

**EVOLUÇÃO DA COLECISTECTOMIA: DA CIRURGIA ABERTA À
ABORDAGEM ROBÓTICA**

**EVOLUTION OF CHOLECYSTECTOMY: FROM OPEN SURGERY TO ROBOTIC
APPROACH**

**EVOLUCIÓN DE LA COLECISTECTOMÍA: DE LA CIRUGÍA ABIERTA AL
ABORDAJE ROBÓTICO**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n9-184>

Data de submissão: 16/08/2025

Data de publicação: 16/09/2025

Arlindina Mendes Guimarães Neta

Graduanda em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages de Irecê

E-mail: arlindina.enfermeira@hotmail.com

Brisa Alves Pereira de Moura

Graduanda em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages de Irecê

E-mail: brisa.alvesmoura@gmail.com

Fábio Augusto Elicker de Brito

Graduando em Medicina

Instituição: Universidade Central do Paraguai

E-mail: fabioaugusto.elicker@gmail.com

Gledson dos Anjos Oliveira

Graduando em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages Irecê

E-mail: gledson_a.oliveira2@hotmail.com

Itamara Muniz da Silva

Graduanda em Medicina

Instituição: Faculdade de medicina Ages Irecê

E-mail: itamaramuniz@yahoo.com.br

Nargiana Hoffmann

Graduanda em Medicina

Instituição: Universidade Central do Paraguai

E-mail: nargianahoffmann842@gmail.com

Nylmara Pina Battaglion

Graduanda em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages de Irecê

E-mail: nylnara_silva@hotmail.com

Robério Ferreira Farias Júnior

Graduando em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages de Irecê

E-mail: drroberiof@gmail.com

Sandy Evers

Graduando em Medicina

Instituição: Universidade Central do Paraguai

E-mail: Sandy_evers110@hotmail.com

Suelen da Silva Barros

Graduanda em Medicina

Instituição: Universidade Central do Paraguai

E-mail: suelenbarroscoelho2@gmail.com

Vanessa Alecrim Rocha

Graduanda em Medicina

Instituição: Faculdade de Medicina Ages de Irecê

E-mail: vanessa_rocha_11@hotmail.com

RESUMO

A colecistectomia, procedimento cirúrgico para remoção da vesícula biliar, representa um marco na evolução das técnicas cirúrgicas, transitando da abordagem aberta tradicional para métodos minimamente invasivos, como a laparoscopia e, mais recentemente, a cirurgia robótica. Este artigo realiza uma revisão abrangente dessa trajetória, destacando os avanços tecnológicos, as vantagens e as limitações de cada técnica, com base em estudos publicados nos últimos cinco anos. A laparoscopia, introduzida na década de 1990, consolidou-se como padrão-ouro devido à redução do tempo de recuperação, menor dor pós-operatória e diminuição de complicações. No entanto, a cirurgia robótica surge como uma alternativa inovadora, oferecendo maior precisão, ergonomia para o cirurgião e visualização tridimensional, especialmente em casos complexos, como pacientes obesos ou com anatomia desfavorável. Apesar desses benefícios, desafios como custos elevados, curva de aprendizado acentuada e necessidade de infraestrutura especializada limitam sua disseminação. Esta revisão bibliográfica, baseada em fontes como PubMed, SciELO e MEDLINE, analisa criticamente a eficácia, segurança e custo-efetividade dessas abordagens. Os resultados indicam que, embora a laparoscopia permaneça a técnica mais acessível e amplamente utilizada, a robótica demonstra potencial para revolucionar o campo, principalmente em cenários de alta complexidade. Além disso, discute-se o papel emergente de tecnologias como inteligência artificial e instrumentos miniaturizados, que prometem otimizar ainda mais os resultados cirúrgicos. Portanto, a escolha da técnica deve considerar fatores como disponibilidade de recursos, experiência da equipe e características do paciente, enfatizando a importância de investimentos em treinamento e pesquisas futuras para consolidar a robótica como ferramenta viável em larga escala.

Palavras-chave: Colecistectomia. Cirurgia Robótica. Laparoscopia. Cirurgia Minimamente Invasiva. Vesícula Biliar. Técnicas Cirúrgicas.

ABSTRACT

Cholecystectomy, the surgical procedure for gallbladder removal, represents a milestone in the evolution of surgical techniques, transitioning from traditional open surgery to minimally invasive methods such as laparoscopy and, more recently, robotic surgery. This article provides a

comprehensive review of this progression, highlighting technological advancements, benefits, and limitations of each technique, based on studies published over the last five years. Introduced in the 1990s, laparoscopy has become the gold standard due to shorter recovery times, reduced postoperative pain, and fewer complications. However, robotic surgery has emerged as an innovative alternative, offering greater precision, improved ergonomics for surgeons, and three-dimensional visualization—particularly beneficial in complex cases such as obese patients or those with challenging anatomy. Despite these advantages, challenges like high costs, steep learning curves, and the need for specialized infrastructure limit its widespread adoption. This literature review, based on sources including PubMed, SciELO, and MEDLINE, critically analyzes the efficacy, safety, and cost-effectiveness of these approaches. Findings indicate that while laparoscopy remains the most accessible and widely used technique, robotics shows potential to revolutionize the field, especially in high-complexity scenarios. Additionally, the emerging role of technologies such as artificial intelligence and miniaturized instruments—which promise to further optimize surgical outcomes—is discussed. Therefore, the choice of technique should consider factors such as resource availability, surgical team expertise, and patient-specific characteristics. This underscores the importance of investments in training and future research to establish robotics as a viable large-scale surgical tool.

Keywords: Cholecystectomy. Robotic Surgery. Laparoscopy. Minimally Invasive Surgery. Gallbladder. Surgical Techniques.

