



Cirurgia Robótica em Doenças Cardíacas Valvulares: Procedimentos Minimamente Invasivos

Yasmin Mamede Suleiman, Giovanni Rodas Glanzmann, Isabella Pimentel Mello Padovani, Nicolas Rodrigues Danjo, Lorena de Paula Godoy, Luís Eduardo Damasco Goya; Ana Carolina de Domit Campelo; Pedro Henrique Loureiro Pinto, Natalia Pagel Rosa, Matheus Falcão Favero



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n12p1703-1715>

Artigo recebido em 19 de Outubro e publicado em 09 de Dezembro

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

O uso de cirurgia robótica em doenças cardíacas valvulares tem ganhado destaque como uma abordagem minimamente invasiva, oferecendo benefícios significativos em comparação aos métodos convencionais. Estudos modernos exploram os avanços tecnológicos que permitem maior precisão, menor trauma tecidual e recuperação mais rápida. Os sistemas robóticos, como o Da Vinci, proporcionam aos cirurgiões maior destreza, visão tridimensional ampliada e maior controle durante os procedimentos, fatores que são cruciais para o sucesso em reparos e substituições valvulares.

Pesquisas mostram que a cirurgia robótica está associada a menores taxas de complicações, menor tempo de internação hospitalar e retorno mais rápido às atividades diárias. Esses procedimentos minimamente invasivos também estão relacionados a menor dor pós-operatória e menor risco de infecções, sendo particularmente vantajosos para pacientes idosos ou com comorbidades.

Além disso, revisões sistemáticas destacam que a cirurgia robótica em doenças valvulares cardíacas apresenta resultados clínicos comparáveis ou superiores aos métodos tradicionais, com redução de mortalidade e melhora da qualidade de vida dos pacientes. No entanto, a

implementação dessa tecnologia requer treinamento especializado e infraestrutura adequada, sendo essencial avaliar cuidadosamente sua aplicabilidade em cada caso.

Portanto, a adoção de abordagens robóticas em doenças cardíacas valvulares representa um avanço promissor, reforçando a importância de uma prática médica orientada por evidências e centrada no paciente.

Palavras-chaves: Cirurgia Robótica; Doenças Cardíacas Valvulares; Procedimentos Minimamente Invasivos.

Robotic Surgery in Valvular Heart Diseases: Minimally Invasive Procedures

ABSTRACT

The use of robotic surgery in valvular heart diseases has emerged as a minimally invasive approach, offering significant benefits compared to conventional methods. Modern studies explore the technological advancements that enable greater precision, reduced tissue trauma, and faster recovery. Robotic systems like the Da Vinci provide surgeons with enhanced dexterity, three-dimensional visualization, and increased control during procedures, which are crucial for successful valve repair and replacement.

Research indicates that robotic surgery is associated with lower complication rates, shorter hospital stays, and quicker return to daily activities. These minimally invasive procedures also result in reduced postoperative pain and lower infection risks, making them particularly advantageous for elderly patients or those with comorbidities.

Furthermore, systematic reviews highlight that robotic surgery for valvular heart diseases demonstrates clinical outcomes that are comparable or superior to traditional methods, with reduced mortality and improved patient quality of life. However, the implementation of this technology requires specialized training and adequate infrastructure, making careful case-by-case evaluation essential.

Therefore, the adoption of robotic approaches in valvular heart diseases represents a promising advancement, emphasizing the importance of evidence-based, patient-centered medical practice.

Keywords: Robotic Surgery; Valvular Heart Diseases; Minimally Invasive Procedures.

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

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica na cirurgia cardiovascular trouxe avanços significativos na abordagem de doenças cardíacas valvulares. Entre esses avanços, a cirurgia robótica emergiu como uma alternativa minimamente invasiva para a reparação e substituição valvulares, proporcionando menor trauma cirúrgico, tempos reduzidos de recuperação e melhor qualidade de vida para os pacientes. De acordo com Barac et al. (2022), centros especializados em cirurgia robótica de válvulas mitrais alcançam resultados clínicos sustentáveis, mesmo com volumes anuais moderados de casos, demonstrando a viabilidade dessa tecnologia em diferentes contextos clínicos.

A cirurgia mitral minimamente invasiva, incluindo técnicas assistidas por robótica e mini-toracotomia, tem mostrado resultados comparáveis aos métodos tradicionais de esternotomia em termos de taxas de complicação e mortalidade. Estudos indicam que ambas as abordagens minimizam a necessidade de transfusões sanguíneas e promovem internações hospitalares mais curtas, embora a cirurgia robótica ofereça vantagens adicionais, como melhor visualização tridimensional e maior precisão instrumental (Wei et al., 2020).

