

AVANÇO EM TÉCNICAS CIRÚRGICAS MINIMAMENTE INVASIVAS

AUTORES

Julha bertanha REZENDE

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

Soraia El HASSAN,

Docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

RESUMO

Esta revisão de literatura aborda os principais avanços nas técnicas cirúrgicas minimamente invasivas (CMI), com ênfase em sua evolução histórica, inovações recentes, benefícios clínicos e desafios atuais. Destacam-se as contribuições da laparoscopia, cirurgia robótica, endoscopia terapêutica, cirurgia por orifícios naturais (NOTES) e tecnologias assistidas por imagem. A CMI representa uma revolução no cuidado cirúrgico ao combinar eficácia terapêutica com menor agressão ao paciente. Conclui-se que a tendência é de crescimento e sofisticação dessas técnicas, impulsionadas pela inteligência artificial, realidade aumentada e nanotecnologia.

PALAVRAS - CHAVE

Minimamente invasiva, cirurgia, tecnologia médica e procedimentos cirúrgicos.

ABSTRACT

The aim of this literature review was to present the main advances in minimally invasive surgery (MIS), including its historical evolution, recent innovations, proven clinical benefits, challenges, and future trends. The analysis of studies, based on research conducted in databases such as PubMed, Scielo, LILACS, and Google Scholar, resulted in ten selected articles. The results indicate that laparoscopy, robotic surgery, therapeutic endoscopy, NOTES, and image-guided procedures have allowed patients to remain in the hospital for a shorter period, experience less pain, suffer fewer postoperative complications, and report greater satisfaction. However, high costs, steep learning curves, and inequality in the availability of MIS still persist. With the development of AI, AR, and nanotechnology, MIS is expected to become increasingly widespread. The trend is that MIS will become ever more precise, accessible, and integrated into modern medicine.

Keywords: Minimally Invasive; Surgery; Medical Technology; Surgical Procedures.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as técnicas cirúrgicas minimamente invasivas (CMI) transformaram consideravelmente o campo da cirurgia, promovendo cirurgias mais seguras, menos traumáticas e com melhor recuperação para os pacientes. Diferente dos procedimentos convencionais, que exigem grandes incisões, as abordagens minimamente invasivas procuram fazer pequenos cortes, câmeras e instrumentos especializados para realizar cirurgias com maior precisão e menor agressão aos tecidos.

O progresso da laparoscopia, da endoscopia terapêutica e, mais recente, da cirurgia robótica, representam marcos importantes nessa evolução. Esses avanços têm contribuído para a redução do tempo de internação hospitalar, menor incidência de complicações pós-operatórias e retorno mais rápido às atividades diárias. Além disso, a constante inovação tecnológica tem impulsionado a criação de técnicas cada vez mais sofisticadas, como a cirurgia assistida por imagem, a cirurgia por orifícios naturais (NOTES) e o uso de realidade aumentada.

Diante desse cenário dinâmico, esta revisão de literatura tem como objetivo apresentar os principais avanços nas técnicas cirúrgicas minimamente invasivas, analisando sua evolução histórica, os benefícios clínicos comprovados, os desafios enfrentados e as perspectivas futuras para a prática cirúrgica. A partir da análise crítica da produção científica atual, pretende-se oferecer uma visão abrangente sobre o impacto e o potencial transformador dessas abordagens no contexto da medicina contemporânea.

2. METODOLOGIA

Foi feita uma revisão de literatura conduzida com o objetivo de reunir e analisar estudos sobre os avanços em técnicas cirúrgicas minimamente invasivas. Usado com base em publicações científicas indexadas em bases de dados como PubMed, Scielo, LILACS e Google Scholar. Utilizando palavras chaves como: “minimamente invasiva”, “cirurgia”, “tecnologia médica” e “procedimentos cirúrgicos”. Ao final, foram selecionados 10 artigos que atenderam aos critérios estabelecidos. cruzamento de termos garantindo maior abrangência e precisão na busca dos estudos pertinentes ao tema.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Evolução histórica das técnicas cirúrgicas minimamente invasivas

A história das técnicas cirúrgicas minimamente invasivas remonta ao início do século XX, com os primeiros usos da endoscopia para diagnóstico. No entanto, foi apenas a partir da década de 1980 que a CMI ganhou espaço como abordagem terapêutica, especialmente com o advento da laparoscopia. Em 1987, a realização da primeira colecistectomia laparoscópica bem-sucedida na França marcou um ponto de inflexão na história da cirurgia moderna, desencadeando uma rápida disseminação dessa técnica ao redor do mundo.