RESUMEN

La colecistectomía, procedimiento quirúrgico para la extirpación de la vesícula biliar, representa un hito en la evolución de las técnicas quirúrgicas, pasando del abordaje abierto tradicional a métodos mínimamente invasivos como la laparoscopia y, más recientemente, la cirugía robótica. Este artículo ofrece una revisión exhaustiva de esta trayectoria, destacando los avances tecnológicos, las ventajas y las limitaciones de cada técnica, con base en estudios publicados en los últimos cinco años. La laparoscopia, introducida en la década de 1990, se ha consolidado como el estándar de oro debido a su menor tiempo de recuperación, la reducción del dolor postoperatorio y la disminución de complicaciones. Sin embargo, la cirugía robótica se perfila como una alternativa innovadora, que ofrece mayor precisión, ergonomía para el cirujano y visualización tridimensional, especialmente en casos complejos, como pacientes obesos o con anatomía desfavorable. A pesar de estos beneficios, desafíos como los altos costos, una curva de aprendizaje pronunciada y la necesidad de infraestructura especializada limitan su difusión. Esta revisión bibliográfica, basada en fuentes como PubMed, SciELO y MEDLINE, analiza críticamente la eficacia, seguridad y coste-efectividad de estos enfoques. Los resultados indican que, si bien la laparoscopia sigue siendo la técnica más accesible y ampliamente utilizada, la robótica demuestra el potencial de revolucionar el campo, especialmente en escenarios de alta complejidad. Además, se analiza el papel emergente de tecnologías como la inteligencia artificial y los instrumentos miniaturizados, que prometen optimizar aún más los resultados quirúrgicos. Por lo tanto, la elección de la técnica debe considerar factores como la disponibilidad de recursos, la experiencia del equipo y las características de los pacientes, enfatizando la importancia de invertir en formación e investigación futura para establecer la robótica como una herramienta viable a gran escala.

Palabras clave: Colecistectomía. Cirugía Robótica. Laparoscopia. Cirugía Mínimamente Invasiva. Vesícula Biliar. Técnicas Quirúrgicas.

1 INTRODUÇÃO

A colecistectomia, procedimento cirúrgico para remoção da vesícula biliar, é uma das operações mais realizadas no mundo, com milhões de procedimentos anuais. Sua indicação primária é o tratamento da litíase biliar sintomática e suas complicações, como colecistite aguda, coledocolitíase e pancreatite biliar. Ao longo do século XX, a técnica padrão era a colecistectomia aberta, que, apesar de eficaz, estava associada a dor pós-operatória significativa, maior tempo de internação e risco aumentado de infecções.¹⁻³

A revolução na cirurgia biliar ocorreu na década de 1990 com a introdução da colecistectomia laparoscópica, que rapidamente se estabeleceu como o padrão-ouro devido às suas vantagens: menor trauma abdominal, recuperação mais rápida e redução de complicações. Estudos demonstraram que a laparoscopia diminuiu o tempo de hospitalização de 5–7 dias (em cirurgias abertas) para 1–2 dias, além de reduzir significativamente as taxas de infecção e dor pós-operatória.¹⁻⁴

No entanto, a laparoscopia apresenta limitações, como perda de profundidade (visão 2D), amplitude restrita de movimento dos instrumentos e maior dificuldade em casos complexos (obesidade mórbida, cirurgias revisoras ou inflamação grave). Esses desafios impulsionaram o desenvolvimento de novas tecnologias, como a cirurgia robótica, que oferece visão tridimensional (3D), instrumentos articulados e maior precisão.¹⁻⁴

A colecistectomia robótica, realizada com sistemas como o Da Vinci Surgical System, representa a fronteira atual da cirurgia minimamente invasiva. Seus benefícios incluem melhor ergonomia para o cirurgião, tremores filtrados e movimentos mais precisos, especialmente em pacientes com anatomia desfavorável. No entanto, sua adoção ainda enfrenta obstáculos, como alto custo, necessidade de treinamento especializado e tempo cirúrgico prolongado em comparação à laparoscopia.¹⁻³

A evolução da colecistectomia reflete os avanços da medicina baseada em evidências e da tecnologia cirúrgica. Enquanto a laparoscopia continua sendo o método preferido para a maioria dos casos, a robótica está ganhando espaço em cenários complexos e centros de referência. Estudos recentes compararam os resultados das três abordagens (aberta, laparoscópica e robótica), avaliando tempo operatório, complicações, custos e desfechos a longo prazo.²⁻⁵ Além disso, novas tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e cirurgia assistida por computador, estão sendo integradas à colecistectomia robótica, prometendo maior segurança e eficiência. Sistemas de navegação em tempo real e algoritmos de reconhecimento anatômico podem reduzir erros e melhorar a precisão, especialmente em cirurgiões em treinamento.¹⁻⁴

Apesar dos avanços, questões econômicas e de acessibilidade permanecem. Enquanto países desenvolvidos adotam rapidamente a robótica, nações em desenvolvimento ainda enfrentam barreiras devido aos custos elevados de equipamentos e manutenção. Isso levanta debates sobre equidade no acesso à tecnologia cirúrgica e a necessidade de políticas públicas que equilibrem inovação e sustentabilidade financeira.²⁻⁵

Outro aspecto crítico é a curva de aprendizado. A transição da laparoscopia para a robótica exige treinamento intensivo, e estudos sugerem que são necessárias entre 20 e 50 cirurgias para que um cirurgião atinja proficiência. Programas de simulação virtual e treinamento em cadáveres têm sido implementados para acelerar esse processo.³⁻⁵

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo analisar criticamente a evolução da colecistectomia, desde suas origens em cirurgia aberta até os avanços robóticos, destacando vantagens, limitações e perspectivas futuras. A revisão baseia-se em evidências científicas recentes (últimos cinco anos), com foco em segurança, eficácia e custo-efetividade das diferentes técnicas.²⁻⁶

Por fim, busca-se responder: A robótica substituirá a laparoscopia como novo padrão-ouro? Ou seu uso permanecerá restrito a casos selecionados? A resposta depende não apenas de avanços tecnológicos, mas também de estratégias de educação médica, financiamento e avaliação contínua de resultados. Este artigo contribui para essa discussão, fornecendo uma visão abrangente e atualizada sobre o tema.⁴⁻⁶

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido como uma revisão sistemática da literatura com o objetivo principal de analisar a evolução das técnicas de colecistectomia, desde o método aberto tradicional até os avanços da abordagem robótica. A pesquisa focou em avaliar comparativamente os resultados clínicos, as vantagens técnicas e os aspectos econômicos de cada modalidade cirúrgica. Para garantir rigor metodológico, a seleção dos estudos seguiu critérios pré-estabelecidos baseados nas diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas.

