Gastroenterologia e Hepatologia

Edição VII

Capítulo 6

IMPACTOS E PROMESSAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA REVOLUÇÃO DA CIRURGIA HEPATOBILIOPANCREÁTICA

JOSÉ AMARILDO AVANCI JÚNIOR[1]
JOYCE SILVA ALVES[2]
LOUISE ILMA KETTENHUBER[2]
BRUNA GUIMARÃES UENO BEZERRA[2]
CAIO KOLOZSVARI PEDREIRA[2]
MARIANA CRISTINA DOS SANTOS MARTINS FERREIRA[2]
NATALIA MACEDO CORREA[2]
EDUARDO AMORIM SPROCATI[2]
RUANNA BRUNNA PINHEIRO DE SOUSA[2]
THAIS ARAUJO CORRÊA[2]
MARAIZA CARNEIRO[2]
VICTOR HUGO PATROCÍNIO[2]
IZA JANAINA GOES FAHED[3]
JOÃO PEDRO JALLAD BUMLAI[4]
MURILLO BARBOSA LOUBET[5]

1. Discente – Doutorado em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Medicina na Universidade Anhanguera - UNIDERP.
2. Discente – Medicina na Universidade Anhanguera - UNIDERP.
3. Discente – Medicina na Universidade Estadual do Mato Grosso - UNEMAT.
4. Discente – Medicina na Universidade Anhembi Morumbi.
5. Médico pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Palavras-chave: Cirurgia minimamente invasiva; Tecnologia biomédica; Tomada de decisão.

DOI 10.59290/978-65-6029-105-8.6

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A medicina é um campo que tem testemunhado uma evolução constante ao longo dos séculos, impulsionada por um incessante desejo humano de compreender e superar as limitações impostas por doenças e aflições. No coração dessa jornada está a cirurgia, uma disciplina que, desde suas origens, tem se transformado através da inovação e da tecnologia (MORRELL *et al*., 2021).

Um dos avanços mais significativos nas últimas décadas foi o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial (IA) na medicina. A IA, com sua capacidade de aprender, adaptar e executar tarefas complexas com precisão sobre-humana, prometeu transformar cada aspecto do cuidado ao paciente. De diagnósticos mais precisos até terapias personalizadas, a IA está redefinindo o que é possível no campo da medicina (BOHR & MEMARZADEH, 2020).

Quando se observa a IA, algoritmos de aprendizado de máquina podem analisar imagens médicas com uma precisão que rivaliza e, em alguns casos, supera a dos especialistas humanos. Essa capacidade não apenas melhora o diagnóstico de doenças complexas, mas também auxilia no planejamento cirúrgico, garantindo que os cirurgiões possam abordar o procedimento com a maior quantidade de informações e precisão (PINTO-COELHO, 2023).

Além disso, a cirurgia assistida por robôs, potencializada pela IA, está se tornando cada vez mais comum. Estes sistemas robóticos proporcionam aos cirurgiões uma precisão inigualável, reduzindo o tremor humano e permitindo movimentos mais refinados e controlados durante as operações. Tais avanços não apenas melhoram a segurança e os resultados para os pacientes, mas reduzem significativamente o tempo de recuperação (MITHANY *et al*., 2023).

A promessa da IA na revolução da cirurgia hepatobiliopancreática, no entanto, supera esses desafios. A capacidade de melhorar os diagnósticos, personalizar tratamentos e realizar cirurgias com precisão sobre-humana tem o potencial de transformar radicalmente a prática cirúrgica. Os benefícios vão desde a redução das taxas de mortalidade e complicações até a melhoria da qualidade de vida dos pacientes (ECKHOFF & MEIRELES, 2023).

Diante desses avanços e desafios, o futuro da cirurgia hepatobiliopancreática parece promissor, impulsionado pela contínua integração da IA. A colaboração entre cirurgiões, engenheiros de *software* e especialistas em IA é essencial para desenvolver soluções que sejam tecnicamente viáveis e, também, éticas e acessíveis (VARAS *et al*., 2023).

Neste contexto, o estudo dos impactos e promessas da IA na cirurgia hepatobiliopancreática não é apenas relevante, mas essencial. É uma área de investigação que pode indicar o potencial da tecnologia para transformar a medicina, destacando tanto as conquistas atuais quanto os desafios futuros.

Portanto, a integração da IA na cirurgia hepatobiliopancreática representa um ponto de inflexão na medicina, prometendo melhorar o cuidado ao paciente e abrir novos caminhos para o tratamento de doenças complexas.

Dessa forma, o presente capítulo visou avaliar como a IA está transformando a cirurgia hepatobiliopancreática, identificando seus impactos significativos e as promessas para o futuro da prática cirúrgica nessa especialidade.