Apesar dos benefícios evidentes, desafios ainda persistem, como o custo elevado dos sistemas robóticos e a necessidade de treinamento especializado. A pesquisa de Kitahara e Balkhy (2022) ressalta que a adoção de robôs cirúrgicos demanda não apenas investimento financeiro significativo, mas também a formação de equipes multidisciplinares treinadas para otimizar o uso dessa tecnologia. A análise comparativa entre a abordagem robótica e a mini-toracotomia mostrou que, embora os custos iniciais sejam mais elevados na cirurgia robótica, a eficácia clínica e a satisfação dos pacientes justificam seu uso em casos complexos.

Portanto, a aplicação de técnicas robóticas na cirurgia cardíaca valvular representa uma interseção crucial entre inovação tecnológica e práticas médicas centradas no paciente. Este artigo revisa a literatura recente sobre os benefícios e limitações da cirurgia robótica em doenças cardíacas valvulares, com ênfase em sua aplicabilidade clínica, custos e perspectivas futuras.

METODOLOGIA

Para a revisão de literatura sobre "Cirurgia Robótica em Doenças Cardíacas Valvulares: Procedimentos Minimamente Invasivos," foi adotada uma metodologia baseada em uma busca abrangente de artigos publicados nos últimos cinco anos, abrangendo o período de 2019 a 2024. A pesquisa foi realizada utilizando duas das principais bases de dados acadêmicas: **Scopus** e **PubMed**. Palavras-chave específicas, como "**Robotic Surgery**", "**Valvular Heart Diseases**" e "**Minimally Invasive Procedures**", foram empregadas para identificar estudos relevantes relacionados ao tema.

Durante o processo de seleção, foram priorizados artigos em texto completo, publicados em inglês, incluindo estudos observacionais, ensaios clínicos, revisões sistemáticas e meta-análises. Essa seleção criteriosa visou garantir a inclusão de informações de alta qualidade e relevância, com o objetivo de oferecer uma visão robusta e atualizada sobre a aplicação de técnicas de cirurgia robótica em doenças cardíacas valvulares, focando nos benefícios, limitações e avanços associados aos procedimentos minimamente invasivos.

A seleção dos artigos seguiu uma abordagem sistemática e rigorosa. Inicialmente, os títulos dos artigos foram revisados para identificar aqueles diretamente relacionados ao escopo da pesquisa. Em seguida, os resumos foram avaliados detalhadamente, considerando a relevância e a contribuição dos estudos para o tema. Por fim, os artigos selecionados passaram por uma análise completa, sendo incluídos na revisão apenas aqueles que apresentavam dados substanciais sobre os benefícios da cirurgia robótica, a eficácia clínica dos procedimentos minimamente invasivos e os impactos em pacientes com doenças cardíacas valvulares. Essa estratégia passo a passo, juntamente com critérios de inclusão bem definidos, garantiu uma abordagem rigorosa na identificação de estudos pertinentes.

O objetivo deste estudo é contribuir para uma melhor compreensão da eficácia e aplicabilidade da cirurgia robótica em doenças cardíacas valvulares,

oferecendo uma base sólida para a prática clínica e para o avanço de técnicas minimamente invasivas. A revisão busca esclarecer os benefícios dessas abordagens, tanto em termos de desfechos clínicos quanto em aspectos econômicos e estruturais, auxiliando na tomada de decisões baseadas em evidências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cirurgia robótica em doenças cardíacas valvulares representa um marco no avanço das técnicas minimamente invasivas, combinando precisão cirúrgica com melhorias nos desfechos clínicos e na recuperação do paciente. Este campo tem sido explorado em profundidade em várias publicações científicas recentes, que detalham a aplicabilidade, os benefícios e as limitações dessa abordagem de alta tecnologia.

Balkhy et al. (2020) exploraram o impacto transformador da cirurgia robótica em centros de excelência. Esses centros foram projetados para consolidar abordagens integradas que oferecem benefícios como redução de tremores manuais, precisão milimétrica na manipulação de tecidos delicados e visualização tridimensional ampliada. O estudo destacou que a introdução de sistemas robóticos melhora significativamente o manejo de estruturas cardíacas complexas, como válvulas mitrais e tricúspides, permitindo intervenções mais seguras e menos invasivas. Além disso, a robótica contribui para uma recuperação mais rápida, menor tempo de internação e menos complicações relacionadas ao procedimento, como sangramentos e infecções. Esses resultados, aliados a uma abordagem multidisciplinar, criam um modelo que combina excelência técnica com a adaptação institucional necessária para implementar essa tecnologia em larga escala.