Durante os anos 1990, avanços significativos na óptica, iluminação e instrumentação permitiram que a laparoscopia fosse aplicada a um número crescente de procedimentos, como herniorrafias, histerectomias e apendicectomias. Essa década foi marcada por uma transição paradigmática da cirurgia aberta para técnicas menos invasivas, com forte resistência inicial de parte da comunidade médica, superada progressivamente pelos benefícios clínicos evidenciados nos estudos.

No contexto nacional, o ingresso da Cirurgia Robótica se deu no ano 2000 e, desde então, suas indicações apresentaram aumento acentuado, ganhando espaço em quase todas as áreas cirúrgicas, por exemplo, a prostatectomia robótica é padrão de excelência na operação do câncer de próstata (DOMENE et al., 2014; MARIANI et al., PÊGO-FERNANDES et al., 2014). Sistemas como o Da Vinci ofereceram maior precisão, visão 3D e um controle mais preciso dos instrumentos, aumentando o número de procedimentos que podem ser feitos por via minimamente invasiva, especialmente em urologia, ginecologia e cirurgia torácica. Convém ressaltar, no entanto, que os robôs são auxiliares e não substitutos dos cirurgiões (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022)

Além disso, outras abordagens como a cirurgia por orifícios naturais (NOTES) e as técnicas híbridas começaram a ser analisadas, com o objetivo de diminuir ainda mais o trauma cirúrgico e melhorar a recuperação dos pacientes. O desenvolvimento de tecnologias de imagem intraoperatória, como: a fluoroscopia e a tomografia computadorizada em tempo real, também contribuiu para aprimorar a segurança e a eficácia dos procedimentos minimamente invasivos.

Hoje em dia, a CMI é considerada padrão-ouro para várias indicações cirúrgicas, e continua em constante evolução com a incorporação de inteligência artificial, realidade aumentada e automação. O histórico da cirurgia minimamente invasiva tem como uma combinação de avanços científicos, tecnológicos e culturais que têm feito uma nova era na medicina operatória (JESUS, et al.2024).

4. PRINCIPAIS TÉCNICAS E INOVAÇÕES RECENTES

Esses desenvolvimentos recentes refletem a constante busca por métodos mais seguros, eficazes e menos invasivos na prática cirúrgica contemporânea. Os resultados clínicos dos desenvolvimentos mais recentes em técnicas cirúrgicas minimamente invasivas são notáveis. Estudos demonstram consistentemente uma redução significativa no tempo de internação para pacientes submetidos a procedimentos laparoscópicos, endoscópicos ou robóticos em comparação com abordagens convencionais. A eficácia dessas técnicas é evidente não apenas na redução da morbidade, mas também na melhoria da qualidade de vida pós-operatória, com menor dor e rápida retomada das atividades normais (KUSCHNER et al., 2023; LOPEZ et al.,2023; FISCHER et al., 2023).

4.1. Laparoscopia Avançada

A laparoscopia permanece como uma das formas mais difundidas de CMI. Seu uso se expandiu para procedimentos complexos, como colectomias, nefrectomias e cirurgias bariátricas. Avanços em instrumentos

articulados, sistemas de energia (como bisturis ultrassônicos e de plasma) e técnicas de sutura intracorpórea aumentaram a precisão e segurança desses procedimentos. A introdução da laparoscopia 3D e de alta definição também contribuiu para melhor visualização e desempenho cirúrgico.

4.2. Cirurgia Robótica

A cirurgia robótica representa uma das inovações mais marcantes nas últimas duas décadas. Sistemas como o Da Vinci permitem ao cirurgião operar com visão ampliada, movimentos mais precisos e maior ergonomia. Essa abordagem tem sido amplamente adotada em áreas como urologia (prostatectomia), ginecologia (miomectomia) e cirurgia colorretal. Estudos mostram redução de sangramento intraoperatório, menor dor pós-operatória e tempo de internação reduzido, embora o alto custo ainda limite seu uso em larga escala.