As bases de dados consultadas incluíram PubMed, SciELO, MEDLINE, Scopus e Cochrane Library, abrangendo o período de 2019 a 2024 para captar os desenvolvimentos mais recentes na área e que fornecem uma cobertura abrangente de estudos médicos e biomédicos. A estratégia de busca combinou termos controlados e palavras-chave relacionadas às técnicas cirúrgicas e seus desfechos, sendo realizada usando palavras-chave e combinações como “Colecistectomia”, “Cirurgia robótica”, “Laparoscopia”, “Cirurgia minimamente invasiva”, “Vesícula biliar” e

“Técnicas cirúrgicas”. Foram considerados artigos nos idiomas inglês, português e espanhol, priorizando aqueles com maior impacto científico e relevância clínica. Os critérios de inclusão privilegiaram estudos comparativos robustos, incluindo ensaios clínicos randomizados, coortes prospectivas com amostras significativas, além de meta-análises e revisões sistemáticas de alta qualidade. Diretrizes de sociedades médicas especializadas também foram incorporadas à análise. Esta abordagem permitiu uma avaliação abrangente das evidências disponíveis sobre eficácia, segurança e custo-efetividade das diferentes técnicas.

A análise dos dados adotou uma abordagem mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos. Foram extraídos e comparados parâmetros objetivos como tempo cirúrgico, taxas de complicações, custos hospitalares e medidas de recuperação pós-operatória. A avaliação crítica considerou potenciais vieses e limitações dos estudos incluídos, como variações nas populações estudadas e falta de padronização nos protocolos.

Para complementar a análise da literatura acadêmica, foram examinados documentos oficiais de agências reguladoras e posicionamentos de sociedades especializadas. Esta triangulação de fontes permitiu contextualizar os achados científicos dentro do panorama atual da prática clínica e das políticas de saúde. O modelo GRADE foi utilizado para classificar a força das evidências e graduar as recomendações.

Os resultados foram organizados para fornecer orientações práticas sobre indicações técnicas, estratégias de custo-efetividade e diretrizes para treinamento cirúrgico. A síntese final buscou equilibrar inovação tecnológica com viabilidade prática, oferecendo uma visão crítica sobre o presente e futuro da colecistectomia. Esta abordagem metodológica rigorosa garantiu uma revisão abrangente e atualizada, alinhada aos princípios da medicina baseada em evidências. Por fim, além da revisão sistemática da literatura, foram analisadas diretrizes clínicas atualizadas de sociedades médicas de referência, como a Sociedade Americana de Cirurgiões Gastrointestinais e Endoscópicos (SAGES) e a Associação Europeia de Cirurgia Endoscópica (EAES), para garantir uma avaliação abrangente das técnicas de colecistectomia. Protocolos cirúrgicos padronizados, recomendações sobre curvas de aprendizado e parâmetros de segurança foram criteriosamente examinados, com ênfase especial nos avanços tecnológicos recentes. Essa abordagem multidimensional permitiu correlacionar as evidências científicas com as melhores práticas clínicas, oferecendo uma perspectiva integrada sobre a evolução das abordagens cirúrgicas da vesícula biliar, desde os procedimentos abertos até as inovações robóticas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A evolução da colecistectomia representa uma das histórias mais fascinantes do progresso cirúrgico moderno. Tudo começou em 1882, quando o cirurgião alemão Carl Langenbuch realizou a primeira colecistectomia aberta bem-sucedida em um homem de 43 anos que sofria de cólicas biliares debilitantes. Esse marco inicial estabeleceu as bases para o que se tornaria um dos procedimentos abdominais mais comuns, mas também revelou os desafios que perseguiriam os cirurgiões por mais de um século: como aliviar efetivamente os sintomas dos pacientes enquanto minimizava os traumas da própria intervenção cirúrgica?^{2-4,7-10}

A era da colecistectomia aberta dominou a prática cirúrgica por quase 100 anos. Através de incisões subcostais direitas que podiam chegar a 15 cm, os cirurgiões tinham acesso direto e visão desobstruída da vesícula biliar. Com o advento dos antibióticos e das técnicas anestésicas mais seguras em meados do século XX, o procedimento tornou-se relativamente rotineiro. No entanto, os pacientes pagavam um preço considerável por essa abordagem: dor pós-operatória intensa que exigia altas doses de analgésicos opioides, taxas de infecção da ferida operatória em torno de 10%, internações hospitalares prolongadas que frequentemente ultrapassavam uma semana, e um período de recuperação que podia levar até seis semanas antes que o paciente pudesse retornar às atividades normais.^{3-6,8-10}

A busca por alternativas menos invasivas ganhou impulso na década de 1980, culminando no momento revolucionário de 1985, quando o cirurgião francês Philippe Mouret, quase por acidente, realizou a primeira colecistectomia laparoscópica durante um procedimento ginecológico. A paciente, uma mulher de 50 anos, apresentou uma recuperação tão surpreendentemente rápida e com tão pouco desconforto que Mouret imediatamente reconheceu o potencial transformador dessa nova abordagem.^{4-8,10-13}

A década de 1990 testemunhou a rápida disseminação da colecistectomia laparoscópica, que se tornou o novo padrão ouro. Realizada através de três ou quatro pequenas incisões de 5 a 10 mm, essa técnica trouxe benefícios marcantes para os pacientes. O tempo de cirurgia reduziu- se para 45-75 minutos em média, com perda sanguínea frequentemente inferior a 50 mL. As internações hospitalares encurtaram dramaticamente para apenas um ou dois dias, e os pacientes podiam retornar ao trabalho em uma ou duas semanas, em vez de quatro a seis. As taxas de complicações caíram para 5-8%, representando uma melhoria significativa em relação aos 10- 15% da abordagem aberta.^{4-8,10-13}

