



Colecistectomia Robótica: Avanços e Resultados na Cirurgia Minimamente Invasiva

Leonardo Pereira Levada¹, Rubens Rudan Sousa Bezerra², Isabella de Almeida Nascimento³, Chelsya Rafaela Brito Santiago⁴, Alaize Nonato Da Silva⁴, Lucas Antônio Santos Brizeno⁴, Renato Henrique Silvestre Rodrigues⁴, Aíssa Sales Vicentim⁴, Gianluca Daniel Fernandes Almeida⁴, Caio Vieites Chu⁴, Isabela Barreiro Honaiser⁴, Gustavo Pires Braga⁴, Silas Almeida Correia da Silva⁵, Rawena Barbosa Melo⁶, Ítalo Dias Bonfim⁷, Isabela Leão Gonçalves de Souza⁸, José Victor Barbosa Melo⁹



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n10p3688-3697>

Artigo recebido em 05 de Setembro e publicado em 25 de Outubro

REVISÃO DA LITERATURA

RESUMO

A análise da literatura sobre colecistectomias robóticas, especialmente a colecistectomia robótica de sítio único (SSRC) e a de incisão múltipla (MIRC), revela uma variedade de resultados que dificultam uma avaliação clara de suas vantagens e desvantagens, principalmente em situações de urgência. Embora o número de estudos esteja crescendo, a heterogeneidade metodológica e as diferenças na experiência dos cirurgiões complicam as comparações, especialmente em relação a complicações como lesões do trato biliar. A SSRC tem mostrado potencial para reduzir complicações intraoperatórias e taxas de conversão, mas os altos custos e o tempo operatório prolongado permanecem barreiras para sua adoção em instituições com menor volume de procedimentos. Embora ofereça vantagens em termos de visualização e precisão, a complexidade operacional e a curva de aprendizado associada à técnica ainda precisam ser superadas. Futuros estudos devem se concentrar em ensaios clínicos randomizados e na análise da relação custo-efetividade para validar a eficácia da cirurgia robótica no manejo de condições biliares agudas, considerando não apenas a eficácia clínica, mas também a viabilidade econômica.

Palavras-chave: colecistectomia, robótica, cirurgia.

Robotic Cholecystectomy: Advances and Outcomes in Minimally Invasive Surgery

ABSTRACT

The analysis of the literature on robotic cholecystectomies, particularly single-site robotic cholecystectomy (SSRC) and multi-incision robotic cholecystectomy (MIRC), reveals a variety of results that complicate a clear assessment of their advantages and disadvantages, especially in emergency situations. While the number of studies is increasing, methodological heterogeneity and differences in surgeons' experience complicate comparisons, particularly regarding complications such as bile duct injuries. SSRC has shown potential to reduce intraoperative complications and conversion rates, but high costs and prolonged operative times remain barriers to its adoption in institutions with lower procedure volumes. Although it offers advantages in terms of visualization and precision, the operational complexity and learning curve associated with the technique still need to be addressed. Future studies should focus on randomized clinical trials and cost-effectiveness analyses to validate the efficacy of robotic surgery in managing acute biliary conditions, considering not only clinical efficacy but also economic viability.

Keywords: cholecystectomy, robotic, surgery.

Instituição afiliada – ¹Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal Fluminense (UFF). ²Acadêmico de Medicina pela Universidade Potiguar. ³Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal do Piauí. ⁴Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana de Manaus. ⁵Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal de Alagoas. ⁶Acadêmico de Medicina pela Unifacisa - PB. ⁷Acadêmico de Medicina pela Universidade Tiradentes - SE. ⁸Acadêmico de Medicina pela Unievangélica. ⁹Acadêmico de Medicina pela Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba.

Autor correspondente: Leonardo Pereira Levada leonardolevada007@gmail.com

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



INTRODUÇÃO

A cirurgia robótica (SR) representa um avanço significativo na cirurgia minimamente invasiva, combinando ciência médica, robótica e engenharia. Essa técnica, também conhecida como cirurgia assistida por robô, utiliza plataformas robóticas especializadas para aprimorar a precisão dos movimentos dos cirurgiões em procedimentos complexos. A SR é projetada para filtrar tremores nas mãos dos cirurgiões, aumentando a flexibilidade e minimizando imprecisões involuntárias. Essa abordagem resulta em menos complicações cirúrgicas, como infecções, dor reduzida, menor perda de sangue, internações hospitalares mais curtas, recuperação mais rápida e cicatrizes menos perceptíveis (RIVERO-MORENO et al., 2023).

