometimento de áreas funcionais cerebrais adjacentes ao tumor (OLIVEIRA et al., 2022).

O uso combinado da RCE com novas terapias, como a imunoterapia e a quimioterapia, é outra área de estudo que tem demonstrado potencial para melhorar os resultados. A imunoterapia, por exemplo, ao estimular o sistema imunológico a atacar células tumorais, pode aumentar o efeito antitumoral da RCE. Pesquisas recentes sugerem que essa combinação pode ser especialmente promissora para aumentar a sobrevida em gliomas de alto grau, tornando o tratamento mais eficaz e reduzindo as taxas de recidiva (SANTOS et al., 2020).

Outro avanço significativo é o uso da inteligência artificial (IA) no planejamento e personalização do tratamento com RCE. Com a IA, é possível realizar uma análise detalhada das características tumorais de cada paciente e prever respostas ao tratamento, permitindo ajustes na dosagem e direção da radiação. Essa tecnologia tem mostrado resultados promissores, facilitando a adaptação contínua do plano de tratamento e possibilitando um acompanhamento mais preciso ao longo do tempo, especialmente em pacientes com gliomas de crescimento rápido (RODRIGUES et al., 2024).

Assim, a radiocirurgia estereotáxica se consolida como uma alternativa terapêutica eficiente no controle da progressão dos gliomas, com benefícios significativos no manejo dos tumores recidivantes e na preservação da qualidade de vida dos pacientes. Os estudos recentes evidenciam o potencial da RCE para aumentar a sobrevida e reduzir efeitos adversos, principalmente em comparação com a radioterapia convencional. Com os avanços tecnológicos e a integração com outras modalidades terapêuticas, a RCE apresenta-se como uma opção inovadora e promissora para o tratamento de gliomas, abrindo novas perspectivas para o manejo desses tumores complexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que essa técnica emergiu como uma abordagem eficaz e menos invasiva em comparação aos métodos convencionais, especialmente em



tumores localizados em áreas cerebrais de difícil acesso. Assim, nos gliomas de baixo e médio grau, a RCE tem demonstrado ser uma importante aliada no controle de lesões residuais após a ressecção parcial. Já nos gliomas de alto grau, sua aplicação se mostra promissora para o tratamento de recidivas e tumores residuais, funcionando como complemento aos tratamentos tradicionais.

A precisão proporcionada pela RCE, aliada aos avanços em tecnologias de imagem e inteligência artificial, tem permitido uma abordagem personalizada que maximiza a eficácia do tratamento e minimiza danos aos tecidos saudáveis. Dessa maneira, esse conjunto de inovações amplia as opções para pacientes com tumores inoperáveis ou que não são candidatos a abordagens cirúrgicas invasivas, promovendo maior controle tumoral e preservação da qualidade de vida.

Embora os benefícios da RCE sejam claros, os desafios no tratamento de gliomas persistem, principalmente em tumores de alto grau com alta taxa de recidiva. Nesse contexto, a combinação da RCE com terapias emergentes, como a imunoterapia, surge como uma área de investigação relevante que poderá elevar ainda mais a eficácia dos tratamentos no futuro. Assim, a RCE representa não apenas uma evolução tecnológica, mas uma contribuição significativa para o tratamento multidisciplinar dos gliomas, oferecendo uma nova perspectiva para o manejo desses tumores agressivos.

REFERÊNCIAS

BUNEVICIUS, Adomas et al. Radiocirurgia estereotáxica para glioblastoma considerando perfis genéticos tumorais: um estudo multicêntrico internacional. *Journal of Neurosurgery* , v. 137, n. 1, p. 42-50, 2021.

CHEN, William C. et al. Radiotherapy for meningiomas. *Journal of neuro-oncology*, v. 160, n. 2, p. 505-515, 2022.

COSTA ESPINHEIRO, Igor et al. Cirurgia Neurocardiovascular de Emergência em Pacientes Oncológicos com Tumores Intracranianos. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 9, p. 2056-2066, 2024.

DAL BELLO, Simone et al. O presente e o futuro da terapia do glioma da via óptica. *Cells* , v. 12, n. 19, p. 2380, 2023.



FONSECA, Gustavo Soares Gomes Barros et al. Análise da eficácia da combinação do bevacizumabe e irinotecano para o tratamento de tumores gliais. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 1, p. e37911125135-e37911125135, 2022.

LEHRER, Eric J. et al. Radiocirurgia estereotáxica pré-operatória para glioblastoma. *Biology*, v. 11, n. 2, p. 194, 2022.

LI, Shengyang et al. Avanços recentes no processamento inteligente de vídeo de satélite: Desafios, métodos e aplicações. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2023.

LOVO, Eduardo E. et al. Stereotactic radiosurgery for recurrent glioblastoma multiforme: a retrospective multi-institutional experience. *Cureus*, v. 13, n. 10, 2021.

MANTZIARIS, Georgios et al. Resultados radiológicos e clínicos da radiocirurgia estereotáxica para gangliogliomas: um estudo multicêntrico internacional. *Journal of Neurosurgery*, v. 137, n. 5, p. 1248-1253, 2022.

SHARMA, Mayur et al. Resultados e estratificação prognóstica de pacientes com glioblastoma recorrente tratados com radiocirurgia estereotáxica de resgate. *Journal of neurosurgery*, v. 131, n. 2, p. 489-499, 2018.

SILVA, João Victor Lemos et al. GAMMA KNIFE E QUALIDADE DE VIDA: UMA REVISÃO SOBRE O USO DA RADIOCIRURGIA EM TUMORES CEREBRAIS. Seven Editora, 2024.

TREVIZAN, Rafaela Campos et al. TUMORES CEREBRAIS EM ADULTOS JOVENS: AVALIAÇÃO CLÍNICA E TRATAMENTO. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 4, p. 132-142, 2024.