

Avanços e desafios da cirurgia robótica: uma revisão integrativa

Miguel de Oliveira Marinho¹, Jaison Machado Junior¹, Eduardo Fernandes Clodes¹, Arthur Bittar¹, Lucas Fernandes Santana¹, Josana de Castro Peixoto²

1. Discente do curso de Medicina da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

2. Docente curso de Medicina da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA.

RESUMO: A tecnologia tem avançado rápido e, com isso, a cirurgia também mudou bastante nos últimos anos. A entrada dos sistemas robóticos acabou ampliando o que é possível fazer dentro do centro cirúrgico, já que eles permitem movimentos mais precisos, visão em 3D, menos agressão aos tecidos e uma recuperação geralmente mais tranquila para o paciente. Esse tipo de recurso se espalhou para várias áreas, mesmo assim, ainda existem barreiras importantes, principalmente de infraestrutura e de custo, que impedem esse tipo de cirurgia de se integrar totalmente à rotina dos serviços. Nesta revisão integrativa, a proposta foi entender melhor onde a cirurgia robótica já avançou e quais obstáculos ainda atrapalham seu uso em pacientes que realmente precisam desse tipo de abordagem. A busca incluiu bases amplas da área da saúde, considerando publicações dos últimos dez anos, textos completos e métodos variados. No fim, dezessete estudos atenderam aos critérios e formaram o conjunto analisado. Ao examinar esse material, ficou claro que a cirurgia robótica traz uma série de vantagens: menor perda de sangue, menos complicações, internações mais curtas e um trauma tecidual reduzido. Além disso, diferentes pesquisas mostraram que ela é segura mesmo em cenários de maior complexidade. O campo também avançou em aspectos como a criação de instrumentos mais articulados, a realidade aumentada, o surgimento de novas plataformas e a expansão do treinamento por simulação, contribuindo para procedimentos mais refinados. Mesmo com tantos pontos positivos, ainda restam desafios que não são simples de superar. Os custos de compra e manutenção dos equipamentos continuam altos, a formação dos profissionais exige treinamento prolongado, e muitos centros ainda lidam com curvas de aprendizado longas. Há também questões relacionadas à aceitação por parte das equipes e limitações institucionais que afetam a implementação. Apesar dessas dificuldades, o conjunto dos estudos analisados aponta para um caminho promissor. A consolidação da cirurgia robótica depende de investimentos constantes em capacitação, infraestrutura e padronização. No geral, ela surge como uma ferramenta com grande potencial para transformar a prática cirúrgica, oferecendo resultados superiores aos obtidos pelos métodos tradicionais e ampliando o alcance das técnicas minimamente invasivas.

Palavras-chave: Robots Surgery. Advances. Obstacles.

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem transformado o cenário da cirurgia moderna ao introduzir ferramentas que aprimoram precisão, ergonomia e segurança. A cirurgia robótica destaca-se por possibilitar movimentos mais precisos, visão tridimensional e menor agressão tecidual¹². Inicialmente restrita a centros de alta complexidade, sua aplicação expandiu-se para urologia, ginecologia, cirurgia geral, colorretal, torácica e cardíaca³⁴. Apesar das vantagens como menor perda sanguínea, recuperação mais rápida e melhores resultados estéticos⁵⁶¹⁷, sua adoção ainda enfrenta desafios relacionados a custos elevados, necessidade de treinamento especializado e limitações estruturais observadas em diversos centros⁷⁸⁹¹⁰. Novas plataformas, como o KangDuo-SR01 e o Sentire®, impulsionaram comparações de desempenho, segurança e custo-benefício¹¹⁶. Além disso, a aceitação profissional e a confiança nos sistemas robóticos influenciam diretamente o ritmo de incorporação da tecnologia². A literatura recente demonstra resultados positivos em procedimentos urológicos, cardíacos, ginecológicos, colorretais e pediátricos³⁶⁷⁸¹⁰¹³¹⁵. Entretanto, ainda são escassas as revisões integrativas que reúnem de forma ampla os avanços e obstáculos relacionados à cirurgia robótica em pacientes com necessidades operatórias. Assim, esta revisão integrativa buscou analisar criticamente avanços, limitações e implicações da cirurgia robótica na prática cirúrgica contemporânea.