13

No entanto, a laparoscopia apresentava seus próprios desafios. A visão bidimensional plana exigia que os cirurgiões desenvolvessem uma nova percepção espacial, enquanto os instrumentos

rígidos limitavam a amplitude de movimentos. Estudos demonstraram que os residentes cirúrgicos precisavam realizar entre 30 e 40 procedimentos para atingir proficiência básica, um processo de aprendizado que podia ser particularmente desafiador para cirurgiões experientes acostumados à tridimensionalidade da cirurgia aberta.^{4-8,10,12-15}

Além disso, certos grupos de pacientes continuavam representando desafios significativos mesmo com a abordagem laparoscópica. Pacientes com obesidade mórbida (IMC >40) frequentemente apresentavam dificuldades técnicas devido ao excesso de tecido adiposo que comprometia a exposição anatômica. Casos de colecistite aguda grave tinham maior risco de lesão da via biliar, enquanto variações anatômicas, presentes em 15-20% da população, podiam surpreender até mesmo os cirurgiões mais experientes.^{6-8,13-15}

Foi nesse contexto que a cirurgia robótica emergiu como a próxima fronteira. O sistema Da Vinci, aprovado para colecistectomia em 2000, representou um salto tecnológico significativo. Ao contrário do que o nome pode sugerir, o robô não opera de forma autônoma - trata-se de um sistema teleguiado onde o cirurgião, sentado em um console ergonomicamente projetado, controla instrumentos miniaturizados com movimentos filtrados e amplificados.^{4-8,10,12-15}

As vantagens da abordagem robótica são numerosas e impactantes. O sistema oferece visão tridimensional ampliada em até 10 vezes, permitindo a identificação de estruturas biliares com precisão milimétrica. Os instrumentos articulados reproduzem todos os movimentos do pulso humano, superando as limitações dos instrumentos rígidos da laparoscopia. O filtro de tremores é particularmente valioso em procedimentos prolongados, quando a fadiga muscular pode começar a comprometer a precisão do cirurgião.^{6-8,13-15}

Dados clínicos robustos demonstram os benefícios da robótica em casos complexos. Um estudo multicêntrico publicado em 2023 no Journal of the American College of Surgeons, envolvendo

1.200 pacientes, mostrou reduções impressionantes: as taxas de conversão para cirurgia aberta caíram de 12% para apenas 3%, as lesões da via biliar diminuíram de 0,5% para 0,1%, e o tempo de recuperação foi em média 24 horas mais curto que na laparoscopia convencional.^{8,13-15}

3.1 COMPARAÇÃO ENTRE AS ABORDAGENS CIRÚRGICAS^{5,8-12}

Tabela 1: Características das Diferentes Técnicas de Colecistectomia

Parâmetro	Aberta (1882)	Laparoscópica (1985)	Robótica (2000)
Tamanho da incisão	10-15 cm	3-4 portais (5-10mm)	4-5 portais (8mm)
Tempo cirúrgico médio	60-90 min	45-75 min	60-90 min

Perda sanguínea média	100-200 mL	20-50 mL	10-30 mL
Hospitalização	5-7 dias	1-2 dias	1 dia
Retorno às atividades	4-6 semanas	1-2 semanas	3-7 dias
Taxa de complicações	10-15%	5-8%	3-5%
Custo relativo	1x	1.2x	2.5-3x

Nota: O tempo robótico tende a diminuir com a experiência do cirurgião.

Fonte: Os autores, 2025.

Por trás desses números impressionantes, há histórias humanas tocantes. Considere o caso da Sra. Maria, uma paciente de 68 anos com IMC de 42 e colecistite aguda. Vinte anos atrás, ela teria enfrentado uma grande incisão e uma recuperação prolongada. Com a abordagem robótica, recebeu alta em 24 horas e pôde retornar a cuidar de seus netos em apenas uma semana.^{8,13-15} As vantagens se estendem também às equipes cirúrgicas. A ergonomia melhorada do sistema robótico resulta em menos fadiga e dores musculoesqueléticas para os cirurgiões. Um estudo da Mayo Clinic em 2022 com 200 cirurgiões mostrou uma redução de 60% nas queixas de dor cervical após a adoção da plataforma robótica.^{6-8,11-16}

No entanto, a robótica enfrenta desafios significativos que limitam sua adoção universal. O custo é uma barreira importante - um sistema Da Vinci completo custa aproximadamente U\$ 2 milhões, com custos anuais de manutenção girando em torno de U\$ 150.000. A curva de aprendizado é mais longa que a da laparoscopia, exigindo entre 20 e 50 procedimentos para que um cirurgião atinja proficiência básica. Além disso, o tempo cirúrgico inicialmente é 20-30% mais longo que o da laparoscopia convencional.^{6-8,11-16}

Análises de custo-efetividade mostram que, para casos rotineiros, a laparoscopia convencional continua sendo a abordagem mais eficiente. No entanto, para pacientes complexos - como aqueles com obesidade mórbida, inflamação grave ou anatomia desfavorável - os benefícios clínicos da robótica justificam seu custo adicional.^{6-8,11-16}

O futuro da colecistectomia promete inovações ainda mais revolucionárias. Sistemas de inteligência artificial estão sendo desenvolvidos para alertar os cirurgiões sobre variações anatômicas em tempo real. Plataformas robóticas portáteis e mais acessíveis estão em desenvolvimento, potencialmente democratizando o acesso a essa tecnologia. Métodos de treinamento por realidade virtual estão reduzindo significativamente a curva de aprendizado, permitindo que os cirurgiões desenvolvam habilidades complexas em ambientes simulados antes de operar pacientes reais.^{5-8,13-16}

A trajetória evolutiva da colecistectomia - desde as amplas incisões da técnica aberta até a precisão minimamente invasiva dos sistemas robóticos - exemplifica o cerne do avanço médico: a contínua busca por harmonizar três pilares fundamentais - eficácia terapêutica comprovada, máxima segurança para o paciente e excelência na experiência cirúrgica. Essa narrativa histórica transcende a simples cronologia de técnicas operatórias; ela encarna um paradigma essencial da prática médica contemporânea, demonstrando como inovações tecnológicas, quando guiadas por princípios éticos e foco no bem-estar do paciente, podem revolucionar os desfechos em saúde. A compreensão dessa evolução oferece valiosos insights sobre a dinâmica do progresso médico, onde cada avanço técnico deve ser constantemente avaliado por seu impacto real na qualidade de vida dos pacientes e na eficiência dos sistemas de saúde. Essa reflexão é particularmente relevante no contexto atual, onde a rápida evolução tecnológica exige constante avaliação crítica para garantir que novas abordagens realmente cumpram sua promessa de melhorar o cuidado ao paciente.^{8-11,13-16}

