REVISTA ELETRÔNICA
Acervo MÉDICO
ISSN 2764-0485

Avanços e benefícios da cirurgia robótica nas valvopatias: uma revisão integrativa comparativa com a abordagem convencional

Advances and benefits of robotic surgery for valvular heart disease: an integrative review comparative with the conventional approach

Avances y beneficios de la cirugía robótica para la enfermedad cardíaca valvular: una revisión integrativa comparativa con el enfoque convencional

Giovanna de Lima Araujo[1], Sofia Santos Rosa Macêdo[1], Valentina Miranda Nogueira[1], Sarah Bernardes Chaves[1], João de Sousa Pinheiro Barbosa[1].

RESUMO

Objetivo: Analisar e comparar a eficácia da cirurgia robótica e da cirurgia tradicional no reparo de lesões valvares, destacando avanços e benefícios de cada abordagem. **Métodos:** Realizou-se uma revisão integrativa da literatura, com abordagem qualitativa, contemplando publicações dos últimos cinco anos. As bases de dados utilizadas foram PubMed e Scopus, com os descritores “robotic surgery”, “heart valve”, “heart valve diseases”, “surgery” e “robotic surgical procedures”, combinados por operadores booleanos AND e OR. **Resultados:** A cirurgia robótica mitral demonstrou alta taxa de sucesso, baixos índices de complicações e raras conversões para cirurgia aberta. Os pacientes apresentaram menor trauma cirúrgico, recuperação mais rápida, melhores resultados estéticos e retorno precoce às atividades. Apesar do maior tempo operatório inicial, a curva de aprendizado foi rápida. A técnica mostrou-se segura e eficaz, inclusive em casos complexos, desde que realizada por equipe especializada e com adequada seleção de pacientes. **Considerações finais:** A cirurgia robótica em valvopatias é uma alternativa minimamente invasiva segura e eficaz à esternotomia tradicional, com bons resultados em centros especializados. No entanto, sua aplicação requer critérios rigorosos de seleção e estudos adicionais para comprovação da eficácia e segurança a longo prazo.

Palavras-chave: Cirurgia robótica, Reparo valvar, Valvopatias, Cirurgia tradicional.

ABSTRACT

Objective: To analyze and compare the effectiveness of robotic surgery and traditional surgery in the repair of valve lesions, highlighting advances and benefits of each approach. **Methods:** An integrative literature review was conducted, with a qualitative approach, including publications from the last five years. The databases used were PubMed and Scopus, with the descriptors “robotic surgery”, “heart valve”, “heart valve diseases”, “surgery” and “robotic surgical procedures”, combined by Boolean operators AND and OR. **Results:** Robotic mitral surgery demonstrated a high success rate, low complication rates and rare conversions to open surgery. Patients presented less surgical trauma, faster recovery, better aesthetic results and early return to activities. Despite the longer initial operative time, the learning curve was rapid. The technique proved to be safe and effective, even in complex cases, as long as it was performed by a specialized team and with adequate patient selection. **Final considerations:** Robotic surgery for valvular heart disease is a safe and effective minimally invasive alternative to traditional sternotomy, with good results in specialized centers. However, its application requires rigorous selection criteria and additional studies to demonstrate long-term efficacy and safety.

Keywords: Robotic surgery, Valve repair, Valvular heart disease, Traditional surgery.

RESUMEN

Objetivo: Analizar y comparar la efectividad de la cirugía robótica y la cirugía tradicional en la reparación de lesiones valvulares, destacando los avances y beneficios de cada enfoque. **Métodos:** Se realizó una revisión integradora de la literatura, con enfoque cualitativo, abarcando publicaciones de los últimos cinco años. Las bases de datos utilizadas fueron PubMed y Scopus, con los descriptores “cirugía robótica”,

[1] Centro Universitário de Brasília (CEUB), Brasília - DF.

SUBMETIDO EM: 6/2025 | **ACEITO EM: 7/2025** | **PUBLICADO EM: 9/2025**

"válvula cardíaca", "enfermedades de las válvulas cardíacas", "cirugía" y "procedimientos quirúrgicos robóticos", combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. **Resultados:** La cirugía robótica de la válvula mitral demostró una alta tasa de éxito, bajas tasas de complicaciones y raras conversiones a cirugía abierta. Los pacientes experimentaron menos trauma quirúrgico, una recuperación más rápida, mejores resultados estéticos y un retorno más temprano a las actividades. A pesar del tiempo operatorio inicial más largo, la curva de aprendizaje fue rápida. La técnica ha demostrado ser segura y eficaz, incluso en casos complejos, siempre que sea realizada por un equipo especializado y con una adecuada selección de pacientes. **Consideraciones finales:** La cirugía robótica para la enfermedad cardíaca valvular es una alternativa mínimamente invasiva segura y efectiva a la esternotomía tradicional, con buenos resultados en centros especializados. Sin embargo, su aplicación requiere criterios de selección estrictos y estudios adicionales para demostrar su eficacia y seguridad a largo plazo.

Palabras clave: Cirugía robótica, Reparación de válvulas, Enfermedad cardíaca valvular, Cirugía tradicional.

INTRODUÇÃO

A cirurgia robótica tem se consolidado como uma abordagem inovadora e eficaz no tratamento de diversas patologias, incluindo as valvopatias (MOREIRA LC, et al., 2023). Com o avanço tecnológico, a robótica tem permitido uma maior precisão cirúrgica, menor invasividade, redução do tempo de recuperação e melhor visualização do campo operatório, características que são essenciais para o sucesso das intervenções. A aplicação da robótica na cirurgia cardíaca tem sido amplamente estudada e comparada com as técnicas convencionais, evidenciando não apenas os benefícios, mas também os desafios, como o custo elevado e a necessidade de treinamento especializado. Embora a cirurgia tradicional ainda seja amplamente utilizada, a robótica tem se destacado por suas vantagens, especialmente em pacientes com condições complexas (LIMA LSR, et al., 2024).