O sistema de cirurgia robótica é composto por dois elementos principais: o console do cirurgião e os dispositivos de controle. O console é onde o cirurgião opera e fornece uma visão tridimensional do campo cirúrgico, possibilitando um controle imersivo durante o procedimento. Os dispositivos de controle, como alças ou joysticks, permitem que os cirurgiões realizem movimentos cirúrgicos, que são então traduzidos em tempo real pelos braços robóticos localizados sobre o paciente. Esses braços têm microarticulações que facilitam a manipulação de instrumentos cirúrgicos e da câmera endoscópica através de portas laparoscópicas (RIVERO-MORENO et al., 2023).

Historicamente, a aplicação da robótica na cirurgia teve início na década de 1970, com pesquisas financiadas pela NASA e pela Agência de Projetos Avançados de Pesquisa de Defesa dos EUA, visando criar sistemas que permitissem a realização de procedimentos cirúrgicos à distância, especialmente em situações perigosas. O primeiro robô cirúrgico, o PUMA 560, foi utilizado em 1985 para uma biópsia neurocirúrgica, seguido pelo desenvolvimento de outros sistemas, como o ProBot em 1988 e o sistema AESOP em 1994. O Sistema Cirúrgico da Vinci, introduzido em 1999, tornou-se uma referência na cirurgia robótica, evoluindo através de várias gerações com recursos cada vez mais avançados (RIVERO-MORENO et al., 2023).

Atualmente, existem diversos sistemas robóticos que atendem a diferentes especialidades cirúrgicas. O Sistema Cirúrgico da Vinci é o mais amplamente utilizado, composto por um carrinho do cirurgião, um carrinho do paciente e um carrinho de visão, permitindo a realização de cirurgias minimamente invasivas com alta precisão. Outros sistemas, como o Versius da Cambridge Medical Robotics, o Corindus CorPath GRX para intervenções coronárias e o Sistema Robótico Hugo RAS, demonstram a diversidade de aplicações da robótica na cirurgia moderna. O sistema ZEUS, embora descontinuado em 2003, representa a evolução histórica da cirurgia robótica, destacando os avanços significativos no campo (RIVERO-MORENO et al., 2023).

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de revisão integrativa, realizada em setembro de 2024, por meio de uma busca avançada na base de dados PubMed. Para a seleção dos artigos na referida plataforma, foi utilizada a seguinte estratégia de busca: ("Cholecystectomy" OR "Gallbladder Removal") AND ("Robotic Surgical Procedures" OR "Robotic Surgery" OR "Robotic").

Os critérios de inclusão da pesquisa são descritos a seguir: Revisões Narrativas, Revisões Sistemáticas e Meta-análises, em inglês “Narrative Reviews”, “Systematic Reviews” e “Meta-analyses”, com a possibilidade de uma análise homogênea do estudo; artigos publicados nos últimos 5 anos, com o intuito de se analisar avanços de novos estudos publicados nesse período; que possuíam texto completo disponível, nos idiomas português ou inglês e que abordassem o tema proposto. Foram excluídos artigos em duplicidade na base de dados e aqueles que não abordassem a temática analisada.

Inicialmente na busca, identificou-se 669 artigos, mas para garantir uma literatura mais recente, excluímos aqueles publicados antes de 2019, resultando em 306 artigos. Após aplicar os filtros descritos acima na plataforma, obteve-se 23 artigos. O processo exigiu um esforço considerável por parte dos autores, que analisaram minuciosamente títulos e resumos, organizando os artigos selecionados por tópicos. Para assegurar precisão e uma abordagem mais descritiva, excluiu-se a literatura não relevante ao estudo. Dessa forma, apenas 8 dos artigos encontrados foram explorados nesta revisão.