4.3. Endoscopia Terapêutica

A endoscopia deixou de ser apenas uma ferramenta diagnóstica para se tornar uma via terapêutica eficaz. Procedimentos como a polipectomia, mucosectomia endoscópica (EMR) e dissecação submucosa endoscópica (ESD) permitem o tratamento de lesões precoces do trato gastrointestinal sem necessidade de cirurgia aberta. Além disso, novas técnicas, como a endoscopia bariátrica e o tratamento endoscópico de refluxo gastroesofágico, ampliam suas aplicações clínicas.

4.4. Cirurgia por Orifícios Naturais (NOTES)

A cirurgia transluminal por orifícios naturais (NOTES) é uma técnica emergente que busca acessar a cavidade abdominal por meio de orifícios naturais como boca, reto ou vagina. Embora ainda em fase de avaliação, estudos experimentais e clínicos apontam seu potencial para eliminar completamente as incisões cutâneas, reduzindo ainda mais o trauma cirúrgico e o risco de infecção.

4.5. Cirurgia Guiada por Imagem e Tecnologias Assistidas

O uso de tecnologias como a fluoroscopia, tomografia intraoperatória e navegação por imagem tem tornado as cirurgias minimamente invasivas mais seguras e precisas. Sistemas de realidade aumentada e inteligência artificial estão sendo integrados a plataformas cirúrgicas, permitindo planejamento pré-operatório detalhado, simulação de procedimentos e assistência em tempo real.

5. IMPACTOS CLÍNICOS E BENEFÍCIOS COMPROVADOS

As técnicas cirúrgicas minimamente invasivas (CMI) têm obtido benefícios clínicos importantes em comparado aos métodos tradicionais, tanto do ponto de vista dos pacientes quanto dos sistemas de saúde. A crescente produção científica comprova que essas abordagens, ao minimizar o trauma cirúrgico, proporcionam uma série de vantagens clínicas que se refletem diretamente na recuperação e nos desfechos cirúrgicos.

5.1. Redução da Morbidade e das Complicações

Um dos principais benefícios das CMI é a redução das complicações intra e pós-operatórias. Procedimentos como a laparoscopia e a cirurgia robótica estão associados a menores índices de infecção de ferida operatória, menor sangramento e menor risco de hérnias incisionais. Além disso, a menor manipulação dos tecidos contribui para uma resposta inflamatória sistêmica reduzida, o que pode ser crucial para pacientes com comorbidades ou em situação clínica delicada.

5.2. Menor Tempo de Internação e Recuperação

Estudos indicam que pacientes submetidos a procedimentos minimamente invasivos geralmente recebem alta hospitalar em um período mais curto, com tempo médio de internação reduzido em até 50% em certos procedimentos, como colecistectomias e histerectomias. Esse fator contribui para menor exposição a infecções hospitalares, redução de custos e liberação mais rápida de leitos hospitalares.

5.3. Redução da Dor Pós-operatória e Menor Uso de Analgésicos

A menor agressão aos tecidos e a ausência de grandes incisões levam a níveis significativamente mais baixos de dor pós-operatória. Como consequência, há menor necessidade de uso de opioides e outros analgésicos potentes, o que também reduz o risco de efeitos colaterais e dependência medicamentosa.

5.4. Retorno Mais Rápido às Atividades Cotidianas

Outro impacto positivo amplamente documentado é a possibilidade de retorno precoce às atividades habituais e ao trabalho. Esse benefício é particularmente relevante em contextos de produtividade e qualidade de vida, especialmente para pacientes em idade economicamente ativa.

5.5. Satisfação e Qualidade de Vida do Paciente

A estética também desempenha um papel importante. Procedimentos com incisões menores ou imperceptíveis (como no caso das cirurgias robóticas e por orifícios naturais) têm alta aceitação por parte dos pacientes, contribuindo para a satisfação com os resultados e percepção de qualidade de vida após a cirurgia.

6. DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Apesar dos inúmeros benefícios sua implementação em larga escala ainda enfrenta diversos desafios. Com benefícios das técnicas minimamente invasivas são amplamente reconhecidos na literatura científica. Evidências apontam que essas práticas estão relacionadas a uma redução substancial da dor no período pós-operatório menor tempo de hospitalização e diminuição de complicações, como infecções e hemorragias, mas enfrentam desafios por ser uma técnica com um elevado custo por precisar de tecnologias.