Diante disso, é importante realizar uma análise sobre os avanços, benefícios e limitações de cada abordagem, a fim de fornecer uma compreensão mais clara e embasada das opções disponíveis no tratamento das valvopatias. Portanto, a robótica tem promovido não apenas inovações técnicas, mas também um aprimoramento significativo na segurança do paciente, além de um impacto positivo no prognóstico pós-operatório (TOQUETON TR, et al., 2023). Nesse contexto, diversos estudos têm demonstrado que a cirurgia robótica, quando aplicada às valvopatias, pode proporcionar taxas mais elevadas de preservação valvar e menor incidência de complicações pós-operatórias em comparação com abordagens abertas ou minimamente invasivas convencionais. Tais resultados são atribuídos à visualização tridimensional ampliada, aos instrumentos articulados e à ergonomia do sistema robótico, que conferem ao cirurgião maior controle e precisão em estruturas anatômicas delicadas, como as válvulas cardíacas (CHITWOOD JR, 2019). Esses avanços tecnológicos têm sido especialmente relevantes em procedimentos como a reparação da válvula mitral, onde a anatomia complexa demanda extrema precisão.

Além disso, a cirurgia robótica tem contribuído significativamente para a redução do tempo de internação hospitalar, menor necessidade de transfusões sanguíneas e recuperação mais rápida, promovendo um impacto direto na qualidade de vida do paciente e na eficiência dos serviços de saúde. No entanto, a ampla implementação dessa tecnologia ainda enfrenta barreiras importantes, como o alto custo dos equipamentos e a necessidade de infraestrutura especializada. Conforme destacado por Bramhe S e Pathak SS (2022), o sucesso da cirurgia robótica depende não apenas da tecnologia em si, mas também de um programa robusto de treinamento contínuo e da integração multidisciplinar entre equipes cirúrgicas e hospitalares.

MÉTODOS

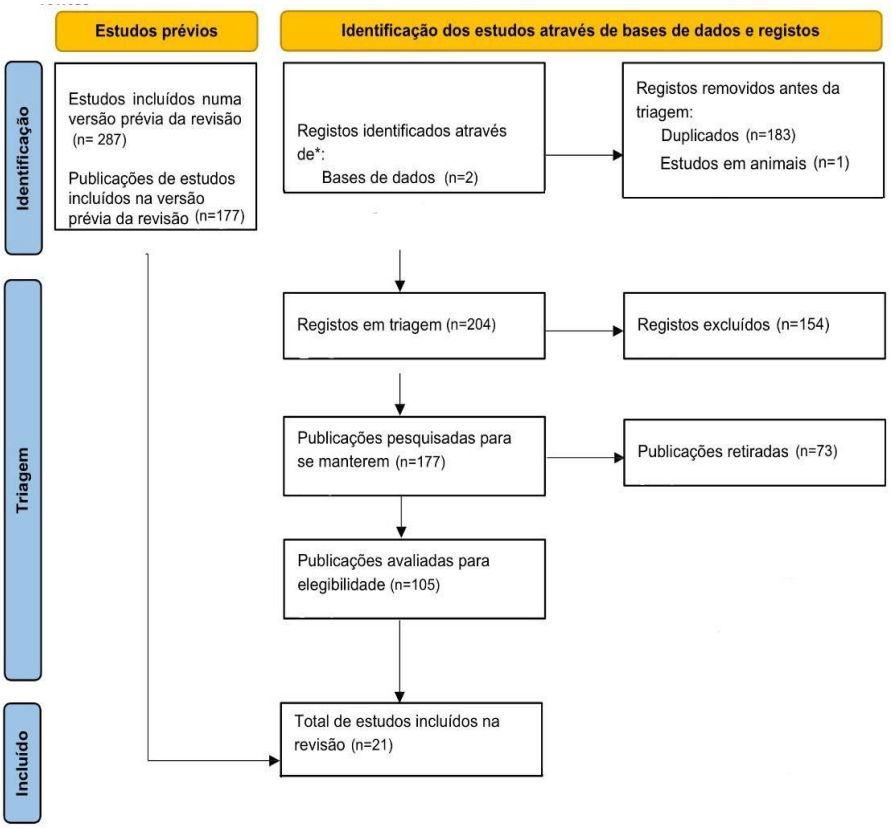
Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, método que possibilita a síntese de resultados de pesquisas empíricas e teóricas relevantes sobre um tema específico, permitindo a definição de conceitos, a identificação de lacunas no conhecimento, a revisão de teorias e a análise crítica de métodos utilizados nos estudos incluídos. A natureza integrativa da revisão permite combinar estudos com diferentes abordagens metodológicas, ampliando o alcance e a profundidade da análise. O processo seguiu as seis etapas propostas por Souza MT, et al. (2010): Identificação do tema e formulação da pergunta de pesquisa; Estabelecimento dos critérios de inclusão e de exclusão e definição da estratégia de busca; Seleção das

bases de da dos e coleta dos estudos; Extração dos dados; Análise e interpretação dos dados; Apresentação dos resultados. A abordagem adotada foi qualitativa, com recorte temporal de cinco anos, incluindo publicações entre janeiro de 2020 e abril de 2025. A pergunta norteadora da revisão foi: "A cirurgia robótica é mais eficiente para o reparo de lesões nas valvas cardíacas do que a cirurgia tradicional?"

Para guiar a estratégia de busca e a extração dos dados, foi utilizada a estrutura PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome), onde: P (População): Pacientes com lesões em valvas cardíacas, especialmente mitrais; I (Intervenção): Cirurgia robótica para reparo valvar; C (Comparação): Cirurgia tradicional (esternotomia ou minimamente invasiva); O (Desfecho): Eficiência da cirurgia robótica em comparação à abordagem convencional. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed e Scopus, utilizando os seguintes Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH): *"robotic surgery", "heart valve", "heart valve diseases", "surgery", "robotic surgical procedures"*. Os descritores foram combinados com os operadores booleanos AND e OR para maximizar a sensibilidade e especificidade da busca.