MÉTODO

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, exploratória e de procedimento biblio-

gráfico para investigar como a IA está transformando a cirurgia hepatobiliopancreática. Para alcançar os objetivos estabelecidos, escolheu-se realizar um estudo baseado em literatura.

Foi realizada uma busca sistemática de artigos científicos, teses, dissertações e documentos governamentais relacionados à IA e cirurgia hepatobiliopancreática, bem como aos seus impactos e às promessas para o futuro da prática na especialidade.

A pesquisa abrangeu bases de dados eletrônicas como PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO e LILACS, bem como repositórios institucionais e portais governamentais.

Os critérios de seleção incluíram artigos publicados nos últimos cinco anos, estudos empíricos, revisões sistemáticas, meta-análises e documentos oficiais que abordassem cirurgia hepatobiliopancreática e inteligência artificial.

Os materiais selecionados foram submetidos à análise de conteúdo, na qual foram identificados e categorizados temas relevantes relacionados com a IA e a cirurgia hepatobiliopancreática. Essa análise permitiu uma compreensão aprofundada das diferentes dimensões do fenômeno, incluindo suas causas, manifestações clínicas e consequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

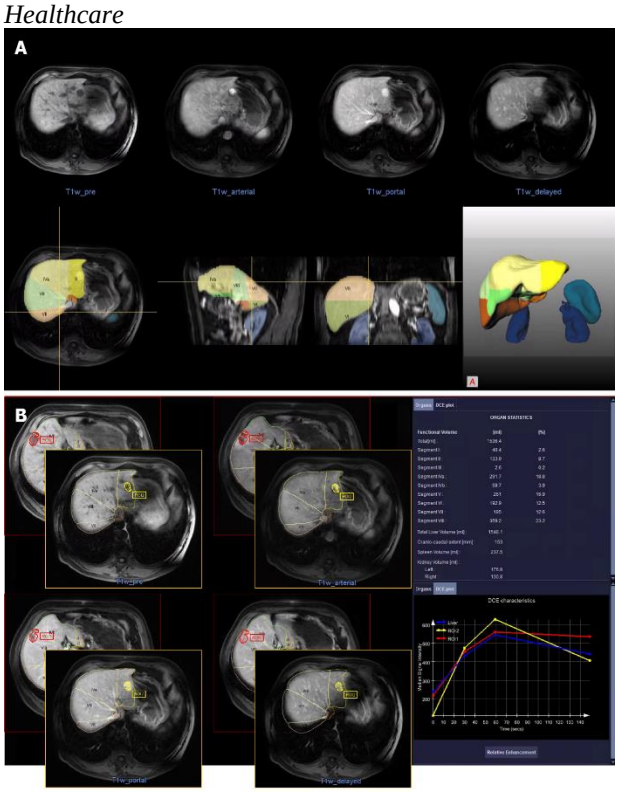
A IA no contexto médico

A integração IA na medicina representa um dos avanços mais promissores e revolucionários da era moderna. Especificamente, na cirurgia hepatobiliopancreática, a IA está redefinindo os limites do possível, prometendo transformações significativas em diagnóstico, planejamento cirúrgico e execução, além de monitoramento pós-operatório. Essa revolução é alimentada pelo potencial da IA em processar e analisar grandes volumes de dados com uma velocidade e precisão inatingíveis para a mente humana, o que, por sua vez, pode levar a diagnósticos mais precisos, intervenções cirúrgicas mais seguras e personalizadas, e melhores resultados para os pacientes. O conceito de IA, que engloba algoritmos de aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e visão computacional, emtre outros, tem encontrado aplicações cada vez mais inovadoras na saúde (BEKBOLATOVA *et al*., 2024).

No contexto da cirurgia hepatobiliopancreática, a IA pode analisar imagens médicas, como tomografias computadorizadas e ressonâncias magnéticas, com uma precisão que muitas vezes supera a análise visual humana. Essa capacidade não apenas melhora o diagnóstico de condições complexas, mas também auxilia no planejamento cirúrgico, permitindo uma visualização mais detalhada da anatomia do paciente e dos potenciais desafios cirúrgicos (**Figura 6.1**) (BARI *et al*., 2021).

