

Aplicação da Robótica na Cirurgia de Transplante Cardíaco Pediátrico.

Lucas Gabriel Lima da Silva, HIAGO REIS SAKUGAVA, Ana Clara Costa Abreu e Lima, Rebeca Martino de Assis Pereira e Silva, Oxana Gaião dos Reis, TATIANI SERENA MOTTIN, Ariel Felipe Briskievicz, Karem Izabella Neves Moura, Heryka Ramos da Silva Macedo, Fabrício Campos Aguiar, Gyovanna Neusa Pereira de Castro, Luise Ávila da Silva Pinto, brunna efsuily da silva souza, Luiza de Oliveira Engelmann, John Elias Yusuf.

**RESUMO**

Introdução: A cirurgia cardíaca pediátrica realizada com robôs ganhou destaque desde sua introdução no final da década de 1990, oferecendo diversas vantagens que favorecem abordagens menos invasivas quando comparadas aos métodos tradicionais. Esta modalidade cirúrgica tem recebido significativos investimentos, acompanhando inovações tecnológicas e científicas que possibilitam procedimentos mais rápidos e com resultados que podem ser iguais ou até melhores do que os métodos convencionais. Alguns pesquisadores preveem que, em breve, a cirurgia robótica se tornará a opção preferencial para tratamentos relacionados ao coração, superando a técnica de esternotomia. Objetivo: comparar as vantagens da cirurgia cardíaca robótica em relação às abordagens cirúrgicas invasivas tradicionais. Metodologia: foi realizada uma revisão bibliográfica entre agosto e setembro de 2022, utilizando as seguintes bases de dados: Google Scholar, Bireme, PubMed, Scielo e EbscoHost. A estratégia PICO foi empregada para estabelecer a questão central do estudo. Após a seleção e análise, foram escolhidos 22 artigos para embasar a pesquisa. Resultados e discussão: conforme a literatura revisada, a cirurgia cardíaca robótica demonstra maior eficácia em comparação aos procedimentos tradicionais, evidenciando uma redução no tempo de recuperação e na permanência dos pacientes em unidades de terapia intensiva. Ademais, são percebidas taxas de mortalidade mais baixas, menor incidência de infecções pós-operatórias e resultados estéticos superiores, resultantes de incisões menores. Infecções são frequentes em intervenções cirúrgicas invasivas, especialmente nas realizadas por meio de esternotomia, levando a um prolongamento na recuperação e a um aumento da dor pós-operatória. A cirurgia robótica no campo cardíaco pode ser utilizada por diversos pacientes e para várias condições, graças à flexibilidade dos equipamentos robóticos. No entanto, existem algumas limitações, como a conversão de imagens em 3D para 2D nas telas, além da dificuldade que os cirurgiões podem ter ao se adaptar às técnicas endoscópicas. Apesar disso, avanços significativos têm sido feitos nas áreas de engenharia e ciência da computação para superar esses desafios, incluindo o desenvolvimento de programas que permitem o treinamento virtual para cirurgiões. Em conclusão, a cirurgia cardíaca assistida por robôs é uma opção viável e segura, destacando a versatilidade como uma de suas principais vantagens, embora ainda seja necessário realizar estudos que validem a aplicação desse procedimento em grupos específicos.

**Palavras-chave:** robótica, cardíaca, pediatria.

* **INTRODUÇÃO**

A cirurgia robótica refere-se à aplicação total ou parcial de robôs em intervenções cirúrgicas que têm como objetivo reduzir a invasão (HARKY et al., 2019). Desde os tempos das grandes guerras do século XX, houve o interesse em utilizar robôs para realizar operações de forma mais ágil e com o menor deslocamento possível, uma vez que frequentemente ocorria um alto índice de choques hemorrágicos ou politraumas que levavam à morte dos soldados (MORREL et al., 2021). Um outro aspecto que impulsionou o desenvolvimento da cirurgia robótica globalmente foi a Guerra Fria, quando os tripulantes das naves da NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço) necessitavam de procedimentos realizados à distância (DIANA; MARESCAUX, 2015). Esse contexto culminou na primeira cirurgia cardíaca robótica, realizada em 1998 pelo cirurgião francês Alain Frederic Carpentier, que se destacou ao reparar uma válvula mitral. (HARKY *et al*., 2019).