Os critérios de inclusão foram: artigos originais publicados entre 2020 e abril de 2025; que são publicações em português, inglês ou espanhol, sendo que são estudos que abordem diretamente a cirurgia robótica e tradicional em valvas cardíacas. Os critérios de exclusão incluíram: Revisões de literatura, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de curso; Artigos em idiomas diferentes dos especificados; Estudos que não abordem diretamente o tema da cirurgia valvar cardíaca ou que não sejam originais; Artigos que tratem exclusivamente de simulação realística, sem vínculo com o tema principal da revisão. A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas: leitura dos títulos e resumos para triagem inicial e, posteriormente, leitura na íntegra dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão. Para a análise dos estudos, foram extraídas as seguintes variáveis: autor(es) e principais achados. A classificação da qualidade metodológica dos estudos foi baseada nos níveis de evidência do Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, que variam de 1 (melhor evidência) a 5 (pior evidência). Os dados foram organizados em quadros e tabelas para facilitar a análise e discussão dos resultados.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.



Fonte: Araujo GL, et al., 2025.

RESULTADOS

Quadro 1 - Síntese dos principais achados sobre o desenvolvimento da cirurgia robótica nas valvopatias.

N	Autores (Ano)	Principais Achados
1	KAKUTA T, et al. (2020)	Avaliar a segurança e os resultados clínicos da cirurgia robótica da valva mitral. O reparo da válvula mitral assistida por robô foi viável, seguro e eficaz. A abordagem assistida por robô gera uma visão cirúrgica de alta qualidade e suturas sem tremores.
2	MUSUMECI F, et al. (2021)	Demonstra o reparo da válvula mitral usando o DaVinci Robot Xi através de uma abordagem transarreolar, mostrando os detalhes técnicos da técnica cirúrgica.
3	BARAC YD, et al. (2021)	Comparação de 5 anos, a abordagem robótica versus acesso à porta para o reparo mitral teve tempos mais longos de bombeamento e fixação. A morbidade perioperatória, a sobrevivência de 5 anos e a durabilidade do reparo de 5 anos foram semelhantes.
4	CHEMTOB RA, et al. (2022)	Em comparação com a esternotomia, os pacientes submetidos a cirurgia robótica tiveram menos fibrilação atrial de inserção recente, menos transfusões de glóbulos vermelhos e internação hospitalar mais curta. Não ocorreram mortes hospitalares, e a ocorrência de acidente vascular cerebral pós-operatório nos grupos de robótica e esternotomia foi semelhante.
5	FEIRER N, et al. (2022)	O MVR minimamente invasivo para a regurgitação mitral degenerativa é seguro, mostra excelentes resultados funcionais a longo prazo e está associado a baixa mortalidade perioperatória e tardia.
6	VARDAS PN, et al. (2024)	A cirurgia robótica de valva tricúspide reoperatória é uma alternativa segura e viável à esternotomia tradicional para patologias de valva tricúspide primárias e secundárias.
7	ORDE SR, et al. (2020)	Pacientes submetidos a MIMVr (a técnica minimamente invasiva assistida por robô) apresentaram melhor recuperação funcional do VD após um ano, embora sem retorno completo aos níveis pré-operatórios.
8	KLEPPER M, et al. (2022)	Dados indicam que é possível desenvolver um programa de reparo mitral robótico com segurança e eficácia. Após treinamento adequado, a técnica robótica permite a realização de reparos simples e complexos com resultados comparáveis aos da abordagem convencional, sem aumento de risco para os pacientes.
9	FUJITA T, et al. (2021)	O reparo robótico da valva mitral é aplicável a lesões mitrais mais complexas em comparação ao reparo minimamente invasivo por toracotomia direita. A cirurgia robótica mostrou-se viável para o reparo de lesões mitrais complexas, com excelentes resultados iniciais.
10	MURPHY DA, et al. (2024)	Segurança e sustentabilidade são fundamentais para o sucesso de um programa de válvula mitral robótica (VM), independentemente do estágio de desenvolvimento. Foi adotada uma abordagem sistêmica baseada na organização da sala cirúrgica como um microssistema, o que contribuiu para maior eficácia cirúrgica e baixíssimos índices de complicações.
11	NODA K, et al. (2023)	Este estudo avaliou a segurança e viabilidade da anuloplastia tricúspide robótica com suturas contínuas para tratar a regurgitação tricúspide (RT). Os resultados mostraram que o procedimento é seguro e viável, tanto isoladamente quanto em conjunto com o reparo mitral, promovendo melhora duradoura da RT e podendo prevenir readmissões por insuficiência cardíaca.
12	BOLCAL C, et al. (2022)	O estudo demonstrou que a cirurgia robótica da válvula mitral com o coração batendo é segura e eficaz em pacientes com contraindicação ao pinçamento áortico, apresentando bons resultados e baixa taxa de complicações.
13	RAO A, et al. (2022)	O estudo comparou a cirurgia mitral minimamente invasiva por abordagem endoscópica clássica e robótica em 124 pacientes pareados. Ambos os métodos mostraram resultados semelhantes em mortalidade e eficácia em 10 anos, com a técnica robótica apresentando maior tempo de circulação extracorpórea. Concluiu-se que ambas são seguras e eficazes para o reparo da valva mitral.