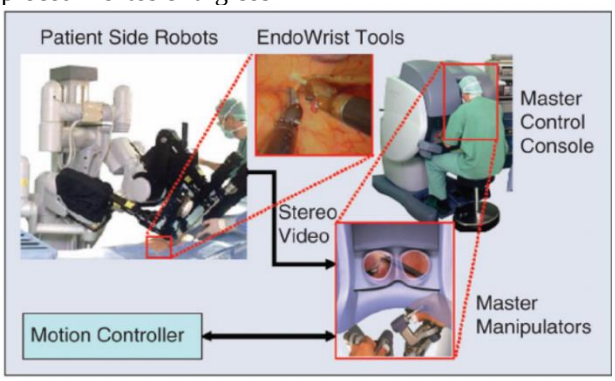
Além das melhorias no diagnóstico e na execução cirúrgica, a IA também promete avanços significativos no monitoramento pós-operatório dos pacientes. Algoritmos de IA podem ser utilizados para monitorar sinais vitais, detectar precocemente sinais de complicações e adaptar planos de cuidados em tempo real, garantindo uma gestão pós-operatória mais eficaz e personalizada. Esta aplicação não apenas melhora a qualidade dos cuidados, mas também pode contribuir para a redução da duração das estadias hospitalares e dos custos associados ao tratamento (IQBAL *et al*., 2023).

Figura 6.1 Estudos de ressonância magnética de um paciente com lesões focais hepáticas (hemangiomas hepáticos), processados com o aplicativo de pesquisa e Inteligência Artificial *Liver Analysis* da *Siemens Healthcare*



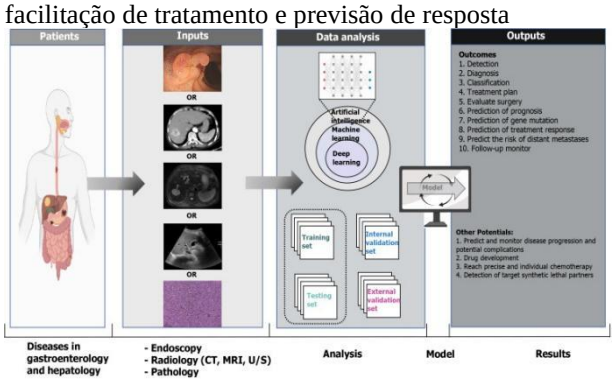
Fonte: BERBÍS *et al*., 2023.

Figura 6.2 Sistema cirúrgico Da Vinci que utiliza associação da Robótica e Inteligência Artificial em procedimentos cirúrgicos



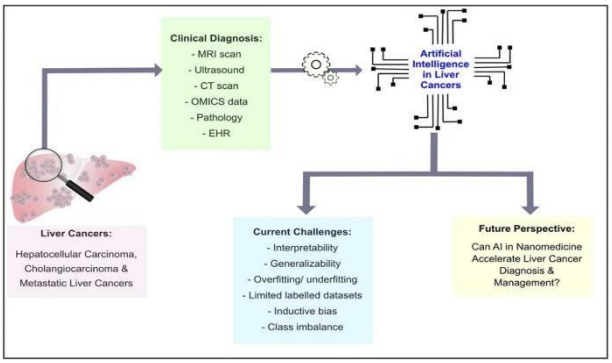
Fonte: KAZANZIDES *et al*., 2019.

Figura 6.3 Aplicações assistidas por IA para análise de imagens médicas nas áreas de gastroenterologia e hepatologia, incluindo detecção e avaliação de lesões, facilitação de tratamento e previsão de resposta



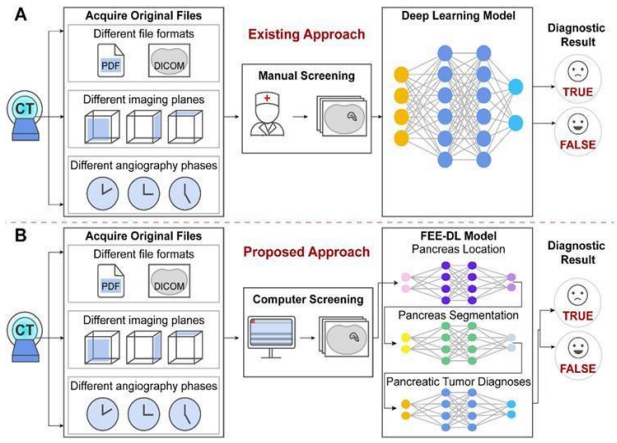
Fonte: CAO *et al*., 2021.

Figura 6.4 Integração da IA no diagnóstico e manejo do câncer de fígado



Fonte: BAKRANIA *et al*., 2023.

Figura 6.5 (A) As abordagens de IA atualmente utilizadas para o diagnóstico pancreático concentram-se na análise de imagens válidas de tomografia e ignoram a importância de rastrear os dados originais numa fase inicial. (B) O modelo FEE-DL de IA filtra imagens de tomografia do pâncreas de arquivos originais complexos antes do diagnóstico, demonstrando maior capacidade de análise



Fonte: SI *et al*., 2021.