METODOLOGIA

Desenvolveu-se uma revisão integrativa seguindo as seis etapas clássicas: definição do tema e pergunta norteadora; amostragem; critérios de inclusão e exclusão; categorização; análise; e síntese final. A pergunta norteadora foi: “Quais são os avanços e obstáculos dos procedimentos cirúrgicos robóticos em pacientes com necessidades operatórias?” Estratégia PICO: P: Pacientes com necessidades operatórias, I: Cirurgias com participação robótica, Co: Avanços e obstáculos. A busca foi realizada nas bases PubMed, SciELO e LILACS, com filtros de últimos 10 anos, texto completo, clinical trial, randomized controlled trial, meta-analysis, humanos e idiomas português, inglês ou espanhol. Foram recuperados 17 artigos, seguindo o fluxograma PRISMA (Figura 1). Após leitura de títulos, resumos e remoção de duplicados, os estudos foram avaliados integralmente e incluídos conforme os critérios estabelecidos.

RESULTADOS

A busca permitiu identificar dezessete artigos, que compuseram esta revisão integrativa. Os estudos incluídos variaram quanto ao país de realização, objetivos e métodos, abrangendo um total de oito estudos quantitativos e nove qualitativos. A Tabela 1 apresenta a síntese das características dos estudos incluídos (ano, país, objetivo, tipo de estudo, população). A Tabela 2 reúne os principais resultados organizados em eixos temáticos.

Figura 1

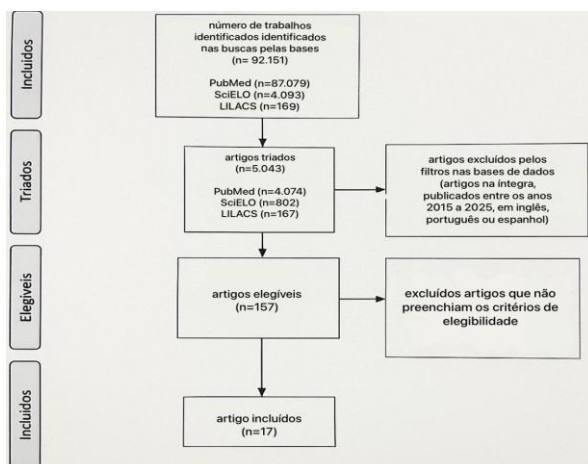


Tabela 1

Autor(es)	Tipo de estudo	População/amostra em estudo
Shaw et al.	Quantitativo	Residentes de cirurgia geral em instituições médicas dos EUA
Szabó et al.	Qualitativo	Cirurgiões e residentes de cirurgia geral na Hungria
Xiong et al.	Quantitativo	Pacientes submetidos a cirurgia urológica robótica no Hospital universitário Pequim
Lawrie L et al.	Qualitativo	Profissionais de saúde envolvidos em cirurgia assistida por robô no Reino Unido
Jiao et al.	Quantitativo	Pacientes submetidos à prostatectomia radical assistida por robôs
Ökten et al.	Quantitativo	Mulheres submetidas a histerectomia assistida por robô
Giannini et al.	Quantitativo	Pacientes com câncer retal submetidos a cirurgia robótica ou laparoscópica
Feng et al.	Quantitativo	Pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos abdominais
Ferrari D et al.	Qualitativo	Cirurgiões pediátricos e adultos em prática acadêmica
Neheman et al.	Qualitativo	Programas acadêmicos de treinamento em cirurgia robótica
Wallace WM et al.	Qualitativo	Pacientes com apnéia obstrutiva do sono submetidos a cirurgia robótica transoral
M P. Madion et al.	Quantitativo	Pacientes com neoplasias da tireoide submetidos a cirurgia robótica ou aberta
Tsou et al.	Qualitativo	Programas acadêmicos de treinamento em cirurgia robótica
Paek et al.	Qualitativo	Mulheres submetidas a histerectomia assistida por robô
Jerbaka M et al.	Quantitativo	Pacientes submetidos a cirurgia geral de emergência assistida por robô ou laparoscopia