N	Autores (Ano)	Principais Achados
14	HUSEN T, et al. (2023)	Este artigo comparou as técnicas de cirurgia mitral convencional, minimamente invasiva e robótica, analisando 18 estudos com mais de 60.000 pacientes. A cirurgia robótica demonstrou menor tempo de internação hospitalar, menores taxas de infecção e mortalidade hospitalar em comparação à técnica convencional, embora apresentasse tempos operatórios mais longos. Apesar dos benefícios clínicos, o alto custo da cirurgia robótica pode limitar sua ampla adoção na prática clínica.
15	COMAS GM, et al. (2022)	Este relatório descreve dois casos de cirurgia robótica cardíaca complexa: o primeiro envolveu o reparo das válvulas mitral e tricúspide, e o segundo, a substituição da válvula aórtica com reparo mitral. A abordagem robótica permitiu realizar essas intervenções simultâneas com precisão e segurança, destacando-se como uma opção eficaz para o tratamento de múltiplas patologias valvares em um único procedimento.
16	DE GROOTE S, et al. (2024)	Este estudo investigou os desafios enfrentados na implementação global da cirurgia cardíaca assistida por robô, com foco em dispositivos como os desenvolvidos pelas empresas Medicaroid e SS Innovations. Por meio de entrevistas semiestruturadas com representantes dessas empresas, foram identificados três principais obstáculos: a complexidade técnica dos procedimentos, a curva de aprendizado acentuada e o elevado custo dos equipamentos. Ambas as empresas expressaram o compromisso de desenvolver alternativas mais acessíveis e aprimorar seus dispositivos com base no feedback médico.
17	SICIM H, et al. (2021)	O estudo comparou a troca de válvula mitral robótica e convencional em 130 pacientes. A técnica robótica teve maior tempo operatório, mas menor sangramento, menor uso de transfusões, ventilação mecânica e tempo de internação. Concluiu-se que é segura e eficaz no pós-operatório.
18	ZHAO H, et al. (2020)	O estudo comparou os desfechos de médio e longo prazo da troca de válvula mitral por via robótica e esternotomia. Foram analisados 47 pacientes em cada grupo, com dados retrospectivos e avaliação da qualidade de vida. A cirurgia robótica teve menos sangramento, menor tempo de ventilação e internação, melhor recuperação funcional e maior satisfação com a incisão. Concluiu-se que é uma técnica segura, menos invasiva e com recuperação mais rápida.
19	GULLU A, et al. (2023)	O estudo aborda as vantagens da cirurgia robótica na troca de válvula mitral, destacando sua precisão, menor trauma cirúrgico e melhor visualização do campo operatório. A técnica permite maior controle e estabilidade durante o procedimento, favorecendo resultados mais seguros e eficazes. Apesar da adoção lenta na cirurgia cardíaca, o método tem potencial elevado, especialmente com equipes bem treinadas.
20	LIU Z, et al. (2023)	O estudo avaliou a segurança e eficácia da cirurgia cardíaca robótica (RACS) em comparação à cirurgia aberta tradicional (TOHS), com 255 pacientes operados com o sistema Da Vinci e 736 por esternotomia. Foram analisados tempo cirúrgico, reoperações, internação na UTI, dias de hospitalização e retorno às atividades. Embora o tempo operatório tenha sido maior na RACS, os pacientes apresentaram menor permanência na UTI, alta mais rápida e retorno mais precoce à rotina. Concluiu-se que a técnica robótica é segura, eficaz e indicada para ampla aplicação clínica.
21	KITAHARA H, et al. (2024)	Este estudo retrospectivo analisou 550 pacientes submetidos à cirurgia endoscópica robótica da válvula mitral entre 2013 e 2024, dentro de um programa especializado. A maioria dos casos envolveu reparo valvar, com alta taxa de sucesso cirúrgico (95,9%) e baixa mortalidade (0,6%). O tempo médio de internação foi de 2,8 dias e 95% dos pacientes tiveram ausência ou traços mínimos de insuficiência mitral no pós-operatório. Concluiu-se que a técnica é viável, eficaz e segura em centros especializados.

Fonte: Araújo GL, et al., 2025.

DISCUSSÃO

A cirurgia robótica no reparo de lesões valvares cardíacas, especialmente da válvula mitral, representa um avanço significativo frente à abordagem tradicional, oferecendo benefícios técnicos e clínicos que vêm sendo amplamente demonstrados. Entre os principais diferenciais estão a maior precisão operatória, menor trauma cirúrgico e uma recuperação mais rápida para o paciente. Têm sido feitos cada vez mais estudos sobre o tema, que demonstram taxas elevadas de sucesso no reparo valvar robótico, com baixos índices de complicações e necessidade mínima de conversão para cirurgia aberta. A seguinte discussão tem como objetivo analisar esses estudos e compará-los, a fim de identificar os padrões de resultado e comprovar ou não a eficiência da cirurgia robótica no reparo de valvas cardíacas (adicionar uma citação).

Nessa perspectiva, foi realizado um estudo com 100 pacientes que passaram por reparo valvar robótico. O reparo foi completado com sucesso em todos os casos, com excelente controle da insuficiência mitral no pós-operatório (KAKUTA T, et al*.,* 2020). Da mesma forma, outro estudo com acesso transareolar também confirmou a segurança e eficácia da técnica, com baixa taxa de complicações e sem necessidade de esternotomia (MUSUMECI F, et al*.,* 2021).

Além disso, a curva de aprendizado da técnica robótica mostrou-se curta, com tempos cirúrgicos reduzidos, embora, em comparação com abordagens convencionais ou minimamente invasivas por acesso lateral (PORT), os tempos de circulação extracorpórea e clampeamento aórtico ainda sejam maiores. Apesar disso, os desfechos clínicos, como mortalidade, morbidade e durabilidade do reparo, mostraram-se equivalentes entre as abordagens, indicando que a técnica robótica mantém os padrões de qualidade a longo prazo (BARAC YD, et al., 2021). Com efeito, um estudo com mais de mil pacientes acompanhados por até 20 anos demonstrou excelentes taxas de sobrevida e baixa incidência de reoperações, reforçando a segurança da abordagem minimamente invasiva no tratamento da insuficiência mitral degenerativa (FEIRER N, et al., 2022).

Consoante a isso, outro estudo feito apresentou os resultados clínicos e ecocardiográficos de um reparo robótico da válvula mitral, realizado ao longo de 7 anos. Os pacientes foram divididos em dois grupos: o primeiro grupo foi operado entre março de 2012 e setembro de 2015, e o segundo grupo entre outubro de 2015 e outubro de 2019. Os resultados mostraram que o reparo mitral foi bem-sucedido em todos os casos, com ausência de mortalidade hospitalar. A taxa de reoperação mitral foi de 97,4%. As conclusões indicam que o desenvolvimento de um programa de reparo mitral robótico pode ser implementado de forma eficaz, sem comprometer a qualidade do reparo (KEPPLER, et al., 2022).