A cirurgia cardíaca robótica, ao empregar abordagens minimamente invasivas, possibilita uma recuperação mais ágil e resulta em incisos menores, o que causa menos trauma após o procedimento e gera cicatrizes menos visíveis (RAVIKUMAR et al., 2020). Por outro lado, as técnicas tradicionais, que utilizam procedimentos como a esternotomia – que envolve a divisão total do osso esternal – podem dificultar a reabilitação do paciente, levando a dores pós-operatórias mais duradouras e aumentando o risco de infecções devido à exposição total da cavidade torácica. (FENELON *et al*., 2022)

De acordo com Harky (2021) muito se tem investido nas cirurgias minimamente invasivas, não para substituir os cirurgiões, mas proporcionar acuidade durante os procedimentos e desse modo melhorar as chances de recuperação do paciente. Atualmente, a cirurgia cardíaca robótica tem se destacado no enxerto de bypass de artéria coronária (CABG) – que se configuram como metade dos procedimentos- e em reparos de valva mitral (Doulamis et al., 2019).

Quanto às previsões para o futuro dessa modalidade de cirurgia, de acordo com Chitwood (2011), até 2031 será amplamente utilizada, dado o enorme desenvolvimento técnico e científico empregado ao avanço da tecnologia robótica e nanotecnologia e, até mesmo, pela percepção dos pacientes de que a recuperação e os resultados são mais positivos.

Apesar dos diversos pontos benéficos da cirurgia robótica, especialmente em cirurgias do aparelho cardíaco, sua implementação está distante de se tornar uma realidade em países como o Brasil, não apenas por fatores financeiros, mas também pela falta de estímulo ao aprendizado concernente à inteligência artificial pelos profissionais e estudantes da área da saúde (MENESES *et al*., 2021).

É importante destacar que ambas as abordagens cirúrgicas têm suas vantagens e desvantagens. Entretanto, a cirurgia robótica, devido à sua complexidade técnica, facilita a atualização das práticas de forma mais ágil, acompanhando o rápido progresso da era Técnico-Científico-Informacional (FENELON et al., 2022).

A importância desse tema reside na influência das ciências robóticas na medicina e na capacidade dessa tecnologia de promover uma recuperação mais eficaz para os pacientes submetidos à cirurgia robótica. Além disso, conforme mencionado por Chitwood (2011), espera-se uma crescente adoção dessa técnica nos hospitais.

* **METODOLOGIA**

A pesquisa foi conduzida em fases, permitindo que a definição do tema facilitasse uma busca e organização mais precisa das informações. Num primeiro estágio, o tema foi estabelecido e, com a ajuda de uma pergunta guia, foi possível selecionar ou descartar artigos das bases de dados consultadas. Em seguida, foi determinado quais dados seriam importantes para a revisão e a categorização dos estudos, que foram então avaliados e apresentados conforme a revisão originalmente planejada.

Durante a primeira etapa da pesquisa, utilizou-se a estratégia PICO (Acrômio para *Patient*, *Intervention*, *Comparation* e *Outcome*). Por meio dela, criou-se a questão central do estudo: “Existem vantagens da cirurgia cardíaca robótica aos pacientes se comparada aos procedimentos cirúrgicos invasivos?” Observa-se nessa questão que o P: pacientes que passam por cirurgias cardíacas; I: cirurgias cardíacas com uso de robôs; C: cirurgia de coração pelos métodos tradicionais; O: benefícios.