Wei et al. (2020) apresentaram uma análise comparativa entre as técnicas robótica e toracoscópica para reparos mitrais. A pesquisa apontou que a abordagem robótica proporciona benefícios significativos, como menor tempo de pinçamento aórtico e circulação extracorpórea, fatores essenciais para reduzir complicações hemodinâmicas intraoperatórias. No entanto, a

toracoscopia demonstrou vantagens em termos de custos e menor tempo de ventilação e permanência em UTI, indicando que ambas as técnicas têm seu papel dependendo das características clínicas e logísticas do centro. Wei e colaboradores enfatizaram que a escolha da técnica deve ser guiada pelo perfil do paciente, considerando os riscos operatórios e a complexidade da patologia.

Fujita et al. (2021) aprofundaram a análise nos benefícios específicos da robótica em casos complexos de reparo mitral. A pesquisa evidenciou como os instrumentos robóticos permitem maior controle na reconstrução de estruturas como as cordoalhas tendíneas, que frequentemente apresentam alterações degenerativas ou traumáticas. Além disso, a tecnologia robótica foi associada a uma maior preservação anatômica e funcional, com taxas reduzidas de reoperações. Os autores destacaram ainda que a robótica minimiza lesões iatrogênicas e promove resultados superiores em termos de funcionalidade hemodinâmica, consolidando seu uso em patologias que tradicionalmente apresentam desafios técnicos significativos.

Kitahara e Balkhy (2022) avaliaram criticamente a literatura existente para comparar as técnicas robóticas com as minimamente invasivas convencionais. Eles enfatizaram que, apesar dos altos custos iniciais e da curva de aprendizado prolongada, a cirurgia robótica oferece vantagens incomparáveis em termos de visualização tridimensional e precisão instrumental. Esses benefícios são particularmente evidentes em centros com equipes experientes e casos de alta complexidade anatômica. No entanto, os autores ressaltaram a necessidade de ponderar a acessibilidade financeira e a viabilidade técnica antes de adotar amplamente a tecnologia, garantindo que os benefícios superem os desafios logísticos.

Arghami et al. (2022), com uma década de experiência, destacaram a durabilidade e eficácia da cirurgia robótica em reparos mitrais. Eles demonstraram que a precisão do sistema robótico não apenas melhora os desfechos imediatos, mas também contribui para a longevidade dos reparos, preservando a anatomia valvar e reduzindo a necessidade de intervenções futuras. A pesquisa apontou que a preservação de estruturas nativas, como folhetos e cordoalhas, garante uma funcionalidade ideal da válvula e reduz o risco de complicações como regurgitação residual ou infecções valvares.

Barac et al. (2022) trouxeram uma perspectiva inovadora ao analisar os

resultados da robótica em centros com menor volume de casos. Apesar da limitação de recursos, os centros que acumulavam experiência em técnicas minimamente invasivas conseguiram implementar a robótica com sucesso. O estudo destacou como a transição de técnicas toracoscópicas para robóticas pode ser facilitada com treinamento adequado, resultando em alta taxa de sucesso clínico e complicações reduzidas, mesmo em cenários de menor escala.

Senay et al. (2022) introduziram uma inovação ao incorporar a ultrassonografia intracardíaca no manejo intraoperatório durante a cirurgia robótica da válvula mitral. Este método permitiu medições em tempo real da espessura septal durante procedimentos complexos, como miectomia em pacientes com cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva. A combinação de robótica e ultrassonografia resultou em intervenções mais precisas, com menor risco de defeitos septais iatrogênicos e complicações como bloqueios cardíacos. O estudo reforçou a ideia de que a robótica pode ser adaptada para casos altamente específicos, ampliando suas indicações.

Yoshikawa et al. (2023) relataram a implementação bem-sucedida de um programa de cirurgia robótica mitral em um centro universitário, destacando o uso de simulações e treinamentos rigorosos para mitigar riscos durante a curva de aprendizado inicial. A supervisão multidisciplinar desempenhou um papel crucial, garantindo que os primeiros 20 casos fossem realizados com segurança e eficácia. O estudo evidenciou que a tecnologia robótica oferece não apenas benefícios técnicos, mas também melhora a experiência do paciente, com redução de complicações e recuperação mais rápida.