Outro aspecto a ser considerado é a cirurgia reoperatória para patologia isolada da válvula tricúspide (TV), que tradicionalmente está associada a altas taxas de morbidade e mortalidade. O estudo de Vardas PN, et al. (2024) utilizou dados de pacientes com cirurgia cardíaca prévia que passaram por cirurgia robótica de TV entre 2017 e 2022 e o objetivo principal foi avaliar a mortalidade em 30 dias. Os resultados indicaram que a cirurgia robótica para TV reoperatória é uma alternativa segura e viável à esternotomia tradicional, com morbidade e mortalidade aceitáveis, e uma redução na necessidade de marcapasso. Assim, a cirurgia robótica mostrou-se eficaz, com bons resultados iniciais pós-operatórios, com bom prognóstico a curto prazo.

Nesse sentido, é interessante comparar os resultados de pacientes submetidos à cirurgia de reparo da válvula mitral (VM), comparando a abordagem minimamente invasiva assistida por robô (MIMVr) com a abordagem tradicional de reparo da válvula mitral por esternotomia aberta (VMr). Esse estudo investiga a função do ventrículo direito (VD) nessas duas abordagens de reparação. Os resultados indicaram que a deformação da parede livre do VD diminuiu após a cirurgia de reparo da válvula mitral. No grupo MIMVr, a redução na deformação do VD foi menor em comparação ao grupo VMr, com uma diferença significativa. A recuperação foi mais pronunciada no grupo MIMVr, comparado com o grupo VMr. O tempo de bypass foi maior no grupo MIMVr em comparação ao grupo VMr. Em conclusão, a disfunção do VD é comum após a cirurgia de reparo da válvula mitral, mas a deterioração da função do VD é menos pronunciada na abordagem minimamente invasiva (MIMVr), com uma recuperação funcional mais rápida em 1 ano, embora não alcançando os níveis pré-operatórios (ORDE SR, et al., 2020).

De modo semelhante, o estudo conduzido por Sicim H , et al. (2021) comparou os desfechos pós-operatórios entre a substituição da válvula mitral por via robótica (r-MVR) e a técnica convencional com esternotomia (c-MVR) em pacientes com doença degenerativa da válvula mitral. Mostrou-se que embora a r-MVR tenha apresentado tempos mais longos de circulação extracorpórea e de clampeamento aórtico em comparação com a c-MVR, os pacientes do grupo robótico tiveram vantagens importantes no pós-operatório. A r-MVR resultou em menor volume de drenagem, menor necessidade de transfusão de concentrado de hemácias e tempo reduzido de ventilação mecânica. Além disso, o tempo de internação em UTI e o tempo total de hospitalização também foram menores no grupo robótico, quando comparados ao grupo convencional. Portanto, apesar do tempo operatório mais prolongado e da necessidade de tecnologia avançada e equipe treinada, a r-MVR é uma técnica segura, eficaz e promissora, oferecendo benefícios além de melhor resultado estético e maior conforto pós-operatório.

Por outro lado, alguns estudos não demonstraram diferenças significativas entre as duas abordagens. O estudo de Husen T, et al. (2023) comparou os resultados do reparo da válvula mitral por duas abordagens minimamente invasivas: a endoscópica clássica e a endoscópica robótica. Os principais achados indicaram que ambas as técnicas produziram resultados clínicos semelhantes, sem diferenças em termos de mortalidade, regurgitação mitral ou necessidade de substituição da válvula. Ademais, a taxa de acidente vascular cerebral (AVC) permanente em cirurgias minimamente invasivas foi baixa em ambos. Isso sugere que, embora a cirurgia robótica tenha uma maior duração de CEC, não há evidências de que isso leve a piores resultados clínicos ou de complicações em comparação à técnica clássica. Logo, os achados indicam que tanto a abordagem endoscópica clássica quanto a robótica são eficazes no reparo da válvula mitral, com resultados clínicos satisfatórios a curto prazo.

Além disso, o estudo realizado por Noda K, et al. (2023) avaliou a segurança e a viabilidade da anuloplastia tricúspide assistida por robô com suturas contínuas para tratar a regurgitação tricúspide (RT) secundária. Os resultados mostraram que a anuloplastia robótica foi realizada com sucesso em todos os casos, sem mortalidade hospitalar ou em 30 dias, e 96% dos pacientes não apresentaram complicações cirúrgicas graves. A gravidade da RT melhorou após a cirurgia. As taxas de ausência de insuficiência cardíaca foram de 98% e 95% após 1 e 2 anos, respectivamente. Em suma, a anuloplastia tricúspide robótica com suturas contínuas mostrou-se segura e eficaz, oferecendo uma melhoria sustentada na gravidade da RT e potencial para prevenir a readmissão por insuficiência cardíaca.

Nessa mesma perspectiva, o estudo conduzido por Kitahara H, et al. (2024) analisou os desfechos de um amplo programa de cirurgia cardíaca robótica totalmente endoscópica, com foco especial nas operações valvares mitrais. A taxa de mortalidade observada em 30 dias foi de 0,6%, bem abaixo da esperada. O tempo médio de internação hospitalar foi de apenas 2,8 dias. A taxa de sucesso cirúrgico da plastia mitral em 30 dias foi de 95,9%, e a taxa de sucesso do procedimento como um todo foi de 93,0%. O ecocardiograma pós-operatório revelou ausência ou apenas traço de refluxo mitral residual em 95% dos pacientes e refluxo leve em 5%. Em longo prazo, a taxa de liberdade de reoperação por recorrência da insuficiência mitral aos cinco anos foi de 95,7%. Os autores concluem que a cirurgia robótica endoscópica da valva mitral é tecnicamente viável e altamente eficaz quando realizada dentro de um programa estruturado e abrangente de cirurgia cardíaca robótica.