Ademais, vale ressaltar que esta pesquisa dispensou a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), tendo em vista que não aborda e nem realiza pesquisas clínicas em seres humanos e animais. Por conseguinte, asseguram-se os preceitos dos aspectos de direitos autorais dos autores vigentes previstos na lei (BRASIL, 2013).

REVISÃO DA LITERATURA

A análise da literatura sobre colecistectomias, especialmente as realizadas por técnicas robóticas, indica que, embora haja um número crescente de estudos, a evidência ainda é insuficiente para uma avaliação conclusiva das vantagens e desvantagens dessa abordagem em casos de urgência. A heterogeneidade dos resultados torna difícil estabelecer uma tendência clara, e muitos estudos se concentraram na comparação entre a colecistectomia robótica de sítio único (SSRC) e procedimentos não robóticos. Observou-se que a colecistectomia robótica de incisão múltipla (MIRC) foi mais estudada antes de 2010, frequentemente excluindo casos de colecistite aguda, enquanto a SSRC ganhou destaque como uma técnica inovadora (REINISCH et al., 2022).

Adicionalmente, complicações associadas a lesões do trato biliar foram documentadas, mas os dados sobre taxas de complicação foram inconsistentes, com uma taxa geral de complicação biliar de 0,4% em pacientes submetidos a SSRC. Apesar de um estudo indicar um aumento significativo nos custos hospitalares para procedimentos robóticos em comparação com a colecistectomia laparoscópica, não foram identificadas contraindicações claras para o uso de robôs em colecistectomias agudas e urgentes. Assim, os riscos e benefícios dessa tecnologia permanecem incertos, e mais pesquisas são necessárias para esclarecer sua eficácia e segurança em situações emergenciais (REINISCH et al., 2022).

A técnica de SSRC ganhou atenção em 2009, quando os resultados iniciais do procedimento mostraram-se promissores. Com o passar dos anos, diversas investigações foram conduzidas, explorando a viabilidade e a eficácia da colecistectomia, tanto por técnicas laparoscópicas quanto robóticas. A cirurgia laparoscópica de incisão única é reconhecida como segura, mas ainda apresenta

desafios como estações de trabalho estreitas e complicações maiores. A cirurgia robótica trouxe melhorias significativas, como uma visualização tridimensional de alta resolução e supressão de tremor, o que pode aumentar a precisão e os resultados cirúrgicos (RUDIMAN et al., 2022).

Estudos recentes indicam que o SSRC resulta em menos complicações intraoperatórias em comparação com abordagens tradicionais. A técnica robótica, por sua capacidade microcirúrgica, demonstrou uma menor taxa de conversão em casos de colecistite aguda, com evidências mostrando uma taxa de conversão de 0,76% para o grupo robótico, em contraste com 9,57% para outros métodos. Esses resultados sugerem que a cirurgia robótica pode ser uma solução eficaz para desafios cirúrgicos complexos, o que pode mudar a perspectiva dos cirurgiões sobre as preferências no uso do SSRC (RUDIMAN et al., 2022).

Entretanto, questões como o aumento do tempo de operação e os custos associados à cirurgia robótica ainda são desafios a serem superados. O equipamento robótico apresenta custos significativamente mais altos em comparação com técnicas laparoscópicas, o que pode ser um fator limitante para sua adoção. Além disso, a distribuição limitada do sistema cirúrgico robótico da Vinci e a concorrência de novos sistemas robóticos também influenciam as opções disponíveis para os pacientes. Apesar das limitações na pesquisa atual, a revisão sugere que a colecistectomia robótica de sítio único apresenta vantagens em relação a complicações e dor pós-operatória, o que pode ser decisivo na escolha do procedimento, mesmo que a um custo maior (RUDIMAN et al., 2022).

A SSRC representa um avanço significativo em relação à abordagem tradicional laparoscópica, aproveitando a tecnologia do Sistema Cirúrgico da Vinci® para melhorar a segurança e a eficácia do procedimento. Os primeiros passos nesse campo foram dados na década de 1990, com procedimentos iniciais realizados em animais, seguidos pelo primeiro caso humano em 2010, que resultou em sucesso sem complicações. Os benefícios do SSRC incluem menos incisões e cicatrizes, recuperação mais rápida, melhor visualização e maior precisão, embora existam preocupações sobre complicações gerais e a curva de aprendizado associada à técnica. O uso de portas de sítio único permite uma abordagem mais ergonômica e minimiza a interferência entre instrumentos, embora a complexidade da operação ainda possa levar a desafios, como colisões de instrumentos (ANSARI et al., 2024).