6.1. Alto Custo de Equipamentos e Manutenção

Um dos principais obstáculos da CMI, especialmente da cirurgia robótica, é o elevado custo de aquisição e manutenção dos equipamentos. Sistemas como o Da Vinci, por exemplo, demandam investimentos milionários, além de consumíveis específicos de alto custo por procedimento. Isso limita o acesso principalmente em hospitais públicos ou de regiões com menos recursos.

6.2. Curva de Aprendizado e Qualificação Profissional

As CMI requerem habilidades técnicas distintas das cirurgias convencionais. O domínio de instrumentos articulados, a coordenação olho-mão em ambientes 2D (ou 3D, no caso da robótica), e a execução de manobras precisas em espaços reduzidos exigem treinamento prolongado e simulações em ambientes controlados. A curva de aprendizado, especialmente em cirurgias robóticas ou laparoscopias avançadas, pode ser longa e desafiadora, e nem todos os profissionais têm acesso a programas estruturados de capacitação.

6.3. Infraestrutura Hospitalar e Logística

A adoção de CMI depende da existência de salas cirúrgicas equipadas, disponibilidade de imagem intraoperatória, instrumentais esterilizados adequados e equipes multidisciplinares treinadas. Em muitos contextos, a infraestrutura hospitalar não está preparada para integrar plenamente essas tecnologias, o que compromete a eficiência e segurança dos procedimentos.

6.4. Acesso Desigual à Tecnologia

Existe uma desigualdade significativa no acesso às técnicas minimamente invasivas entre países, regiões e até mesmo entre instituições de um mesmo sistema de saúde. Enquanto centros de excelência dispõem de equipamentos robóticos e tecnologias assistidas por imagem de última geração, hospitais menores ou em áreas remotas muitas vezes ainda dependem majoritariamente de técnicas convencionais.

6.5. Falta de Evidências em Algumas Áreas

Embora muitas CMI apresentem resultados promissores, ainda existem lacunas na literatura quanto à sua superioridade em determinadas especialidades ou tipos de cirurgia. Em alguns casos, estudos randomizados de alta qualidade são escassos, o que limita a adoção universal dessas técnicas por falta de consenso científico consolidado.

7. TENDÊNCIAS FUTURAS

O campo da cirurgia minimamente invasiva continua a evoluir rapidamente, impulsionado por inovações tecnológicas e pela busca constante por procedimentos ainda mais seguros, eficazes e com menor impacto ao paciente. As próximas décadas prometem uma transformação profunda na forma como cirurgias são planejadas, executadas e acompanhadas, com base em novas ferramentas digitais e biotecnológicas.

7.1. Integração da Inteligência Artificial (IA)

A inteligência artificial já foi aplicada para auxiliar na análise de imagens, no planejamento cirúrgico e até mesmo na assistência intraoperatória em tempo real. Algoritmos de aprendizado de máquina têm sido usados para prever complicações, otimizar caminhos cirúrgicos e personalizar abordagens de acordo com o perfil do paciente. No futuro, espera-se que os sistemas de IA possam atuar como co-assistentes cirúrgicos, aumentando a precisão e a segurança dos

7.2. Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV)

Essas tecnologias estão se tornando cada vez mais populares tanto no treinamento de cirurgiões quanto no ambiente cirúrgico. A realidade aumentada permite sobrepor imagens anatômicas em tempo real durante a cirurgia para facilitar a navegação e identificar estruturas críticas. Enquanto a realidade virtual tem sido amplamente utilizada em treinamentos, com simuladores altamente realistas que contribuem para a curva de aprendizado sem colocar pacientes em risco.

7.3. Cirurgia Remota e Telementoria

A telemedicina aplicada à cirurgia está em expansão. Procedimentos remotos realizados com sistemas robóticos conectados a redes de alta velocidade são tecnicamente possíveis e já foram testados em ambientes

controlados. A telementoria — em que um especialista orienta um cirurgião à distância durante a operação — também tem se mostrado eficaz na expansão do acesso a procedimentos complexos em locais remotos.