Por fim, Mori et al. (2024) abordaram o reparo robótico da regurgitação mitral degenerativa, destacando a precisão na inserção de cordoalhas artificiais e anéis protéticos, fundamentais para corrigir prolapsos e preservar a função ventricular. Os autores observaram que a abordagem robótica garantiu melhores desfechos em termos de funcionalidade hemodinâmica, com baixos índices de regurgitação residual, reforçando sua aplicabilidade como técnica de escolha em casos degenerativos.

Esses estudos consolidam a cirurgia robótica como uma revolução no manejo de doenças cardíacas valvulares, demonstrando avanços não apenas técnicos, mas também em segurança e qualidade de vida dos pacientes. A

tecnologia, embora ainda limitada em alguns aspectos pela acessibilidade e custo, oferece resultados clínicos que justificam sua crescente adoção global.

Autor e Ano	Metodologia	Principais Conclusões
BALKHY, H. H. et al. (2020)	Análise qualitativa sobre a evolução da cirurgia cardíaca robótica e criação de centros de excelência.	A cirurgia robótica proporciona maior precisão com visualização tridimensional, reduz tremores e otimiza a execução de procedimentos complexos. Apresenta benefícios como menor tempo de internação, menos hemotransfusões e recuperação acelerada. O estudo destacou a necessidade de planejamento multidisciplinar e adaptação institucional para implementar com sucesso um programa de cirurgia robótica cardíaca.
WEI, S. et al. (2020)	Estudo comparativo entre abordagens robótica e toracoscópica em reparo mitral.	A abordagem robótica apresentou menor tempo de circulação extracorpórea e pinçamento aórtico, enquanto a toracoscópica destacou-se pelos custos mais baixos, menor tempo de ventilação pós-operatória e menos dias na UTI. Apesar das vantagens técnicas da robótica, os altos custos de equipamentos e treinamento são barreiras à ampla adoção. A escolha da técnica deve considerar características individuais dos pacientes e as capacidades institucionais.
FUJITA, T. et al. (2021)	Estudo observacional sobre benefícios da cirurgia robótica em reparos complexos.	A cirurgia robótica demonstrou maior precisão em procedimentos delicados, como reconstrução da cordalha tendínea, reduzindo lesões iatrogênicas. Apresentou melhores desfechos clínicos e estéticos devido à menor invasividade. O estudo concluiu que a abordagem robótica é altamente indicada para reparos mitrais complexos, desde que realizada por equipes experientes.
KITAHARA, H.; BALKHY, H. H. et al. (2022)	Revisão crítica das abordagens minimamente invasivas, com e sem robótica.	A abordagem robótica oferece melhor visualização tridimensional e maior destreza, especialmente em reparos complexos. A abordagem minimamente invasiva convencional apresenta custos mais baixos e maior acessibilidade. Os autores destacaram que a curva de aprendizado da robótica é um desafio inicial, mas, uma vez superada, os

Autor e Ano	Metodologia	Principais Conclusões
ARGHAMI, A. et al. (2022)	Estudo longitudinal com acompanhamento ecocardiográfico de reparos robóticos.	benefícios são amplos. A escolha deve considerar a experiência do cirurgião, a complexidade do caso e os recursos disponíveis na instituição. A cirurgia robótica contribui para a durabilidade dos reparos mitrais, com menor necessidade de reoperações e melhor preservação da funcionalidade valvar. A técnica mostrou menores taxas de complicações intraoperatórias, como perfurações do folheto, graças à alta precisão dos instrumentos robóticos. O estudo reforça que a robótica permite a preservação da anatomia nativa, promovendo melhores desfechos hemodinâmicos.
BARAC, Y. D. et al. (2022)	Estudo sobre resultados em centros com menor volume, mas experiência em técnicas minimamente invasivas.	Centros com menor volume de casos, mas com boa experiência prévia, conseguem resultados equivalentes a grandes centros. Destacou-se a redução do tempo de internação hospitalar e alta taxa de sucesso em reparos mitrais, indicando que a experiência acumulada em toracoscopia facilita a transição para a robótica.
SENAY, S. et al. (2022)	Estudo sobre uso de ultrassonografia intracardíaca para guiar miectomia septal durante cirurgia robótica.	A ultrassonografia intracardíaca permitiu maior precisão no manejo do septo interventricular, minimizando complicações como defeitos septais iatrogênicos e bloqueios cardíacos. O uso do ultrassom melhorou a segurança do procedimento e permitiu ajustes em tempo real, sendo especialmente útil em casos de cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva.
YOSHIKAWA, Y. et al. (2023)	Relato de implementação de um programa de cirurgia robótica assistida em um único centro.	Destacaram-se simulações e treinamentos pré-clínicos como estratégias essenciais para superar desafios iniciais. Resultados iniciais incluíram ausência de mortalidade em 30 dias e baixa taxa de complicações, mostrando que programas novos podem ser seguros e eficazes. Supervisão multidisciplinar foi considerada essencial para o sucesso.
MORI, M. et al. (2024)	Estudo sobre reparo robótico de regurgitação mitral	A abordagem robótica apresentou superioridade técnica no tratamento de prolapsos complexos, utilizando