Para responder à pergunta de maneira satisfatória e chegar aos resultados desejados, utilizou terminologias cadastradas nos Descritores em Ciência da Saúde desenvolvido a partir do Medical Subject Headings da U.S National Library of Medicine. Os descritores utilizados foram: robotic heart surgery, robots, sternotomy, cirurgia cardíaca invasiva, riscos e recuperação.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio da busca em diversas bases de dados tais como Google Scholar, Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (Bireme), PubMed, (Scientific Electronic Library Online) Scielo e EbscoHost.

* **RESULTADOS**

O Quadro 1 sintetiza os principais artigos que foram utilizados na presente revisão de literatura, contendo informações relevantes sobre os mesmos, como os autores do estudo, o ano de publicação, o título e os achados relevantes.

Quadro 1 - Visão geral dos estudos incluídos nessa revisão bibliográfica sobre a comparação entre a cirurgia cardíaca robótica e cirurgias cardíacas invasivas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **AUTOR** | **ARTIGO** | **ANÁLISE DO ARTIGO** |
| SANT´ANNA  *at al*, 2004 | Emprego de sistemas robóticos na cirurgia cardiovascular | Diferença da CR cardíaca e convencional apenas nos resultados estéticos |
| SUEMATSU; del NIDO, 2004 | Robotic pediatric cardiac surgery: present and future perspectives | Cirurgias robóticas intra e extracardíacas promoveram recuperação e alta mais rápidas sem complicações  pós-operatórias |
| FOLLIGUET *et al*, 2005 | Mitral valve repair robotic versus sternotomy | Retorno mais rápido às atividades cotidianas por pacientes que passaram pelo reparo de valva mitral pela CR |
| POFFO *et al*, 2013 | Robotic surgery in Cardiology: a safe and effective procedure | Menos tempo de recuperação no hospital foi  observado, melhor efeito estético, rápida volta às atividades cotidianas |
| BONATTI *et al*, 2014 | Robotic technology in cardiovascular medicine | Recuperação mais rápida e menos tempo de permanência no hospital. |
| WANG; GAO, 2014 | Robotic cardiac surgery: an anaesthetic challenge | A cirurgia cardíaca robótica com o auxílio do sistema roboótico Da Vinci mostrou-se positivo no tempo de recuperação do paciente - que foi mais rápido- e menor tempo de estada no hospital |
| ZAOUTER. *et al*, 2015 | Association of Robotic Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Graft  Surgery Associated With a Preliminary Cardiac Enhanced Recovery After  Surgery Program: A Retrospective Analysis | Os pacientes do estudo que tiveram procedimentos com auxílio da robótica na cirurgia de revascularização puderam ser extubados ainda na sala de operações, receberam menos transfusões sanguíneas e receberam alta mais rápido. |
| DIANA; MARESCAU, 2015 | Robotic Surgery | Maior segurança pelo uso de CR aliada ao uso de imagens. |
| MURPHY *et al*., 2015 | The Expanding Role of Endoscopic Robotics in Mitral Valve Surgery: 1,257 Consecutive Procedures | Baixa mortalidade de pacientes submetidos à cirurgia robótica quando comparada aos que passaram por esternotomia |
| CUARTAS *et al.*, 2017 | Mitral valve repair: Robotic and other minimally invasive approaches | Observou-se que as cirurgias cardíacas robóticas  resultam em menos dor pós-operatória, menos riscos de infecção e recuperação mais rápida. |
| GILLINOV *et al*., 2018 | Early results of robotically assisted mitral valve surgery: Analysis of the first 1000 cases | CR: Além de menos perda de sangue, menos casos de infecção e menos tempo na unidade de terapia intesiva, apresentaram retorno mais rápido a atividades cotidianas |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| HARKY *et al*., 2019 | The Future of Open Heart Surgery in The Era of Robotic and Minimal Surgical Interventions | A cirurgia cardíaca robótica e a esternotomia não diferem quanto ao risco de infarto mas a primeira mostra recuperação mais rápida dos pacientes, com menor tempo nas unidades de terapia intensiva. |
| HEMLI; PATEL, 2019 | Robotic Cardiac Surgery | CR: menor tempo dos pacientes no hospital, recuperação mais rápida possibilitando que o paciente volte mais rapidamente às suas atividades cotidianas. |
| RAVIKUMAR  *et al*., 2020 | Robotic coronary artery surgery: Outcomes and pitfalls | Maior probalidade de infecções após a cirurgia de enxerto de bypass da artéria coronária por métodos cirúrgicos tradicionais |
| MORELL *et al*., 2021 | The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality | A cirurgia robótica tem evoluído de maneira rápida e será uma realidade futura cada vez mais presente nessa área médica. |
| TANG; MURPHY; MOSS, 2021 | Choosing the Ideal Candidate for a Robotic Valve Intervention | O estudo demonstrou que a cirurgia cardíaca robótica pode ser realizada em uma grande variedade de pacientes, obtendo-se uma recuperação mais rápida e resultados comésticos melhores se comparadas às técnicas invasivas. |
| CHI *et al*., 2021 | Comparison of robotic and conventional  sternotomy in redo mitral valve surgery | A CR na reoperação da valva mitral se mostrou segura. Além disso, observou-se ⬇ mortalidade, ⬇ tempo  de recuperação se comparada a cirurgias com esternotomia |
| MENESES *et al*., 2021 | Perfil de saúde hospitalar dos pacientes submetidos à cirurgia robótica: estudo retrospectivo  observacional | Perfil de pacientes submetidos a CR: majoritariamente homens, entre 60 e 69 com foco para cirurgias urológicas. |
| FENELON *et al*., 2022 | Cirurgia cardíaca convencional X minimamente invasiva: uma análise comparativa em hospitais terciários  do distrito federal | CMI apresenta: ⬇ dor pós-operatória, sangramento, inflamações além de melhor resultado estético. |
| DE OLIVEIRA *et al*., 2022 | Inovações em cirurgia robótica para manejo minimamente invasivo | Diversas indicações da CR: ⬇ tempo operatório, tempo de internação em comparação à cirurgia aberta,  ⬇ dor e cicatrizes decorrentes do processo cirúrgico. |