O **Quadro 6.1** traz exemplos de implementação bem-sucedida de IA em saúde registrados na literatura atual.

A IA tem a capacidade de analisar conjuntos de dados de imagens médicas. Esta análise pode identificar padrões sutis e indicadores de doença que podem não ser imediatamente evidentes para os médicos. Por exemplo, algoritmos podem detectar variações mínimas em imagens, sugerindo a presença de tumores ou anormalidades com precisão (**Figura 6.4**) (ZHOU *et al*., 2019).

Um dos avanços mais promissores da IA no diagnóstico de doenças hepatobiliopancreáticas é a sua capacidade para o diagnóstico precoce. Doenças como o câncer pancreático, notoriamente difícil de diagnosticar em estágios iniciais, podem ter uma chance significativamente melhor de tratamento eficaz se detectadas precocemente. Algoritmos de IA estão sendo treinados para reconhecer os primeiros sinais de câncer pancreático em imagens (**Figura 6.5**) (HUANG *et al*., 2022).

Quadro 6.1 Inteligências artificiais implementadas e bem-sucedidas no apoio às diversas áreas da saúde

Programas de IA aplicadas às áreas da saúde	Funções
IBM Watson	Oferece suporte na tomada de decisões críticas de tratamento, fornecendo aos médicos recomendações de tratamento personalizadas através de análise de um extenso banco de dados de literatura médica e dados de ensaios clínicos, aumentando a expertise médica e a probabilidade de resultados positivos.
Google Health DeepMind	Apresenta algoritmos utilizados para prever a deterioração do estado de saúde dos pacientes através de análise de dados, como sinais vitais, resultados laboratoriais e registros históricos, identificando padrões e mudanças que podem indicar a piora, alertando precocemente para que os profissionais intervenham, prevenindo potencialmente eventos adversos.
IDx-DR	Fornece detecção autônoma de retinopatia diabética. Este sistema de IA analisa imagens da retina com alto grau de precisão.
PathAI	Apresenta algoritmos que podem detectar padrões sutis e complexos em amostras de tecido em lâminas histológicas, auxiliando os patologistas a fazer diagnósticos mais precisos e oportunos.

Fonte: YELNE *et al*., 2023.

Além da detecção de doenças, a IA também está reformulando o processo de diagnóstico através da automação. O processamento e a análise automáticos de imagens médicas por IA reduzem o tempo necessário para obter um diagnóstico, permitindo uma intervenção mais rápida e um planejamento de tratamento mais eficaz. Essa eficiência é crucial em doenças hepatobiliopancreáticas, onde o tempo pode ser fator determinante nos resultados do paciente (KUMAR *et al*., 2023).

A precisão melhorada e a eficiência operacional oferecidas pela IA no diagnóstico de doenças hepatobiliopancreáticas não apenas melhoram os resultados dos pacientes, mas também reduzem o ônus sobre os sistemas de saúde. Com a IA, é possível realizar triagens e diagnósticos de alto volume com menos recursos, liberando especialistas para se concentrarem em casos mais complexos e as pesquisas mais recentes demonstram que diversas doenças estão sendo identificadas através da IA (KUMAR *et al*., 2023).

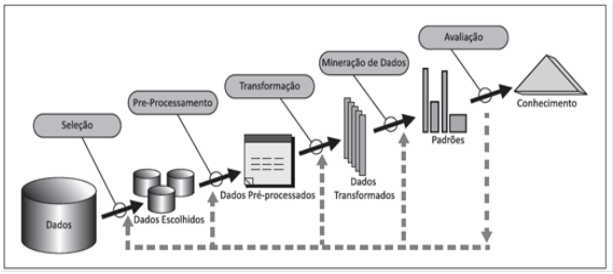
No entanto, a implementação da IA no diagnóstico de doenças hepatobiliopancreáticas enfrenta desafios, incluindo a necessidade de grandes conjuntos de dados de alta qualidade para treinar algoritmos, segurança dos dados dos pacientes e aceitação da tecnologia por parte dos profissionais de saúde. Além disso, a regulamentação e a validação de ferramentas de IA para uso clínico são etapas

cruciais para garantir segurança e eficácia (JOHNSON *et al*., 2021).

Planejamento cirúrgico e simulação assistidos por IA

A emergência da IA no campo da cirurgia tem sido uma das inovações mais significativas dos últimos tempos, particularmente no que se refere ao planejamento cirúrgico e à simulação. A aplicação de algoritmos de IA tem permitido o desenvolvimento de simulações cirúrgicas e modelos 3D altamente avançados, favorecidas pela Mineração de Dados (**Figura 6.6**), processo que "busca identificar potenciais padrões úteis, que estejam embutidos nos dados e, tornando-os compreensíveis para um determinado contexto" (LIRA *et al*., 2016).