Tabela 2

Áreas de aplicação da cirurgia robótica
Cirurgias urológicas (próstata, rins, bexiga) 2,3,9,10
Cirurgias cardiovasculares / torácicas 1,4,11
Cirurgias ginecológicas / pélvicas 5,6,7
Cirurgias oncológicas complexas / multissistêmicas 3,8,10,12
Micro / nano-robótica experimental / futuras aplicações 13,16,12,17
Avanços tecnológicos relatados
Visão 3D / instrumentos articulados / precisão 2,4,10,11
Novas plataformas robóticas (modular, portátil) 5,6,11
Simulação / realidade aumentada / treinamento 6,7,8
Automação parcial / suporte à decisão baseado em IA 1,8,12
Desenvolvimento micro / nano robótico 13,16,17
Vantagens clínicas observadas
Menor perda sanguínea / trauma 3,4,8,10
Menor tempo de internação / recuperação acelerada 2,3,9,10
Redução de complicações perioperatórias em centros especializados 1,3,10
Maior precisão em áreas restritas (pélvis, mediastino etc.) 2,4,10,11
Desafios e limitações
Curva de aprendizado prolongada / necessidade de treinamento intensivo 2,3,4,6
Custo elevado (aquisição, manutenção) 1,4,5,11
Tempo operatório aumentado nos casos iniciais 2,3,5
Dependência de infraestrutura / suporte técnico especializado 4,5,11
Aspectos éticos / regulatórios / segurança
Segurança de dados / privacidade / cibersegurança 1,12
Regulação / barreiras legais de uso clínico 12,13,16
Aceitação e confiança do paciente 5,8,12

Áreas de aplicação e tipos de estudo

A cirurgia robótica tem sido incorporada em urologia, ginecologia, cirurgia cardíaca, colorretal e otorrinolaringologia. Estudos demonstraram eficácia em cirurgias urológicas e abdominais complexas³⁵, segurança em procedimentos cardíacos minimamente invasivos⁶ e desempenho favorável em pacientes obesas submetidas à histerectomia robótica⁷. Resultados consistentes também aparecem em cirurgia colorretal⁸, pediátrica^{10,11}, transoral¹³ e tireoidiana¹⁴.

Avanços tecnológicos

Os avanços tecnológicos relatados incluem visão tridimensional, instrumentação articulada, plataformas emergentes e uso de simulação. Tecnologias como realidade aumentada e sistemas de aprendizagem assistida foram destacadas como fundamentais para aprimoramento técnico e segurança^{11,12,14}.

Benefícios clínicos

Os estudos mostraram menor trauma tecidual, redução de perda sanguínea, tempo de internação menor e menor taxa de complicações em diversas especialidades³⁵⁶. Em ginecologia benigna, verificou-se superioridade estética¹⁵, enquanto na oncologia da tireoide abordagens robóticas demonstraram resultados seguros e eficazes¹⁴.

Desafios e limitações

Foram identificados desafios como custos elevados de aquisição e manutenção¹⁷¹¹, necessidade de treinamento específico e estruturado¹², e curva de aprendizado maior em centros com pouca experiência³. Estudos ressaltam a necessidade de pesquisas multicêntricas que avaliem custo-efetividade e aplicabilidade em larga escala⁸.

Aspectos éticos, regulatórios e de segurança

Embora nenhum estudo tenha tratado profundamente de regulamentação formal, vários destacaram a importância de protocolos institucionais adequados, capacitação validada e comunicação efetiva com o paciente¹¹¹²¹⁴¹⁵. Tais elementos são essenciais para garantir uso seguro e responsável dos sistemas robóticos.