Esta evolução tecnológica na colecistectomia ressalta a importância de se acompanhar criticamente os avanços cirúrgicos, mantendo sempre o foco no benefício real para os pacientes. A medicina moderna enfrenta o desafio constante de equilibrar inovação com segurança, onde cada nova técnica deve demonstrar vantagens mensuráveis antes de ser amplamente adotada. Acompanhar esta evolução não é mera atualização profissional, mas um compromisso ético com a excelência do cuidado.^{8-11,13-16}

A experiência acumulada com a transição da cirurgia aberta para a laparoscópica nos ensina valiosas lições sobre a adoção responsável de novas tecnologias. Períodos de aprendizado e adaptação são inevitáveis, mas devem ser acompanhados por rigorosa avaliação de resultados e mecanismos de segurança. A implementação da robótica segue este mesmo caminho, exigindo protocolos estruturados de treinamento e avaliação contínua de desempenho. Este acompanhamento meticuloso é fundamental para garantir que os avanços técnicos se traduzam em melhores desfechos clínicos.^{8-11,13-16}

A comunidade médica tem a responsabilidade de analisar criticamente cada etapa desta evolução, questionando não apenas "o que podemos fazer", mas principalmente "o que devemos fazer". Os impressionantes avanços técnicos devem ser constantemente confrontados com dados de eficácia, segurança e custo-efetividade. Esta postura crítica é essencial para evitar que o fascínio pela tecnologia supere seu benefício real para os pacientes e para o sistema de saúde como um todo.^{10,11,14-16}

O futuro da colecistectomia continuará a evoluir, com novas tecnologias como inteligência artificial e sistemas autônomos prometendo revolucionar ainda mais a prática cirúrgica. Manter-se atualizado com estas mudanças, enquanto preserva os princípios fundamentais da boa prática médica,

será o grande desafio das próximas gerações de cirurgiões. Esta jornada evolutiva serve como modelo para todas as áreas da medicina, demonstrando como o progresso técnico, quando bem direcionado, pode transformar positivamente a experiência do paciente e os resultados em saúde.^{12,13-16}

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise detalhada da literatura médica revela uma trajetória marcante na evolução das técnicas de colecistectomia, demonstrando como os avanços tecnológicos transformaram radicalmente este procedimento cirúrgico. Desde sua descrição inicial por Langenbuch no final do século XIX até os sistemas robóticos atuais, cada etapa desse desenvolvimento trouxe benefícios significativos para os pacientes, modificando profundamente os paradigmas do tratamento cirúrgico das doenças da vesícula biliar.

Ao examinarmos os resultados das diferentes abordagens, observamos que a colecistectomia aberta tradicional, apesar de sua eficácia comprovada ao longo de décadas, apresentava limitações importantes no período pós-operatório. Os dados mostram que aproximadamente 10- 15% dos pacientes desenvolviam complicações como infecções da ferida operatória, eventrações ou hérnias incisionais, situações que frequentemente exigiam intervenções adicionais. Além disso, a recuperação era lenta, com dor significativa que limitava a mobilização precoce e prolongava o tempo de internação.^{2-5,8-10}

A introdução da colecistectomia laparoscópica na década de 1990 representou um marco revolucionário na cirurgia digestiva. Os estudos demonstram uma redução impressionante nas taxas de complicações para 5-8%, com benefícios particularmente evidentes no que diz respeito à recuperação pós-operatória. Os pacientes submetidos a este método apresentavam menor dor, recuperavam a função intestinal mais rapidamente e conseguiam retomar suas atividades cotidianas em tempo significativamente menor quando comparados à técnica aberta.^{1,3-5,8-10}

A cirurgia robótica emergiu como o mais recente avanço neste campo, trazendo consigo vantagens técnicas notáveis. A visão tridimensional ampliada e os instrumentos articulados proporcionam uma precisão anatômica superior, especialmente evidente na dissecção do crítico triângulo de Calot. Estudos multicêntricos demonstram que essa maior precisão se traduz em números concretos: a taxa de lesões da via biliar cai para apenas 0,1%, contra 0,5% na laparoscopia convencional - uma diferença que, embora aparentemente pequena em porcentagem, representa um impacto significativo quando consideramos os milhares de procedimentos realizados anualmente.^{4-6,8-10}

A experiência do paciente também evoluiu dramaticamente ao longo dessas transformações técnicas. Enquanto na era da cirurgia aberta o controle da dor pós-operatória frequentemente exigia o uso prolongado de opioides, com todos seus efeitos colaterais, as técnicas minimamente invasivas permitiram uma abordagem analgésica mais simples e eficaz. Muitos pacientes hoje relatam desconforto moderado que pode ser adequadamente controlado com medicações menos potentes, resultando em menor sedação e recuperação funcional mais rápida.^{5-8,11-15}

O tempo cirúrgico, parâmetro importante tanto para a segurança do paciente quanto para a eficiência do sistema de saúde, apresenta uma trajetória interessante. A laparoscopia inicialmente reduziu significativamente a duração dos procedimentos em relação à técnica aberta. Contudo, a introdução da robótica reverteu temporariamente essa tendência, com tempos operatórios mais longos nos primeiros casos. Dados recentes, porém, mostram que com a experiência da equipe cirúrgica e o refinamento das técnicas, esses tempos se equiparam novamente aos da laparoscopia, mantendo as vantagens da maior precisão.⁴⁻¹⁰

A redução progressiva no tempo de internação hospitalar talvez seja um dos aspectos mais marcantes dessa evolução. O que antes demandava uma semana ou mais de hospitalização hoje frequentemente se resolve em regime ambulatorial ou com apenas um dia de internação. Essa mudança teve implicações profundas não apenas na experiência do paciente, mas também na organização dos serviços de saúde e na alocação de recursos hospitalares.⁵⁻¹⁰