Figura 6.6 Processo de mineração de dados

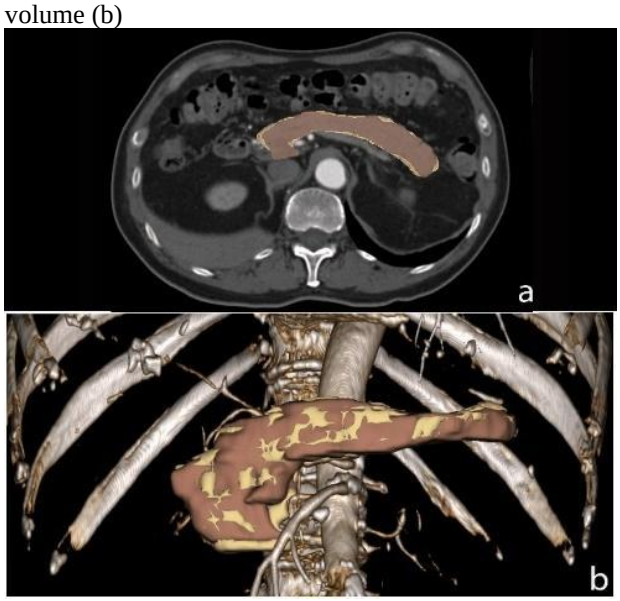


Fonte: LIRA *et al*., 2016.

A utilização da IA para criar representações detalhadas e precisas da anatomia do paciente em 3D é uma das contribuições mais notáveis para o planejamento cirúrgico. Esses modelos, construídos a partir de imagens médicas, fornecem uma visão compreensiva da área-alvo da cirurgia (**Figura 6.7**), permitindo aos cirurgiões planejar e praticar o procedimento em um ambiente virtual antes de entrar no centro cirúrgico (CARDOBI *et al*., 2021).

Além da modelagem 3D, as simulações cirúrgicas assistidas por IA são uma ferramenta inestimável para o treinamento e a educação médica. Através de ambientes virtuais realistas, os cirurgiões, especialmente aqueles em formação, podem praticar técnicas cirúrgicas complexas em uma variedade de cenários simulados. Essas simulações oferecem *feedback* em tempo real e podem ser repetidas quantas vezes forem necessárias, proporcionando uma experiência de aprendizado rica sem os riscos associados à prática em pacientes reais (PARK *et al*., 2022).

Figura 6.7 Segmentação a partir da AI do pâncreas (amarelo) *versus* segmentação manual (marrom) na imagem axial de TC (a) e imagem de renderização de volume (b)



Fonte: CARDOBI *et al*., 2021.

Apesar desses avanços, a implementação efetiva da IA no planejamento cirúrgico enfrenta desafios, incluindo a necessidade de integração de sistemas de IA com os fluxos de trabalho clínicos existentes e a garantia de que essas tecnologias sejam acessíveis e utilizáveis para todos os cirurgiões, independentemente de seu nível de habilidade com novas tecnologias (VARAS *et al*., 2023).

Os sistemas cirúrgicos robóticos orientados por IA oferecem precisão, flexibilidade e comtrole que vão além das capacidades humanas. A IA não apenas guia o sistema robótico durante a cirurgia, mas pode fornecer aos

cirurgiões informações vitais em tempo real, baseadas na análise de dados visuais e outras fontes de dados intraoperatórios (BEKBOLATOVA *et al*., 2024).

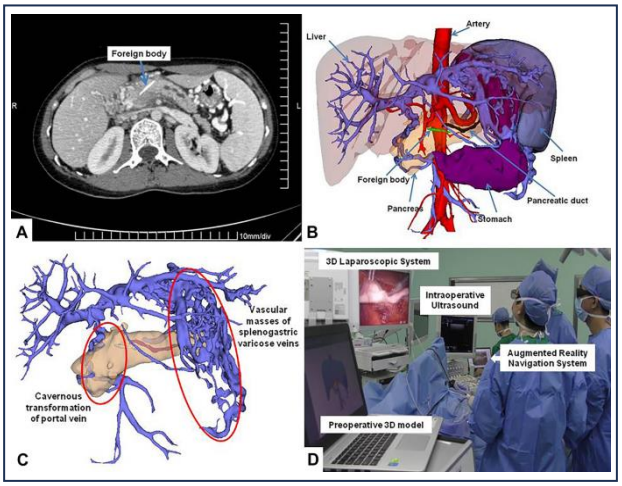
A adoção da IA no planejamento e execução de procedimentos cirúrgicos enfrenta desafios, incluindo questões de integração de tecnologia, treinamento de cirurgiões e garantia de qualidade e segurança dos sistemas baseados em IA. No entanto, o potencial para melhorias significativas na assistência ao paciente e nos resultados cirúrgicos é indiscutível. À medida que a tecnologia avança e as soluções de IA se tornam mais sofisticadas e acessíveis, espera-se que seu papel na cirurgia se expanda, trazendo consigo uma era de procedimentos mais seguros, precisos e personalizados (MITHANY *et al*., 2023).