Estudos recentes indicam que a SSRC é viável e segura, com pacientes apresentando alta satisfação e recuperação rápida. Um estudo de 45 pacientes revelou um tempo de operação médio de 84,5 minutos, com uma única hemorragia pós-operatória, enquanto outro com 27 pacientes não reportou complicações significativas. No entanto, a preocupação com hérnias incisionais na porta de sítio único destaca a necessidade de considerar diferentes tipos de incisões, como a peri-umbilical, para evitar esse problema. Os resultados estéticos são geralmente favoráveis, com a maioria dos pacientes preferindo a cirurgia robótica em relação a técnicas tradicionais. Apesar de seu potencial, o alto custo da SSRC em comparação à colecistectomia laparoscópica convencional levanta questões sobre sua viabilidade econômica em instituições com menor volume de procedimentos (ANSARI et al., 2024).

Direções futuras para a SSRC incluem a miniaturização dos robôs cirúrgicos e melhorias na tecnologia de imagem, que podem facilitar melhor manipulação e eficiência, resultando em menos complicações e custos. Pesquisas adicionais são

necessárias para otimizar o design dos instrumentos utilizados e para abordar as limitações atuais, como a complexidade operacional e os desafios econômicos. Embora a SSRC ofereça benefícios significativos em termos de estética e recuperação, questões sobre custo e a necessidade de treinamento mais extenso ainda precisam ser consideradas para que essa tecnologia se torne uma opção padrão em cirurgia. A evolução da laparoscopia robótica, portanto, dependerá de inovações contínuas e pesquisas para garantir sua eficácia e segurança para os pacientes (ANSARI et al., 2024).

O carcinoma biliar (GbC) apresenta baixos índices de sobrevivência devido à detecção tardia e à agressividade tumoral, com a ressecção cirúrgica (RC) sendo a única opção curativa, defendida como abordagem ideal após a colecistectomia simples ou quando o GbC é suspeito. A cirurgia robótica assistida (RRC) tem ganhado atenção como uma alternativa segura e viável, com resultados perioperatórios aceitáveis e um maior número de linfonodos ressecados em comparação com a RC laparoscópica. Apesar da escassez de evidências robustas e da limitação da tecnologia robótica em economias em desenvolvimento, os avanços nesta área prometem melhorar os desafios técnicos da cirurgia biliar complexa. A RRC demonstra benefícios como menor tempo de internação e morbidade, embora questões como a obtenção de linfadenectomia adequada e a taxa de metástase no local da porta ainda necessitem de investigação adicional. A revisão conclui que, apesar dos resultados promissores, mais estudos são essenciais para validar os benefícios oncológicos da RRC em relação à RC aberta (JIAYI et al., 2022).

O tempo de operação (OR) é significativamente maior para a colecistectomia assistida por robô em comparação com a laparoscópica, embora não haja evidências de diferenças nas complicações intraoperatórias, taxas de conversão, tempo de internação, readmissões ou infecções de sítio cirúrgico. A heterogeneidade nos métodos de avaliação da dor nos estudos impediu conclusões definitivas sobre esse aspecto. As taxas de hérnias incisionais podem variar entre técnicas com diferentes números de portas, mas não foram observadas diferenças significativas quando comparadas às abordagens com o mesmo número de portas (SHENOY et al., 2021).

Embora o tempo de OR mais longo para a técnica robótica possa ser atribuído a fatores como a curva de aprendizado do cirurgião e a eficiência da equipe cirúrgica, não se pode concluir que essa diferença seja exclusivamente resultado da inexperiência. Apesar de tempos mais prolongados serem geralmente vistos como negativos, eles podem refletir práticas cirúrgicas mais seguras em casos complexos. A revisão também destaca limitações, como a exclusão de cirurgias para doenças não benignas e a impossibilidade de avaliar o viés de publicação. Futuros estudos devem priorizar ensaios clínicos randomizados e controlar variáveis como tipo e número de portas, além de considerar a análise de custos associados à cirurgia robótica. À medida que essa tecnologia se torna mais comum, compreender seu impacto nos resultados cirúrgicos e na ergonomia do cirurgião será crucial (SHENOY et al., 2021).