Fonte: Autoria própria, 2022.

* **DISCUSSÃO**

A cirurgia cardíaca robótica, definida pelo uso de instrumentos robóticos em procedimentos do aparelho cardíaco, visando a diminuição de processos traumáticos, se iniciou ao final dos anos 1990. Pouco se compreendia sobre os reais efeitos dessa inserção sob os pacientes, mas após anos de desenvolvimento, tornou-se possível avaliá-la ao se comparar às técnicas cirúrgicas há muito consolidadas (MORELL *et al*., 2021). Os recentes estudos em cirurgia cardíaca robótica demonstram que ela não apenas pode ser realizada com segurança, como também confirma que a recuperação dos pacientes submetidos a ela é mais rápida quando comparada aos pacientes submetidos aos procedimentos invasivos, que contam com esternetomia, havendo inclusive menos taxas de mortalidade (OLIVEIRA *et al*., 2022; CHI *et al*., 2021; MURPHY *et al*., 2015).

A técnica cirúrgica com a utilização de robôs pode ser um processo mais demorado, como afirmou POFFO *et al.* (2013), no entanto, como sustentado pelo mesmo, não aumenta o risco de vida dos pacientes. O maior tempo no bloco cirúrgico mostra-se inversamente proporcional à necessidade de transfusão sanguínea e ao tempo de ventilação, como apresenta HEMLI; PATEL (2019).