Avanços em cirurgia robótica e assistência IA

A fusão da inteligência artificial com a tecnologia robótica representa um dos avanços mais significativos na medicina. Os sistemas robóticos, quando equipados com IA, são capazes de analisar dados em tempo real durante a cirurgia. Por exemplo, algoritmos de IA podem fornecer análises detalhadas das imagens cirúrgicas, destacando áreas de interesse ou alertando para possíveis complicações. Esta capacidade de análise em tempo real melhora significativamente a precisão dos procedimentos, minimizando os riscos de erro e assegurando melhores resultados para os pacientes (DEO & ANJANKAR, 2023).

A precisão excepcional dos sistemas robôticos reduz a ocorrência de danos aos tecidos circundantes, o que é crucial em cirurgias delicadas, como as realizadas no fígado, vias biliares e pâncreas (**Figura 6.8**). Esta precisão não só aumenta a taxa de sucesso dos procedimentos, mas contribui para uma recuperação mais rápida e menos dolorosa para os pacientes (LIU *et al*., 2019).

Figura 6.8 Inovações em cirurgia hepatobiliopancreática através de visualização, diagnóstico e navegação assistida apoiada pela Inteligência Artificial e robótica



Fonte: LIN *et al*., 2022.

A recuperação do paciente é significativamente melhorada graças às técnicas minimamente invasivas empregadas pela cirurgia robótica. Incisões menores, precisão aprimorada e controle de movimentos finos resultam em menos dor pós-operatória, menor risco de infecção e tempo de recuperação mais curto. Os pacientes muitas vezes podem retomar suas atividades normais muito mais rapidamente do que seria possível após cirurgias convencionais (WANG *et al*., 2019).

O avanço na cirurgia robótica assistida por IA também promete democratizar o acesso a procedimentos cirúrgicos de alta qualidade. Com sistemas robóticos capazes de replicar as técnicas de cirurgiões altamente qualificados, pacientes em locais remotos ou com acesso limitado a centros de excelência cirúrgica podem se beneficiar de cuidados de saúde de primeira linha (MORRELL *et al*., 2021).

Avaliação dos impactos da IA na eficiência operacional e nos resultados dos pacientes

Com sua capacidade para processar e analisar grandes volumes de dados rapidamente, a IA está melhorando significativamente a eficiência operacional e um dos principais benefícios da incorporação da IA é a otimização da eficiência operacional. Através da análise de dados de procedimentos anteriores e do monitoramento em tempo real das condições do paciente, sistemas baseados em IA podem ajudar a prever melhor os recursos necessários para cada cirurgia, incluindo tempo de operação, equipamentos e pessoal (SOORI *et al*., 2023).

Adicionalmente, a IA tem papel na melhoria no tempo de recuperação dos pacientes. Procedimentos cirúrgicos assistidos por IA e robótica são tipicamente mais precisos e menos invasivos, resultando em menor trauma para o paciente. Esta precisão reduz o risco de complicações pós-operatórias, como infecções ou sangramentos, o que, por sua vez, pode diminuir significativamente o tempo de internação hospitalar e acelerar o retorno do paciente às suas atividades normais (YELNE *et al*., 2023).

A capacidade da IA de analisar imagens médicas com alta precisão pode levar à detecção precoce de condições patológicas, permitindo intervenções mais oportunas. A personalização dos cuidados de saúde é outro benefício importante da IA. Com base em algoritmos de aprendizado de máquina, a IA pode ajudar a identificar o tratamento ou procedimento mais adequado para as características específicas de cada paciente. Essa abordagem personalizada aumenta a eficácia do tratamento, minimiza os riscos de reações adversas e contribui para melhores resultados gerais de saúde (BAJWA *et al*., 2021).

Perspectivas futuras da IA em cirurgia

A adoção da IA na cirurgia, sobretudo nas hepatobiliopancreáticas, está na vanguarda de uma revolução médica, oferecendo promessas de precisão aprimorada, eficiência operacional e melhores resultados para os pacientes. No entanto, os desafios atuais e as questões éticas requerem atenção cuidadosa para garantir que o potencial completo da IA seja realizado de maneira responsável e eficaz (BARI *et al*., 2021).