É fundamental elencar a eficácia do reparo robótico da válvula mitral (MVr) em lesões mais complexas, em comparação com o reparo minimamente invasivo tradicional por toracotomia direita (Mini-MVr). A maioria dos pacientes de ambos os grupos apresentavam etiologia degenerativa da doença mitral. A complexidade do reparo foi maior no grupo robótico, com mais pacientes submetidos a reparos mais complexos em comparação ao grupo de toracotomia.Entretanto, a taxa de reparo foi de 100% em ambos os grupos, sem mortalidade ou AVCs em nenhum dos casos. Além disso, o grupo robótico apresentou uma taxa mais alta de procedimentos concomitantes, e a regurgitação mitral residual pós-operatória foi mínima em ambos os grupos. O gradiente de pressão através da válvula mitral foi menor no grupo robótico. As conclusões indicam que a cirurgia robótica pode ser aplicada com sucesso em lesões mitrais mais complexas. A abordagem robótica, embora mais difícil do que a Mini-MVr, oferece vantagens na visualização e manipulação durante a cirurgia, o que pode facilitar a realização do procedimento (FUJITA T, et al., 2021).

Apesar da ampla gama de estudos que comprovaram a segurança e eficácia da abordagem robótica, ainda existem limitações. Nem todos os pacientes são elegíveis para cirurgia robótica devido a fatores anatômicos, como aterosclerose aorto ilíaca, diâmetro femoral inadequado ou calcificação mitral significativa. Isso exige criteriosa avaliação pré-operatória para garantir a segurança e eficácia do procedimento. Nesse sentido, o uso de algoritmos de triagem para selecionar pacientes ideais para cirurgia robótica tem se mostrado eficaz. Em um estudo com mais de mil pacientes, cerca de 60% foram considerados aptos para a técnica robótica, resultando em menor incidência de fibrilação atrial pós-operatória, menor necessidade de transfusão e menor tempo de internação hospitalar (CHEMTOB RA, et al., 2022).

Com efeito, o estudo de Rao A, et al. (2022) discute os avanços e limitações da cirurgia cardíaca robótica, especialmente em reoperações. Apesar dos benefícios da técnica minimamente invasiva, como menor risco de lesões a tecidos adjacentes e evitar resternotomia, há desafios em pacientes com cirurgias prévias ou anatomias complexas, frequentemente exigindo conversão para cirurgia aberta. A visualização tridimensional e a precisão dos instrumentos robóticos contribuem para um tempo de CEC reduzido e bons desfechos pós-operatórios. Contudo, a cirurgia robótica no coração batendo tem limitações importantes, como em casos de insuficiência aórtica grave ou aderências densas. O estudo conclui que, embora promissora em pacientes selecionados, a técnica requer mais pesquisas com amostras maiores para confirmação de sua eficácia e segurança a longo prazo.

Vale destacar também alguns estudos com enfoque nos sistemas de operação dos robôs, sendo o mais notável, o Sistema da Vinci. O artigo de Güllü AU, et al. (2023) descreveu a técnica cirúrgica da substituição da válvula mitral assistida por robótica, com foco na otimização dos resultados cirúrgicos por meio do uso do sistema da Vinci. Ficou evidente que a abordagem robótica representa o ápice das técnicas minimamente invasivas, oferecendo menor trauma cirúrgico e melhor visualização anatômica para o cirurgião, com movimentos mais precisos do que a mão humana, graças à rotação de 540° dos instrumentos robóticos. Entre os benefícios destacados estão a excelente exposição da válvula mitral, a supressão do tremor do cirurgião e a visualização tridimensional com capacidade de zoom. Além disso o tempo de circulação extracorpórea (CEC) e de clampeamento aórtico tende a se reduzir significativamente, tendo resultados superiores à cirurgia convencional em termos de perda sanguínea, infecções, necessidade de transfusão e tempo de permanência na UTI, com ausência de mortalidade perioperatória. A técnica exige, no entanto, uma sala operatória equipada com múltiplos dispositivos e uma equipe multidisciplinar altamente treinada.

Consoante a isso, o estudo conduzido por Zhao H, et al. (2020) comparou a substituição da válvula mitral realizada por cirurgia robótica assistida pelo sistema da Vinci com a abordagem tradicional por esternotomia mediana. Apesar dos desfechos elencaram tempos cirúrgicos mais longos para CEC e clampeamento aórtico, o grupo robótico teve melhores resultados no pós-operatório. Houve menor volume de drenagem, menor tempo em ventilação mecânica, menor permanência na UTI e menor tempo total de internação hospitalar. Quanto à qualidade de vida, os pacientes do grupo robótico apresentaram pontuações significativamente maiores tanto nos componentes físicos quanto mentais aos 30 dias de pós-operatório. Além disso, o tempo médio para retorno ao trabalho foi significativamente menor nesse grupo em comparação com o grupo de esternotomia. Logo, a cirurgia robótica mitral, além de ser segura e eficaz, proporciona menor agressão cirúrgica, melhor recuperação funcional precoce, superior satisfação estética e melhor qualidade de vida no curto prazo, consolidando-se como uma alternativa viável e promissora à esternotomia tradicional.

Ainda nesse mesmo contexto, o estudo publicado por Liu Z, et al. (2023) avaliou a segurança e a eficácia da cirurgia cardíaca assistida por robô (robot-assisted cardiac surgery, RACS), comparando-a com a cirurgia cardíaca aberta tradicional (traditional open heart surgery, TOHS). Na comparação entre os grupos, os pacientes submetidos à RACS apresentaram menores tempos médios de circulação extracorpórea e clampeamento aórtico em diversas intervenções quando comparados aos procedimentos toracoscópicos convencionais. Em relação à recuperação, os dados mostraram que pacientes operados por via robótica retornaram significativamente mais cedo às atividades cotidianas. Adicionalmente, destacaram-se vantagens anatômicas e técnicas do sistema robótico da Vinci, como maior destreza dos instrumentos,

supressão de tremores, visão 3D ampliada e menor risco de lesão miocárdica ou vascular em espaços torácicos restritos. Conclui-se que a cirurgia cardíaca assistida por robô é uma técnica promissora, segura e eficaz, que promove recuperação mais rápida, menos dor, menor tempo hospitalar e melhores desfechos pós-operatórios, configurando-se como uma tendência relevante na evolução da cirurgia cardíaca minimamente invasiva.