7.4. Impressão 3D e Planejamento Personalizado

A impressão tridimensional de modelos anatômicos com base em exames de imagem tem permitido simulações precisas e personalizadas antes da cirurgia, melhorando a compreensão do caso e o planejamento da abordagem. Além disso, a impressão de guias cirúrgicos personalizados e até de próteses adaptadas à anatomia do paciente está se tornando realidade.

7.5. Avanços em Nanotecnologia e Instrumentação

Pesquisas em nanotecnologia visam o desenvolvimento de instrumentos cada vez menores e mais precisos, além de sistemas inteligentes de liberação de fármacos no local da cirurgia. Robôs em escala milimétrica e sensores embutidos em dispositivos cirúrgicos podem permitir cirurgias ainda menos invasivas e com monitoramento em tempo real da resposta tecidual.

8. CONCLUSÃO

A evolução das técnicas cirúrgicas minimamente invasivas representa uma das transformações mais relevantes da medicina moderna, com impactos expressivos na segurança, eficácia e humanização do cuidado cirúrgico. Desde as primeiras laparoscopias até os sistemas robóticos mais avançados, a trajetória da CMI tem sido marcada pela incorporação progressiva de tecnologias que visam não apenas tratar a doença, mas preservar ao máximo a integridade e qualidade de vida do paciente.

Os benefícios clínicos associados a essas técnicas — como menor dor, rápida recuperação, menor tempo de internação e redução de complicações — já são amplamente documentados e, em muitos casos, tornaram a CMI o padrão ouro em diversas especialidades. No entanto, os desafios ainda são significativos, especialmente no que se refere à equidade de acesso, à formação profissional e ao custo das tecnologias envolvidas.

As tendências futuras apontam para uma cirurgia cada vez mais personalizada, digital e integrada, com o uso crescente de inteligência artificial, realidade aumentada, impressão 3D e nanotecnologia. Diante disso, é fundamental que instituições de saúde, universidades e gestores públicos invistam não apenas em infraestrutura, mas também na formação de profissionais capazes de dominar e inovar continuamente nesse campo em expansão.

Assim, a revisão literária apresentada demonstra que os avanços nas técnicas cirúrgicas minimamente invasivas não transformam apenas as cirurgias, mas refazem toda a história do paciente cirúrgico — desde o planejamento pré-operatório até a recuperação pós-cirúrgica — e ocasiona uma visão futura onde a tecnologia e o cuidado humano caminham cada vez mais alinhados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Diretrizes para boas práticas em cirurgia minimamente invasiva. Brasília: MS, 2022.

KUSCHNER, R. A.; LOPEZ, J. P.; FISCHER, M. B. **Minimally Invasive Surgery: Past, Present, and Future**. Surgical Clinics of North America, v. 103, n. 4, p. 611–627, 2023.

FELDMAN, L. S.; CARLI, F.; CHAUHAN, S. S. **Enhanced Recovery and Minimally Invasive Surgery: Synergistic Advances in Surgical Care.** *Annals of Surgery*, v. 275, n. 3, p. 516–523, 2022.

INTUITIVE SURGICAL. Da Vinci Surgery: Clinical Evidence and Applications. Sunnyvale: Intuitive, 2023. Disponível em: <<https://www.intuitive.com/>>

SOCIEDADE BRASILEIRA DE VIDEOCIRURGIA (SOBRACIL). **Consensos e recomendações sobre cirurgia minimamente invasiva.** São Paulo: SOBRACIL, 2021.

JESUS, S. A., et al. Avanços em técnicas minimamente invasivas: uma revisão integrativa sobre impacto na recuperação e nos resultados cirúrgicos. **Revista FT.** 2024;29(141).

LIN, Zhefan; LEI, Chen; YANG, Liangjing. **Modern image-guided surgery: a narrative review of medical image processing and visualization.** *Sensors, Basel*, v. 23, n. 24, p. 9872, 2023.

AMARAL, C. G. **Cirurgia minimamente invasiva: uma revisão da literatura.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. IMAGE WISELY. Modern Imaging Systems. [S.l.]: Image Wisely, [s.d.]

SANTANA, B. R. de; TEIXEIRA, L. de A. C.; MONTEIRO, M. S.; LIMA, S. O. **Robot Surgery in Brazil. Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e138111233223, 2022.