Um dos principais desafios na adoção da IA é a necessidade de algoritmos altamente precisos e confiáveis, que possam ser integrados de forma segura nos complexos ambientes cirúrgicos. A interoperabilidade com os sistemas de saúde existentes, a validação clínica dos algoritmos de IA e a garantia de que essas tecnologias sejam acessíveis e benéficas para todos os pacientes são obstáculos significativos. Além disso, a proteção da privacidade e a segurança dos dados dos pacientes continuam sendo preocupações primordiais, exigindo soluções robustas de segurança cibernética e conformidade regulatória (AHMED *et al*., 2023).

A personalização do tratamento cirúrgico, guiada por IA, representa outra área de grande potencial. Ao analisar dados de saúde em grande escala, os sistemas de IA poderão identificar os tratamentos mais eficazes para perfis de pacientes específicos, melhorando as taxas de sucesso cirúrgico e minimizando os riscos de complicações. Além disso, a IA tem o potencial de democratizar o acesso a cuidados cirúrgicos de alta qualidade, oferecendo suporte a cirurgiões em regiões remotas ou subatendidas através de sistemas de telemedicina e cirurgia assistida à distância (JOHNSON *et al*., 2021).

Em conclusão, as perspectivas futuras da IA na cirurgia hepatobiliopancreática são de

um impacto transformador, com o potencial de melhorar significativamente tanto a prática cirúrgica quanto os resultados dos pacientes. Superando os desafios atuais e navegando pelas questões éticas com cuidado, a IA pode liderar uma nova era de cirurgia de precisão, eficiência e personalização.

CONCLUSÃO

A integração da IA na cirurgia hepatobiliopancreática representa uma fronteira promissora na medicina, com o potencial de transformar radicalmente o diagnóstico, o planejamento e a execução de procedimentos cirúrgicos. As aplicações atuais da IA, desde o aprimoramento da precisão diagnóstica até a assistência em cirurgias robóticas, demonstram uma melhoria significativa na eficiência operacional, nos tempos de recuperação dos pacientes e na qualidade geral dos cuidados de saúde. Esses avanços não apenas facilitam a detecção precoce de doenças complexas e permitem intervenções cirúrgicas mais precisas, mas também abrem caminho para tratamentos personalizados, otimizando os resultados para os pacientes.

No entanto, a adoção da IA na prática cirúrgica não está isenta de desafios. Questões técnicas relacionadas ao desenvolvimento e integração de sistemas de IA robustos e confiáveis, preocupações éticas em torno da tomada de decisão autônoma e a segurança dos dados dos pacientes são barreiras significativas. Além disso, a resistência à mudança por parte de alguns profissionais de saúde e os custos associados à implementação de tecnologias avançadas necessitam ser cuidadosamente gerenciados para garantir uma transição suave para essa nova era da cirurgia.

Assim, a IA está posicionada para revolucionar a cirurgia, em especial a hepatobiliopancreática, prometendo avanços significativos na assistência ao paciente e na eficiência clínica. Superando os desafios técnicos e éticos, a integração bem-sucedida da IA pode não apenas melhorar os padrões de cuidado, mas também redefinir o que é possível no campo da cirurgia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M.I. *et al.* A systematic review of the barriers to the implementation of artificial intelligence in healthcare. Cureus, v. 15, p. 46454, 2023. doi: 10.7759/cureus.46454.

BAJWA, J. *et al.* Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. Future Health Journal, v. 8, p. 188, 2021. doi: 10.7861/fhj.2021-0095.

BAKRANIA, A. *et al.* Artificial intelligence in liver cancers: decoding the impact of machine learning models in clinical diagnosis of primary liver cancers and liver cancer metástases. Pharmacological Research, v. 189, p. 106706, 2023. doi: 10.1016/j.phrs.2023.106706.

BARI, H. *et al.* Role of artificial intelligence in hepatobiliary and pancreatic surgery. World Journal of Gastrointestinal Surgery, v. 13, p. 7, 2021. doi: 10.4240/wjgs.v13.i1.7.

BEKBOLATOVA, M. *et al.* Transformative potential of AI in healthcare: definitions, applications, and navigating the ethical landscape and public perspectives. Healthcare, v. 12, p. 125, 2024. doi: 10.3390/healthcare12020125.

BERBÍS, M.A. *et al.* Clinical impact of artificial intelligence-based solutions on imaging of the pancreas and liver. World Journal Gastroenterology, v. 29, p. 1427, 2023. doi: 10.3748/wjg.v29.i9.1427.

BOHR, A. & MEMARZADEH, K. The rise of Artificial Intelligence in healthcare applications. Artificial Intelligence in Healthcare, v. 25, 2020. doi: 10.1016/B978-0-12-818438-7.00002-2.