Um estudo conduzido por Corzo et al (2024) comparou os resultados da colecistectomia robótica (RCR) e laparoscópica (LC) realizada por um único cirurgião em um centro acadêmico com um programa de cirurgia robótica em fase inicial. Os pacientes submetidos a RCR eram mais velhos, apresentavam um índice de massa corporal (IMC) mais baixo e uma maior proporção deles foi submetida a colecistectomias planejadas em vez de emergenciais. A técnica de três portas na RCR mostrou estar associada a um tempo operatório reduzido em comparação com a abordagem de quatro portas, mas não houve diferenças significativas na duração da internação hospitalar,

necessidade de CPRE pós-operatória, readmissões, reoperações ou mortalidade em 30 dias entre as duas técnicas. Os resultados apoiam a ideia de que a RCR pode ser não inferior à LC quando realizada por cirurgiões experientes em ambas as abordagens.

Os resultados indicam que a RCR não aumentou o tempo operatório em comparação à LC, e pode até ter contribuído para uma redução na duração da internação hospitalar. A eficiência da abordagem robótica pode ser atribuída ao treinamento rigoroso que os residentes receberam, além de uma possível curva de aprendizado dos cirurgiões. Embora a literatura tenha relatado tempos operatórios mais curtos para LC em comparação com RCR, as diferenças observadas podem estar relacionadas à habilidade e conforto do cirurgião. Apesar das limitações do estudo, como seu escopo de cirurgião único e a heterogeneidade dos dados, os achados sugerem que a cirurgia robótica é uma alternativa viável e segura à laparoscopia, com potencial para se tornar a norma em procedimentos cirúrgicos. Pesquisas futuras devem se concentrar em estudos mais amplos e rigorosos, incluindo análises de custo e a adoção responsável da cirurgia robótica (CORZO et al., 2024).

Os estudos sobre MIRC e SSRC apresentaram resultados variados em relação ao número de casos necessários para alcançar a proficiência, influenciados pela heterogeneidade entre as experiências dos cirurgiões. A curva de aprendizado para a MIRC foi considerada curta por Pietrabissa et al. (2012), mas isso pode ter sido impactado pela experiência prévia do cirurgião, enquanto novatos em robótica exigiram mais casos para dominar a técnica. A colecistectomia laparoscópica convencional (CLC) mostrou necessidade variada de casos para estabilização dos tempos operacionais, desde sete até 200, refletindo sua evolução como técnica ao longo dos anos. A análise também revelou que o SSRC teve a maior variação nos tempos operacionais, enquanto a MIRC apresentou menor. Contudo, a escassez de estudos de alta qualidade e a ausência de ensaios clínicos randomizados limitam as conclusões sobre a curva de aprendizado dessas técnicas, indicando a necessidade de mais pesquisas rigorosas e com amostras maiores para obter evidências conclusivas (KARIM et al., 2024).

A análise da literatura sobre colecistectomias robóticas, incluindo a SSRC e a MIRC, revela uma variedade de resultados que dificultam uma avaliação clara das vantagens e desvantagens dessas técnicas, especialmente em contextos de urgência. Embora o número de estudos esteja crescendo, a heterogeneidade nas abordagens metodológicas e a experiência dos cirurgiões introduzem variáveis que complicam as comparações. A predominância de comparações entre SSRC e métodos não robóticos pode obscurecer uma análise mais robusta da eficácia da robótica em casos agudos. Os dados sobre complicações, como lesões do trato biliar, e as taxas gerais de complicação, também se mostraram inconsistentes, indicando que mais pesquisas são necessárias para definir a segurança e os resultados operacionais dessas técnicas emergentes.