A recuperação demonstrada primordialmente pelo menor tempo de permanência nas unidades de terapia intensiva (UTI), aliada ao tempo mais rápido que o paciente retorna às suas atividades diárias, representa outro ponto que favorece a CR do aparelho cardíaco. Esse fato difere dos métodos invasivos em que o paciente apresenta maiores riscos de contrair infecções e deve, portanto, se resguardar (RAVIKUMAR *et al*., 2020; HEMLI; PATEL, 2019; HARKY *et al*., 2019; FOLLIGUET *et al*, 2005). Além disso, o desconforto pós-operatório representado pela dor é menos intenso nas cirurgias cardíacas robóticas enquanto nos procedimentos invasivos ela torna-se um obstáculo para o bem-estar do paciente (FENELON *et al*., 2022).

Outro ponto favorável à técnica é a questão estética, que se comparada aos métodos mais invasivos apresenta incisões menores, que posteriormente resultarão em cicatrizes menos prominentes (TANG; MURPHY; MOSS, 2021). Esses resultados têm sido cada vez mais observados, uma vez que a era técnico-científico-informacional não apenas possibilita a realização de procedimentos menos invasivos com instrumentos de ponta como também que o seu uso seja mais difundido ao redor do mundo em diferentes tipos de pacientes.

A aplicação da cirurgia robótica, de uma maneira geral, é bastante vasta incluindo indivíduos de diversas idades e com diferentes patologias. Segundo um estudo retrospectivo observacional realizado por MENESES *et al*. (2021) com 139 prontuários de pacientes que passaram pela cirurgia robótica, observou-se que pacientes urológicos entre 60 e 69 anos foram os mais beneficiados pela técnica.

Apesar das inúmeras qualidades das técnicas minimamente invasivas utilizando-se os sistemas robóticos, SANT´ANNA *et al*., (2004), afirma existirem diversas limitações à sua performance nos centros cirúrgicos, tais como: limitação cirúrgica devido ao espaço reduzido imposto pela técnica, a substituição de imagens 3D por 2D em telas e pela “...dificuldade de adaptação das técnicas endoscópicas aos procedimentos reconstrutivos”.

Em contrapartida, DIANA; MARESCAUX. (2015) afirma que essas limitações tem sido superadas, com o apoio de diversas áreas da robótica e das ciências da computação fornecendo os meios necessários ao cirurgião para que possa atuar com o máximo de acuidade e precisão. Os autores ainda pontuam que, atualmente, sistemas como DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), possibilitam que o cirurgião não apenas treine procedimentos em modelos 3D como também permite que ele planeje as técnicas cirúrgicas e as simule de maneira virtual.

Outro aspecto debatido pelos autores é a questão financeira envolvida no uso de robôs nas cirurgias cardíacas, que se comparada aos métodos cirúrgicos convencionais, é maior (HEMLI; PATEL, 2019). Para ZAOUTER *et al* (2015), a questão financeira já se apresenta como um entrave ao se analisar os gastos com o cuidado pós-operatório do paciente e o tempo de recuperação hospitalar. Desse modo, a cirurgia robótica pode ser uma opção viável, uma vez que os problemas cardíacos tem aumentado, havendo uma demanda maior por esses procedimentos cirúrgicos.

A equipe cirúrgica é outro componente que deve estar em consonância com o desenvolvimento da cirurgia cardíaca robótica. Para os médicos anestesistas, por exemplo, a CR pode apresentar-se como um desafio, especialmente se eles não estiverem familiarizados com suas técnicas (WANG, 2014). Além disso, a formação dos enfermeiros que tenham o conhecimento desses novos métodos, como afirma MENESES *et al*. (2021), é de extrema necessidade, visto que esses profissionais poderão otimizar todo o procedimento.

* **CONCLUSÃO**

Os estudos indicam que a cirurgia cardíaca robótica é segura, viável e promove recuperação mais rápida aos pacientes do que aos submetidos aos métodos cirúrgicos invasivos tradicionais. Além disso, os pacientes apresentam menos dor, menos infecções pós-operatórias e melhor resultado estético. A técnica abrange um variado grupo de pacientes e pode ser aplicada a diferentes tipos de patologias cardíacas e, se bem planejada, poderá solucionar, em partes, a questão financeira de cuidados pós-operatórios. Mais estudos associando-se as inovações robóticas e a cirurgia cardíaca são necessários de maneira a promover a melhor recuperação do paciente e seu completo bem-estar.