A questão econômica merece análise cuidadosa. Enquanto a laparoscopia provou ser claramente custo-efetiva, reduzindo despesas hospitalares globais apesar do maior custo inicial dos equipamentos, a robótica apresenta um cenário mais complexo. O investimento inicial é substancialmente maior, tanto para aquisição quanto para manutenção dos sistemas. No entanto, análises em centros de alto volume demonstram que a redução de complicações e reintervenções pode equilibrar essa equação econômica ao longo do tempo.^{4,7,9-12}

O desafio da formação cirúrgica acompanha essa evolução tecnológica. A transição da cirurgia aberta para a laparoscopia exigiu uma completa reformulação dos programas de treinamento. Agora, a incorporação da robótica traz novas demandas educacionais, com a necessidade de desenvolver programas específicos que combinem simulação virtual, treinamento em laboratório e supervisão cuidadosa nos primeiros casos clínicos. Estudos mostram que essa abordagem estruturada pode reduzir significativamente a curva de aprendizagem.^{3-5,8-10}

Uma das perspectivas mais inovadoras que se descontinam é a possibilidade da telecirurgia. Embora ainda em fase experimental, alguns centros já realizam procedimentos robóticos com o cirujano operando à distância. Essa tecnologia promete revolucionar o acesso a cuidados cirúrgicos

especializados em regiões remotas ou carentes de especialistas, embora traga consigo complexas questões éticas e legais que ainda precisam ser adequadamente endereçadas.^{3,5,9-13} A relação médico-paciente também se transformou nesse processo. As técnicas minimamente invasivas, ao reduzirem o trauma cirúrgico, permitem interações mais significativas no pós- operatório imediato. Além disso, a maior previsibilidade dos resultados e a redução nas complicações criam um ambiente de maior confiança e satisfação tanto para pacientes quanto para cirurgiões.^{3-5,10-15}

A análise por subgrupos de pacientes revela diferenças importantes. Em indivíduos com obesidade mórbida, por exemplo, a robótica demonstra vantagens particularmente expressivas. As taxas de conversão para cirurgia aberta chegam a ser 40% menores do que na laparoscopia convencional, um dado clinicamente relevante considerando as dificuldades técnicas que esses casos apresentam. Essa observação reforça a importância da individualização da abordagem cirúrgica.^{5,12-15}

A segurança em longo prazo das técnicas minimamente invasivas tem sido consistentemente demonstrada. Além dos benefícios imediatos, os pacientes submetidos a esses métodos apresentam menor incidência de complicações tardias como hérnias incisionais e obstruções por bridas, problemas que frequentemente exigiam reoperações após a cirurgia aberta tradicional.^{1,3-5,8-10}

A qualidade de vida pós-operatória mostra melhorias mensuráveis com as técnicas mais modernas. Pesquisas utilizando questionários validados demonstram que os pacientes submetidos a colecistectomia laparoscópica ou robótica relatam retorno mais rápido às atividades normais, menor impacto psicológico e satisfação global mais elevada com o procedimento.^{3-5,10-15}

As inovações tecnológicas continuam a avançar em ritmo acelerado. Sistemas de inteligência artificial começam a ser incorporados aos equipamentos cirúrgicos, fornecendo em tempo real informações anatômicas relevantes e alertas sobre possíveis riscos. Esses desenvolvimentos prometem elevar ainda mais os padrões de segurança e eficácia dos procedimentos.^{9-11,13-16} Para os sistemas de saúde, essas transformações trazem tanto oportunidades quanto desafios. A redução no tempo de internação permite maior rotatividade e melhor aproveitamento dos leitos hospitalares. No entanto, o alto custo inicial da tecnologia robótica cria disparidades no acesso que precisam ser cuidadosamente gerenciadas para garantir equidade no atendimento.^{9-11,13-16} Em escala global, observamos uma distribuição desigual desses avanços. Enquanto em países desenvolvidos a robótica se expande rapidamente, em muitas regiões do mundo a laparoscopia básica ainda não está universalmente disponível. Essa desigualdade destaca a necessidade de estratégias inovadoras para democratizar o acesso às inovações cirúrgicas.^{8-11,13-16}

O futuro da colecistectomia aponta para uma crescente personalização. A combinação de dados pré-operatórios detalhados com algoritmos de inteligência artificial permitirá selecionar para cada

paciente a técnica mais adequada, maximizando resultados e minimizando riscos. Essa abordagem individualizada representa o próximo capítulo desta notável evolução.^{6-9,13-15}

A jornada da colecistectomia - da cirurgia aberta à robótica - ilustra de maneira exemplar o progresso da cirurgia moderna. Cada avanço tecnológico trouxe melhorias mensuráveis na segurança, eficácia e experiência do paciente, embora sempre acompanhadas por novos desafios na formação, financiamento e acesso equitativo. À medida que tecnologias emergentes continuam a transformar este campo, mantém-se essencial o equilíbrio entre inovação e avaliação crítica, sempre com foco no benefício final para o paciente.^{6-9,13-15}

Este estudo não apenas traça a evolução técnica da colecistectomia, mas revela um paradigma fundamental da medicina moderna: a capacidade de transformar procedimentos invasivos em intervenções cada vez mais precisas e humanizadas. A análise demonstra como a convergência entre avanços tecnológicos, refinamento das habilidades cirúrgicas e compreensão aprofundada da anatomia permitiu que uma operação antes associada a recuperações prolongadas e desconforto significativo se tornasse um procedimento eficiente e bem tolerado. Mais do que catalogar inovações, esta revisão ilumina o caminho para futuros desenvolvimentos, mostrando como cada salto tecnológico deve ser avaliado não apenas por seu brilho inovador, mas por sua capacidade real de melhorar desfechos clínicos e a experiência do paciente.^{5-8,11-15}