Outro ponto crítico é o custo associado às cirurgias robóticas, que se mostra significativamente maior em comparação com abordagens laparoscópicas convencionais. Esse fator econômico, aliado ao tempo de operação mais longo, levanta preocupações sobre a viabilidade e a adoção dessa tecnologia em instituições que lidam com um volume menor de procedimentos. Embora estudos recentes indiquem que a SSRC pode resultar em menos complicações intraoperatórias e uma taxa de conversão reduzida, os custos elevados e a necessidade de treinamento extensivo para cirurgiões permanecem como barreiras para a ampla implementação dessa técnica. O desafio, portanto, reside em equilibrar a busca por resultados cirúrgicos superiores com a

consideração prática dos custos e do treinamento requerido.

Por fim, as evidências emergentes sobre a eficácia da SSRC e sua capacidade de melhorar os resultados operatórios devem ser abordadas com cautela. Embora a tecnologia robótica ofereça vantagens em termos de visualização e precisão, os riscos de complicações e a curva de aprendizado dos cirurgiões não podem ser negligenciados. A literatura sugere que, apesar dos benefícios estéticos e da recuperação rápida, questões como o custo elevado e a complexidade operacional ainda precisam ser superadas para que a SSRC se torne uma opção padrão. Futuras pesquisas devem se concentrar em ensaios clínicos randomizados de alta qualidade e em estudos que considerem não apenas a eficácia e segurança, mas também a relação custo-efetividade das colecistectomias robóticas em comparação com as técnicas tradicionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura sobre colecistectomias robóticas, incluindo a SSRC, evidencia uma série de desafios e oportunidades. Embora a SSRC mostre potencial para melhorar os resultados cirúrgicos, com menores taxas de complicações intraoperatórias e conversão, a heterogeneidade nos estudos e a falta de dados consistentes dificultam uma avaliação conclusiva de suas vantagens em situações de urgência. Além disso, o alto custo e o tempo operatório prolongado permanecem como barreiras significativas para a sua adoção generalizada, especialmente em instituições com menor volume de procedimentos. Apesar dos avanços tecnológicos que oferecem benefícios em termos de visualização e precisão, é crucial que futuras pesquisas abordem essas limitações, priorizando ensaios clínicos randomizados e a análise da relação custo-efetividade. Assim, somente por meio de investigações rigorosas será possível determinar o papel da cirurgia robótica no manejo de condições biliares agudas, visando não apenas a eficácia clínica, mas também a viabilidade econômica das técnicas.

REFERÊNCIAS

RIVERO-MORENO, Y. et al. Robotic Surgery: A Comprehensive Review of the Literature and Current Trends. *Cureus*, v. 15, n. 7, 24 jul. 2023.

BRASIL. Lei Nº 12.853. Brasília: 14 de agosto de 2013. COPP, A. J. et al. Spina bifida. *Nature Reviews Disease Primers*, v. 1, n. 1, p. 15007, 30 abr. 2015.

REINISCH, A. et al. Robotic operations in urgent general surgery: a systematic review. *Journal of Robotic Surgery*, 21 jun. 2022.

RENO RUDIMAN; RICARHDO VALENTINO HANAFI; ALMAWIJAYA ALMAWIJAYA. Single-site robotic cholecystectomy versus single-incision laparoscopic cholecystectomy: A systematic review and meta-analysis. *Annals of gastroenterological surgery*, 14 jun. 2023.

ANSARI, U. et al. Advancing Robotic Single-Site Cholecystectomy: Innovations, Challenges, and Future Directions. *Cureus*, 20 maio 2024.



JIAYI, W.; SHELAT, V. G. Robot-assisted radical cholecystectomy for gallbladder cancer: A review. *Journal of clinical and translational research*, v. 8, n. 2, p. 103–109, 2022.

SHENOY, R. et al. Intraoperative and postoperative outcomes of robot-assisted cholecystectomy: a systematic review. *Systematic Reviews*, v. 10, n. 1, 23 abr. 2021.

CORZO, M. P. et al. Feasibility of robotic cholecystectomy at an academic center with a young robotic surgery program: a retrospective cohort study with umbrella review. *Journal of Robotic Surgery*, v. 18, n. 1, 27 fev. 2024.

KARIM, M. R. et al. Comparative Analysis of Learning Curves in Robotic Versus Laparoscopic Cholecystectomy: A Systematic Review. *Cureus*, 22 ago. 2024.