CAO, J.S. *et al.* Artificial intelligence in gastroenterology and hepatology: status and challenges. World Journal Gastroenterology, v. 27, p. 1664, 2021. doi: 10.3748/wjg.v27.i16.1664.

CARDOBI, N. *et al.* An overview of artificial intelligence applications in liver and pancreatic imaging. Cancers, v. 13, p. 2162, 2021. doi: 10.3390/cancers13092162.

DEO, N. & ANJANKAR, A. Artificial intelligence with robotics in healthcare: a narrative review of its viability in India. Cureus, v. 15, e39416, 2023. doi: 10.7759/cureus.39416.

ECKHOFF, J.A. & MEIRELES, O. Could artificial intelligence guide surgeons' hands? Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 50, p. 2023, 2023. doi: 10.1590/0100-6991e-20233696EDIT01.

HUANG, B. *et al.* Artificial intelligence in pancreatic cancer. Theranostics, v. 12, p. 6931, 2022. doi: 10.7150/thno.77949.

IQBAL, J. *et al.* Reimagining healthcare: unleashing the power of artificial intelligence in medicine. Cureus, v. 15, e44658, 2023. doi: 10.7759/cureus.44658.

JOHNSON, K.B. *et al.* Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. Clinical and Translational Science, v. 14, p. 86, 2021. doi: 10.1111/cts.12884.

KAZANZIDES, P. *et al.* Surgical and interventional robotics: core concepts, technology, and design. IEEE Robotics & Automation Magazine, v. 15, p. 122, 2019. doi: 10.1109/MRA.2008.926390.

KUMAR, Y. *et al.* Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, v. 14, p. 8459, 2023. doi: 10.1007/s12652-021-03612-z.

LIRA, K.C. *et al.* Utilizando mineração de dados e sistemas multiagentes na análise da evasão em educação a distância por meio do perfil dos alunos. Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional, 2016. Acesso em: 10 jan. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308995146_Utilizando_Mineracao_de_Dados_e_Sistemas_Multiagentes_na_Analise_da_Evasao_em_Educacao_a_Distancia_por_meio_do_Perfil_dos_Alunos. Acesso em: 5 mar. 2024.

LIN, J. *et al.* Augmented reality navigation facilitates laparoscopic removal of foreign body in the pancreas that cause chronic complications. Surgical Endoscopy, v. 36, p. 6326, 2022. doi: 10.1007/s00464-022-09195-w.

LIU, R. *et al.* International consensus statement on robotic pancreatic surgery. HBSN, v. 8, 2019. doi: 10.21037/hbsn.2019.07.08.

MITHANY, R.H. *et al.* Advancements and challenges in the application of Artificial Intelligence in surgical arena: a literature review. Cureus, v. 15, e47924, 2023. doi: 10.7759/cureus.47924.

MORRELL, A.L.G. *et al.* The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 48, p. e20202798, 2021. doi: 10.1590/0100-6991e-20202798.

PARK, J.J. *et al.* The role of artificial intelligence in surgical simulation. Frontiers in Medical Technology, v. 14, p. 1076755, 2022. doi: 10.3389/fmedt.2022.1076755.

PINTO-COELHO, L. How artificial intelligence is shaping medical imaging technology: a survey of innovations and applications. Bioengineering, v. 10, p. 1435, 2023. doi: 10.3390/bioengineering10121435.

RIVERO-MORENO, Y. *et al.* Robotic surgery: a comprehensive review of the literature and current trends. Cureus, v.15, e42370, 2023. doi: 10.7759/cureus.42370.

SI, K. *et al*. Fully end-to-end deep-learning-based diagnosis of pancreatic tumors. Theranostics, v. 11, p. 1982, 2021. doi: 10.7150/thno.52508.

SOORI, M. *et al*. Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. Cognitive Robotics, v. 3, p. 54, 2023. doi: 10.1016/j.cogr.2023.04.001.

VARAS, J. *et al.* Innovations in surgical training: exploring the role of artificial intelligence and large language models (LLM). Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 50, e20233605, 2023. doi: 10.1590/0100-6991e-20233605-en.

WANG, P. *et al*. Current surgical practices of robotic-assisted tissue repair and reconstruction. Chinese Journal of Traumatology, v. 22, p. 88, 2019. doi: 10.1016/j.cjtee.2019.01.003.

YELNE, S. *et al*. Harnessing the power of AI: a comprehensive review of its impact and challenges in nursing science and healthcare. Cureus, v. 15, e49252, 2023. doi: 10.7759/cureus.49252.

ZHOU, L.Q. *et al*. Artificial intelligence in medical imaging of the liver. World Journal of Gastroenterology, v. 25, p. 672, 2019. doi: 10.3748/wjg.v25.i6.672.