DISCUSSÃO

A adoção da cirurgia robótica representa uma mudança significativa na formação médica e na prática cirúrgica contemporânea. Entretanto, persistem barreiras estruturais e educacionais que dificultam sua consolidação. Obstáculos como escassez de currículos estruturados e limitação de oportunidades práticas prejudicam a formação completa do cirurgião⁷⁹¹². A aceitação dos profissionais também influencia o ritmo de adoção, especialmente em ambientes com pouca exposição prévia à tecnologia². Novas plataformas como o KangDuo-SR01 demonstram segurança e eficácia em urologia³, enquanto técnicas avançadas, como cirurgias cardíacas minimamente invasivas e histerectomias robóticas em pacientes de alta complexidade, reforçam a eficácia da robótica⁶⁷. Avanços estéticos e segurança em oncologia tireoidiana¹⁴¹⁵, além da ampliação para procedimentos pediátricos e ambulatoriais¹⁰¹¹, mostram o potencial crescente da tecnologia. No entanto, limitações econômicas e estruturais ainda restringem sua expansão. Assim, a consolidação da cirurgia robótica exige investimento em capacitação, infraestrutura e padronização institucional.

CONCLUSÃO

A cirurgia robótica caminha de forma promissora para a substituição das cirurgias convencionais, demonstrando avanços sobre os procedimentos já consolidados , melhorando a recuperação, invasão, tempo de operação , perdas durante a cirurgia e psicológicas (sobre cirurgias comuns) ,alem de melhorias nos custos , tempo de operação , perdas durante a cirurgia , aceitação sobre o procedimento e sucesso nos trabalhos (sobre as cirurgias robótica já consolidadas) . Apesar das melhorias e dos avanços claros , ainda sim observaram-se barreiras como o fato de que mesmo com a melhoria no custo , ainda assim o sistema é dispendioso e com uma aprovação geral que , apesar de ser maioria , ainda não é satisfatória perante os benefícios oferecidos pelo sistema , justo salientar que essas barreiras caminha para serem superadas em um futuro próximo

REFERÊNCIAS

- XIONG, S. et al. Robotic urologic surgery using the KangDuo-SR01. **Chinese Medical Journal**, 2023.
- LAWRIE, L. et al. Barriers and enablers to robotic surgery. **PLOS ONE**, 2022.
- JIAO, R. et al. Clinical Outcomes and Cost-effectiveness... **PubMed**, 2025.
- ÖKTEN, E. M. et al. Robotic mitral valve surgery. **Front Cardiovasc Med**, 2023.
- GIANNINI, A. et al. Robotic hysterectomy in obese patients. **Minim Invasive Ther Allied Technol.**, 2024.
- FENG, Q. et al. Robotic vs laparoscopic rectal cancer surgery. **Lancet Gastroenterology**, 2022.
- FERRARI, D. et al. The death of laparoscopy. **Surgical Endoscopy**, 2024.
- NEHEMAN, A. et al. Outpatient robotic surgery in pediatric urology. **J Urol.**, 2022.
- WALLACE, M. W. et al. Robotic surgery in pediatric practice. **J Surg Res.**, 2024.
- MADION, M. P. et al. Robotic surgery training curricula. **Surg Endosc.**, 2022.
- TSOU, Y. A.; CHANG, W. D. Transoral robotic surgery for OSA. **Scientific Reports**, 2020.
- PAEK, S. H. et al. Robotic vs open thyroidectomy. **Surg Laparosc Endosc Percut Tech.**, 2018.
- OZBASLI, E. et al. Cosmetic outcome of robotic gynecologic surgery. **JSLs**, 2022.
- THEOPHILUS et al. Robotic vs laparoscopic surgery in emergencies. **J Robot Surg.**, 2024.
- ARCA, M. J. et al. **American Board of Surgery Statement on Robotic Surgery**. 2021.