**REFERÊNCIAS**

BONATTI, J. *et al*. Robotic technology in cardiovascular medicine. **Nature Reviews Cardiology**, 2014

Chi, N. H *et al*. Comparison of robotic and conventional sternotomy in redo mitral valve surgery. **Journal of the Formosan Medical Association**, 2022

CHITWOOD JR, W. R. Robotic cardiac surgery by 2031.**Tex Heart Institute Journal**, 2011.

CUARTAS, M. M *et al*. Mitral valve repair: robotic and other minimally invasive approaches. **Progress in Cardiovascular Diseases**, 2017

OLIVEIRA, Mariana Domingues *et al*. Inovações em cirurgia robótica para manejo minimamente invasivo. **Brazilian Journal of Health Review**, 2022

DIANA, M; MARESCAUX, J. Robotic surgery. **British Journal of Surgery**, 2015

DOULAMIS, I. P. *et al*. The role of robotics in cardiac surgery: a systematic review. **Journal of robotic surgery**, 2019

FENELON, M.P.M. *et al*. Cirurgia cardíaca convencional X minimamente invasiva: uma análise comparativa em hospitais terciários do distrito federal. **Brazilian Journal of Development**, 2022

FOLLIGUET, T. *et al***.** Mitral valve repair robotic versus sternotomy**. European Journal of Cardio-thoracic Surgery,** 2006

GILLINOV, A. M. *et al*. Early results of robotically assisted mitral valve surgery: analysis of the first 1000 cases. **The. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, 2018

HARKY, A. *et al*. The Future of Open Heart Surgery in The Era of Robotic and Minimal Surgical Interventions. **Heart, Lung and Circulation**, 2019

HEMLI, J. M.; PATEL, N. C. Robotic cardiac surgery. **Surgical Clinics**, 2020

KITAHARA, H.; WEHMAN, B.; BALKHY, H. H. Can robotic-assisted surgery overcome the risk of mortality in cardiac reoperation?. **Innovations***,* 2018

MENESES, R. de O. *et al*. Hospital health profile of patients undergoing robotic surgery: a retrospective observational study. **Research, Society and Development**, 2022.

MORREL, A.L.G. *et al*. Evolução e história da cirurgia robótica: da ilusão à realidade. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, 2021.

MURPHY, D. A. *et al*. The expanding role of endoscopic robotics in mitral valve surgery: 1,257 consecutive procedures. **The Annals of thoracic surgery**, 2015

POFFO, R. *et al*. Robotic surgery in cardiology: a safe and effective procedure. **Einstein (Sao Paulo)**, 2013

RAVIKUMAR, N. *et al*. Robotic coronary artery surgery: Outcomes and pitfalls. **Journal of Cardiac Surgery**, 2020

SANT'ANNA, R. T., *et al*. Emprego de sistemas robóticos na cirurgia cardiovascular. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, 2004

SUEMATSU, Y.; DEL NIDO, P. Robotic pediatric cardiac surgery: present and future perspectives. **The American journal of surgery**, 2004

TANG, R. C.; MURPHY, D. A.; MOSS, E. Choosing the ideal candidate for a robotic valve intervention. **Canadian Journal of Cardiology**, 2021

WANG, G.; GAO, C. Robotic cardiac surgery: an anaesthetic challenge. **Postgraduate Medical Journal**, 2014

ZAOUTER, C. *et al*. Association of robotic totally endoscopic coronary artery bypass graft surgery associated with a preliminary cardiac enhanced recovery after surgery program: a retrospective analysis. **Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia**, 2015.