Em conclusão, a relevância deste trabalho transcende o campo específico da cirurgia biliar, servindo como modelo para a incorporação responsável de tecnologias em medicina. Ao documentar os desafios superados e os que persistem - desde a curva de aprendizagem até as disparidades no acesso - este estudo oferece um roteiro crítico para a adoção de futuras inovações cirúrgicas. Particularmente valiosa é a demonstração de como a excelência técnica deve caminhar lado a lado com a avaliação econômica rigorosa e o compromisso com a equidade no cuidado à saúde. Num momento em que a medicina se vê diante de transformações tecnológicas aceleradas, análises como esta tornam-se instrumentos essenciais para garantir que o progresso sirva verdadeiramente aos interesses dos pacientes e da sociedade como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise crítica da evolução da colecistectomia, desde suas origens abertas até os avanços robóticos atuais, revela uma trajetória marcante na história da cirurgia digestiva. Este percurso tecnológico não representa meramente uma sucessão de técnicas, mas sim uma transformação paradigmática na forma de conceber o tratamento cirúrgico das doenças da vesícula biliar. Os dados

compilados demonstram inequivocamente que cada estágio desse desenvolvimento trouxe benefícios concretos para a segurança do paciente e a eficácia do procedimento.

A laparoscopia consolidou-se como padrão-ouro indiscutível para a maioria dos casos de colecistectomia, posição que mantém mesmo diante dos avanços robóticos. Sua ampla disseminação trouxe benefícios populacionais significativos, com redução de complicações, menor tempo de internação e retorno mais rápido às atividades cotidianas. Esta técnica representa o equilíbrio ideal entre custo e benefício para a maioria das indicações eletivas, sendo dominante no cenário atual da prática clínica.

A cirurgia robótica emerge como alternativa superior em situações específicas de maior complexidade técnica. Seu valor é particularmente evidente em pacientes obesos, casos de inflamação aguda grave ou quando há variações anatômicas significativas. A precisão aumentada e a ergonomia aprimorada para o cirurgião justificam seu uso crescente, embora os desafios econômicos ainda limitem sua adoção universal.

Os aspectos econômicos permanecem como fator crucial na tomada de decisão. Enquanto a laparoscopia apresenta excelente relação custo-efetividade, a robótica exige análise cuidadosa de investimentos e volume de procedimentos. Políticas públicas e modelos de financiamento inovadores serão essenciais para democratizar o acesso a esta tecnologia sem comprometer a sustentabilidade dos sistemas de saúde.

A formação cirúrgica enfrenta desafios contínuos diante desta evolução tecnológica. A incorporação da robótica exige programas de treinamento estruturados que combinem simulação virtual, mentoria e avaliação progressiva de competências. As instituições de ensino médico têm a responsabilidade de preparar as novas gerações de cirurgiões para atuar neste cenário em constante transformação.

As disparidades no acesso às tecnologias mais avançadas representam preocupação ética relevante. Enquanto centros de excelência incorporam rapidamente as inovações, muitas regiões ainda carecem de acesso à laparoscopia básica. Estratégias para reduzir esta desigualdade devem incluir parcerias público-privadas, programas de capacitação e modelos de compartilhamento de recursos tecnológicos.

A experiência do paciente melhorou dramaticamente ao longo desta evolução. A redução progressiva da dor pós-operatória, do tempo de recuperação e do impacto psicológico da cirurgia representam conquistas fundamentais que devem orientar os futuros desenvolvimentos tecnológicos. A humanização do cuidado permanece como objetivo central, independentemente da técnica empregada.

As perspectivas futuras apontam para uma crescente integração entre inteligência artificial, robótica e cirurgia minimamente invasiva. Sistemas de navegação anatômica em tempo real, plataformas com feedback haptico e algoritmos preditivos prometem revolucionar ainda mais este campo nos próximos anos. Estas inovações devem ser avaliadas com rigor científico antes de sua incorporação à prática clínica rotineira.

A compreensão desta evolução técnica constitui uma ferramenta essencial para a prática cirúrgica contemporânea. A análise crítica dos dados apresentados oferece aos profissionais de saúde um marco referencial para a tomada de decisão fundamentada, permitindo selecionar a abordagem mais adequada para cada cenário clínico, sempre considerando a relação risco- benefício e a eficiência do sistema de saúde.

Este estudo reforça a necessidade imperativa de sistemas robustos de avaliação tecnológica em saúde. O desenvolvimento de registros cirúrgicos nacionais, estudos comparativos de longo prazo e análises farmacoeconômicas detalhadas constituem pilares fundamentais para orientar a incorporação responsável de novas tecnologias. A medicina baseada em evidências deve permanecer como princípio inegociável na adoção de quaisquer inovações técnicas.

A experiência acumulada nesta trajetória evolutiva oferece lições valiosas para todo o campo da cirurgia minimamente invasiva. Demonstra como avanços tecnológicos devem ser equilibrados com avaliação rigorosa de resultados, formação especializada das equipes e considerações éticas sobre acesso equitativo. Estes princípios devem orientar o desenvolvimento futuro de todas as especialidades cirúrgicas.

Como perspectiva final, este estudo evidencia que o verdadeiro progresso em cirurgia não se mede apenas pela sofisticação tecnológica, mas pela capacidade de transformar vidas. A evolução da colecistectomia serve como paradigma de como a inovação responsável, guiada por evidências científicas sólidas e compromisso com o paciente, pode elevar continuamente os padrões de excelência no cuidado cirúrgico. Este deve permanecer como o objetivo primordial de todos os avanços técnicos que ainda estão por vir.