Ademais, um estudo foi realizado com dois pacientes sendo o primeiro um choque cardiogênico, com folheto mitral posterior instável, regurgitação mitral grave, regurgitação tricúspide grave, fibrilação atrial persistente e fração de ejeção reduzida de 20%. O segundo tinha insuficiência aórtica sintomática grave e insuficiência mitral primária moderada a grave, além de fibrilação atrial persistente e outros problemas cardíacos. Ambos os pacientes foram indicados para cirurgias robóticas de válvula dupla após avaliação de uma equipe multidisciplinar especializada. O sistema robótico Da Vinci Xi foi utilizado permitindo a realização dos reparos nas válvulas mitral e tricúspide. Como conclusão aos resultados dos procedimentos, mostrou-se evidente o avanço da cirurgia cardíaca assistida por robótica na realização de procedimentos mais complexos de forma segura e eficaz, especialmente com a introdução de múltiplos procedimentos simultâneos. Além disso, a abordagem robótica tem se mostrado eficaz para pacientes de baixo e intermediário risco, tornando-se a técnica preferencial para pacientes com doenças valvulares complexas e necessidade de procedimentos simultâneos (COMAS GM, et al., 2022).

Por fim, o estudo conduzido por Bolcal C, et al. (2022) envolveu 14 pacientes com histórico de cirurgias cardíacas, a maioria com estenose mitral reumática e insuficiência mitral. Os resultados pós-operatórios mostraram uma única morte hospitalar devido a falência múltipla de órgãos, com complicações menores em alguns casos. O acompanhamento revelou que a maioria dos pacientes manteve ritmo sinusal e não teve eventos vasculares ou embolias. O tempo médio de acompanhamento foi de 26,2 meses. O estudo destaca as dificuldades da cirurgia robótica em pacientes com aorta calcificada e adesões pericárdicas. A cirurgia em coração batendo foi preferida por reduzir riscos de isquemia e consumo excessivo de energia miocárdica. O uso do sistema robótico Da Vinci proporcionou boa visualização e maior precisão nos procedimentos. Os resultados sugerem que a cirurgia robótica em coração batendo é viável para pacientes selecionados, mas mais estudos são necessários para confirmar esses achados.

No que diz respeito a desenvolvimentos tecnológicos, as evoluções implantadas aos robôs em cirurgias cardíacas exige constante otimização e um diálogo contínuo com os médicos para garantir que as atualizações atendam às suas necessidades. Entre os avanços mais recentes de duas empresas, Medicaroid e SS Innovations, está a implementação de instrumentos específicos para a cirurgia cardíaca, como ferramentas para revascularização do miocárdio e reparo de válvulas. Além disso, há planos para firmar parcerias com cardiologistas para integrar tecnologias com o objetivo de oferecer opções de tratamento mais eficazes e inovadoras para os pacientes. Esse movimento é impulsionado não apenas pelas evidências clínicas favoráveis ao uso de robôs na cirurgia, mas também pela necessidade de oferecer soluções mais acessíveis, especialmente em mercados asiáticos e países de baixa renda. Dessa forma, fica evidente que as tecnologias e técnicas cirúrgicas robóticas estão em constante evolução e são extremamente promissoras (DE GROOTE S, et al., 2024).

Nessa perspectiva, Murphy DA, et al. (2024) objetivou avaliar a segurança e sustentabilidade de um programa de válvula mitral robótica (VM) por meio de uma abordagem sistêmica. A principal estratégia envolveu a criação de uma sala de cirurgia robótica dedicada, organizada como um "microssistema" com foco em treinamento da equipe, ergonomia, ferramentas digitais e cultura de segurança.Os resultados mostraram 92,7% dos pacientes apresentando ausência de regurgitação residual pós-operatória. A mortalidade foi extremamente baixa. Além disso, a ocorrência de acidente vascular cerebral (AVC) foi também quase insignificante, e um paciente desenvolveu insuficiência renal transitória. As conclusões indicam que a organização da sala de cirurgia robótica como um microssistema contribui para a eficácia cirúrgica e a redução das taxas de morbidade e mortalidade.

Portanto, a cirurgia robótica no reparo de lesões valvares cardíacas, sobretudo da válvula mitral, tem se consolidado como uma abordagem tecnicamente viável, segura e eficaz, com resultados clínicos que, em muitos casos, superam os da cirurgia tradicional. Os dados analisados demonstram não apenas altas taxas de sucesso cirúrgico e baixa mortalidade, mas também vantagens importantes no pós-operatório,

como menor tempo de internação, menor necessidade de transfusões e recuperação funcional mais rápida. Apesar de alguns desafios técnicos, como o tempo operatório prolongado e a necessidade de equipes especializadas, a robótica se destaca por sua precisão, menor agressividade cirúrgica e maior conforto ao paciente. Contudo, a seleção criteriosa de pacientes e a padronização de programas cirúrgicos são fundamentais para garantir os melhores desfechos. Diante disso, a cirurgia robótica representa uma evolução significativa e promissora no tratamento das valvopatias, merecendo expansão progressiva e contínua investigação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cirurgia robótica para reparar valvar tem se mostrado uma opção segura e eficaz, oferecendo resultados mais vantajosos quando comparados às técnicas tradicionais. A técnica minimamente invasiva assistida por robô proporciona maior precisão, visibilidade e controle durante o procedimento, resultando em menor trauma cirúrgico, menos complicações, como fibrilação atrial e transfusões, além de um tempo de recuperação mais rápido. Estudos de longo prazo indicam que os resultados funcionais, como sobrevida e durabilidade do reparo, são semelhantes aos obtidos com a esternotomia. Além disso, a cirurgia robótica tem mostrado eficácia notável em casos mais complexos de lesões valvares. Embora o custo e a curva de aprendizado sejam desafios a serem superados, os avanços na tecnologia e a formação especializada das equipes tornam a cirurgia robótica uma alternativa promissora para o futuro da cirurgia cardíaca, com um impacto positivo significativo na qualidade de vida dos paciente.