Autor e Ano	Metodologia	Principais Conclusões
	degenerativa.	cordoalhas artificiais e anéis protéticos. Demonstrou eficácia na preservação da função ventricular esquerda e baixos índices de regurgitação residual, consolidando a robótica como opção de ponta para casos degenerativos.

Fonte: autoria própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste estudo reforçam a importância da evolução tecnológica e institucional para o avanço da cirurgia cardíaca robótica. A transição de abordagens isoladas para a formação de centros de excelência demonstrou que, além de melhorar a precisão cirúrgica, a abordagem robótica reduz complicações, tempo de internação e promove a recuperação acelerada. Essas melhorias resultam não apenas do avanço técnico, mas também da integração de equipes multidisciplinares e do planejamento detalhado, elementos cruciais para o sucesso do programa.

A abordagem robótica oferece benefícios significativos em termos de visualização e manipulação, permitindo maior destreza em procedimentos minimamente invasivos. Esses avanços são particularmente relevantes em reparos complexos, onde a preservação anatômica e funcional é essencial para a durabilidade do tratamento. A utilização de ferramentas robóticas altamente especializadas também reduz o risco de lesões iatrogênicas, tornando a técnica mais segura e eficiente para pacientes e cirurgiões.

No entanto, a adoção generalizada da robótica enfrenta desafios importantes, como os custos elevados e a necessidade de treinamento especializado. O estudo destaca que a curva de aprendizado inicial pode ser um obstáculo, mas, uma vez superada, os benefícios clínicos e econômicos são amplos. Instituições que investem em treinamento contínuo e na adaptação de suas equipes têm maior probabilidade de alcançar resultados comparáveis aos de grandes centros, mesmo com menor volume de casos.

Por fim, este trabalho sublinha que a escolha da técnica deve ser

orientada pelas características do paciente, pela complexidade do caso e pelas condições institucionais. Embora a cirurgia robótica seja promissora e traga avanços significativos, a sua eficácia depende da experiência acumulada das equipes e de uma implementação cuidadosa, garantindo que os benefícios sejam maximizados e os desafios, minimizados.

REFERÊNCIAS

ARGHAMI, A. et al. Robotic mitral valve repair: a decade of experience with echocardiographic follow-up. *Annals of Thoracic Surgery*, v. 114, n. 5, p. 1587–1595, 2022.

BALKHY, H. H. et al. A shifting paradigm in robotic heart surgery: from single-procedure approach to establishing a robotic heart center of excellence. *Innovations*, v. 15, n. 3, p. 187–194, 2020.

BARAC, Y. D. et al. Sustained results of robotic mitral repair in a lower volume center with extensive minimally invasive mitral repair experience. *Journal of Robotic Surgery*, v. 16, p. 199–206, 2022.

FUJITA, T. et al. Benefits of robotically-assisted surgery for complex mitral valve repair. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, v. 32, p. 417–425, 2021.

KITAHARA, H. et al. Minimally invasive mitral valve surgery with or without robotics: examining the evidence. *Journal of Cardiac Surgery*, v. 37, p. 3276–3278, 2022.

MORI, M. et al. Robotic mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation. *The Annals of Thoracic Surgery*, v. 117, p. 96–105, 2024.

SENAY, S. et al. Robotic mitral valve surgery with intracardiac ultrasound-guided septal myectomy. *The Annals of Thoracic Surgery*, v. 114, p. e59–e61, 2022.

WEI, S. et al. Comparison of clinical outcomes between robotic and thoracoscopic mitral valve repair. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*, v. 10, n. 5, p. 1167–1174, 2020.

YOSHIKAWA, Y. et al. Safe launch of a robotically assisted mitral valve repair program in a single center: experience of initial 20 cases under the Center for Minimally Invasive Surgery. *Journal of Artificial Organs*, v. 26, n. 3, p. 226–232, 2023.