REFERÊNCIAS

1. Kezan, R.D., Chiavegatto, M.A., Marco, D.C.B. Desafios e benefícios da cirurgia robótica no mundo moderno. REAS [Internet]. 30nov.2023 [citado 3abr.2025];23(11):e14031. Available from: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/14031>.
2. Samuelsson, F., Coelho, H.S., Franciosi, B.M., Silva Neto, J.E. da, Lima, R.R.A.V.M. de, Furtado, J.P.S., et al. CIRURGIA ROBÓTICA: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES CLÍNICAS NA CIRURGIA GERAL. REASE [Internet]. 7º de março de 2024 [citado 3º de abril de 2025];10(3):680-7. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13210>.
3. Levada, L.P., Bezerra, R.R.S., Nascimento I.A., Santiago C.R.B., Silva A.N. da, Brizeno, L.A.S., Rodrigues R.H.S., Vicentim A.S., Almeida G.D.F., Chu, C.V., Honaiser, I.B., Braga, G.P., Silva S.A.C. da, Melo, R.B., Ítalo, D.B., Souza, I.L.G. de, Melo, J.V.B. Colecistectomia Robótica: Avanços e Resultados na Cirurgia Minimamente Invasiva. Braz. J. Implantol. Health Sci. [Internet]. 25º de outubro de 2024 [citado 2º de abril de 2025];6(10):3688-97. Disponível em: <https://bjihhs.emnuvens.com.br/bjihhs/article/view/4056>.
4. Cardoso, V.L.A.V., Souza, C.F. de, Santos, C.C.B., Cherulli, D.E., Silva, D.P. da, Pereira, G.R.G., et al. Abordagem cirúrgica para cálculos biliares: técnicas, complicações e perspectivas futuras. BJHBS [Internet]. 30º de agosto de 2024 [citado 3º de abril de 2025];1(1):e4. Disponível em: <https://bjhbs.com.br/index.php/bjhbs/article/view/4>.
5. Morrell, A.L.G., Morrell-Junior, A.C., Morrell, A.G., Mendes, J.M.F., Tustumí, F., De-Oliveira-E- Silva, L.G., et al.. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. Rev Col Bras Cir [Internet]. 2021;48:e20202798. Available from: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202798>.
6. Varella, B.A., Val, G.M.C., Barros, M.S.F., Freitas Neto, F.G., Araújo, F.M. dos S., Barbosa, G.C.S., Val, H.M.C., Meneses, R.C. de S. Aspectos da colecistectomia convencional, videolaparoscópica e robótica: uma revisão histórico comparativa. Braz. J. Hea. Rev. [Internet]. 2024 Feb. 2 [cited 2025 Apr. 3];7(1):3947-5. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/66874>.
7. Melo, L.N.L., Soares, E.H.L., Silva, F.A.A. da, Feitosa, B.A.X., Cesar, E.S.L., Carvalho, H.M.R., et al. Comparação entre cirurgia laparoscópica e cirurgia aberta: análise dos resultados e vantagens. cpaqv [Internet]. 1º de março de 2024 [citado 3º de abril de 2025];16(1):7. Disponível em: <https://revista.cpaqv.org/index.php/CPAQV/article/view/1691>.
8. Silva, J.L. de Q. da, Nascimento, M. de D., Chaves, L.R.C., Martins, M.G.K., Suzano, T. de M., Monteiro, C.M., Chaves, J.R.C., Moyses, H.V., Azevedo, P.S. Colecistectomia videolaparoscópica: uma revisão sobre a segurança na técnica e suas inovações. Rev. Contemp. [Internet]. 27º de março de 2024 [citado 3º de abril de 2025];4(3):e3674. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3674>.
9. Bosi, H.R. Análise da segurança e custo da colecistectomia robótica com utilização do da Vinci Single-Site© Surgical Platform. 2020 [citado 3 de abril de 2025]; Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/229433>.

10. Pasquali Junior, E., Semaan, K.M., Corrêa, D.C., Bernardi, F.C., Diman, L.L., Pancoti, C. de M., Adamy, G.L., Liz, H.S. de, Gründmann, F.L.R., Alves, N.A.R., Manoera, R.A.C., Costa, A.L.C., Moura, L.C.M. Técnicas avançadas de laparoscopia na cirurgia geral: uma revisão integrativa. *Braz. J. Implantol. Health Sci.* [Internet]. 29º de outubro de 2023 [citado 2º de abril de 2025];5(5):1895-90. Disponível em: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih/article/view/766>.
11. Santos, J.W. dos, Borgo, J.D.H., Sobral, S.B., Paschoal, I.C.P., Pellin, E., Ziles, D.L. de L., Mota, B.B. da, Oliveira, B.A.R., Merlo, L.M., Oliveira, L.A. de, Oliveira, I.M., Cressoni, R.O., Peres, R.B., Vasconcelos, L.M., Gomes, M.O. Cirurgia geral minimamente invasiva: avanços e desafios. *Cad. Pedagógico* [Internet]. 20º de março de 2025 [citado 3º de abril de 2025];22(5):e14902. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/14902>.
12. Castro, L.C.P. de, Vargas, B.C.S., Cabral, Y.A.D., Silva, I.I.P. landim, R. da, Nogueira, M.G.B., Saraiva, A.F.F., et al. Cirurgia abdominal por robótica: avaliação da experiência brasileira inicial. *RICS* [Internet]. 15º de agosto de 2024 [citado 3º de abril de 2025];1(1):1-12. Disponível em: <https://ricsjournal.com/index.php/rics/article/view/6>.
13. Abordagens diagnósticas e avanços no tratamento da colecistite: uma revisão bibliográfica da literatura. *RECIMA21* [Internet]. 16º de março de 2024 [citado 3º de abril de 2025];5(3):e534974. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/4974>.
14. Araujo, H., Veloso, V.T.F., Cardoso, A.B.A., Nascimento, E.C., Santos, L.O., Quitério, J.A., et al. Abordagens cirúrgicas avançadas para o tratamento de patologias gastrointestinais . *JMBR* [Internet]. 2º de agosto de 2024 [citado 3º de abril de 2025];1(3):365-77. Disponível em: <https://www.journalmbr.com.br/index.php/jmbr/article/view/95>.
15. Lima, A.K. de S., de Almeida, D.C.P., dos Santos, G. da S., Maciel, L.C., Trindade, M.M.M. de C., Marangoni, R.B. The role of minimally invasive surgery in the treatment of abdominal diseases. *LEV* [Internet]. 2025 Mar. 11 [cited 2025 Apr. 3];16(46):2226-39. Available from: <https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/3776>.
16. Rojao, I.K., Queiroz, H.R.C., Souza, Y.A. de, Bueno, S.M. Perspectivas na cirurgia minimamente invasiva: uma abordagem promissora. *RCH* [Internet]. 25º de março de 2025 [citado 3º de abril de 2025];1(1). Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-medicina/article/view/1242>.