REFERÊNCIAS

1. BARAC YD, et al. Reparo mitral robótico versus acesso à porta: uma análise do escore de propensão.
2. Journal of Cardiac Surgery, 2021; 36(4): 1219–1225.
3. BOLCAL C, et al. Cirurgia da válvula mitral cardíaca assistida por batida robótica: relatório preliminar.
4. Journal of Cardiac Surgery, 2022; 37(12): 4790–4796.
5. BRAMHE S, PATHAK SS. Robotic surgery: a narrative review. Cureus, 2022; 14(9): e29179.
6. CHEMTOB RA, et al. Um algoritmo de triagem conservador para determinar a candidatura à cirurgia robótica da válvula mitral. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2022; 164(4): 1080–1087.
7. CHITWOOD JR WR. Robot-assisted minimally invasive mitral valve surgery. Journal of Visualized Surgery, 2019; 5: 68.
8. COMAS GM, et al. Cirurgia de válvula dupla assistida por robótica. Anais de Cirurgia Cardiotorácica, 2022; 11(5): 543–544.
9. DE GROOTE S, et al. Abraçando a indústria no desenvolvimento da cirurgia robótica de revascularização do miocárdio: o sol nasce no Oriente. Anais de Cirurgia Cardiotorácica, 2024; 13(5): 417–421.
10. FEIRER N, et al. Reparo minimamente invasivo não robótico da válvula mitral: uma experiência de 20 anos em um único centro. European Journal of Cardio-thoracic Surgery, 2022; 62(5): 1.
11. FUJITA T, et al. Benefícios da cirurgia assistida por robô para reparo complexo da válvula mitral.
12. Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery, 2021; 32(3): 417–425.
13. GULLU AU, et al. Os detalhes técnicos da substituição da válvula mitral assistida por robótica.
14. Journal of Visualized Surgery, 2023; 9(0).
15. HUSEN TF, et al. Cirurgia de válvula dupla assistida por robótica. Hellenic Journal of Cardiology, 2023; 71(0): 16–25.
16. KAKUTA T, et al. Resultados iniciais do reparo da válvula mitral assistida por robô em uma única instituição: relato dos primeiros 100 casos. General Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2020; 68(10): 1079–1085.
17. KITAHARA H, et al. 550 cirurgias robóticas totalmente endoscópicas da válvula mitral dentro de um programa abrangente de robótica cardíaca. Anais de Cirurgia Torácica, 2024; 0(0).
18. KLEPPER M, et al. Reparo robótico da válvula mitral: uma experiência em um único centro durante um período de 7 anos. Journal of Cardiac Surgery, 2022; 37(8): 2266–2277.

19. LIMA LSR, et al. Avanços na cirurgia robótica: benefícios e desafios na prática clínica. Congresso Periódico Internacional Multidisciplinar de Ciências da Saúde, Biológicas, Sociais e Humanas Aplicadas, Manaus, 2024.
20. LIU Z, et al. Eficácia e segurança da esternotomia robótica versus mediana para cirurgia cardíaca: resultados de um hospital universitário afiliado. Journal of Thoracic Disease, 2023; 15(4): 1861–1871.
21. MOREIRA LC, et al. Avanços da cirurgia robótica no tratamento de pacientes com doenças cardiovasculares: uma revisão integrativa. Health Sciences & Education, 2023; 4(3): 94–98.
22. MURPHY DA, et al. Sala de cirurgia mitral robótica endoscópica como um microssistema para segurança e sustentabilidade. Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery, 2024; 19(5): 485–493.
23. MUSUMECI F, et al. Reparo robótico da válvula mitral transareolar. Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery: MMCTS, 2021; 2021(0): 1–?.
24. NODA K, et al. Resultados de curto e médio prazo da anuloplastia tricúspide robótica modificada para regurgitação tricúspide secundária. General Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2023; 71(12): 692–699.
25. ORDE SR, et al. Alterações na função do ventrículo direito após cirurgia de reparo da válvula mitral.
26. Heart Lung and Circulation, 2020; 29(5): 785–792.
27. RAO A, et al. Técnicas cirúrgicas robóticas versus outras técnicas cirúrgicas para reparo e/ou substituição da válvula mitral: uma revisão sistemática e meta-análise. Annals of Cardiothoracic Surgery, 2022; 11(6): 614–621.
28. SICIM H, et al. Comparação dos resultados pós-operatórios entre a substituição robótica da válvula mitral e a substituição convencional da válvula mitral. Journal of Cardiac Surgery, 2021; 36(4): 1411–1418.
29. SOUZA MT, et al**.** Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Revista Einstein (São Paulo)*, 2010; **8**(1 Pt 1): 102–106.
30. TOQUETON TR, et al. Avanços da cirurgia robótica no tratamento de doenças cardiovasculares. Brazilian Journal of Health Review, 2023; 6(2): 6996–7009.
31. VARDAS PN, et al. Segurança e resultados da cirurgia robótica reoperatória da válvula tricúspide. *Innovations: Technology and Techniques in Cardiothoracic and Vascular Surgery*, 2024; 19(5): 526–531.
32. ZHAO H, et al. Comparação da qualidade de vida e resultados a longo prazo após a substituição da válvula mitral por meio de abordagem de esternotomia assistida por robô versus esternotomia mediana. Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao / Journal of Southern Medical University, 2020; 40(11): 1557–1563.