



Herniorrafia via robótica na população pediátrica: uma revisão integrativa da literatura

Ana Vitória Da Silva Lima¹, João Pedro Cardoso Aranão², Luana Cristhine Vega de Batista², Gabriela Bachega Germani², Thaís Ruiz da Silva², Natália de Goes Corrêa², Natália Lopes da Silva², Natielly Luiza Bonamin², Caroline Zaninelli Cremones², Gabriela Vendramini França², Pamela Helen Noronha Silva³, Nathalia Coelho Fernandes⁴

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A herniorrafia robótica em crianças representa um avanço significativo na cirurgia pediátrica, oferecendo benefícios clínicos notáveis como menor trauma tecidual, maior precisão cirúrgica e recuperação pós-operatória mais rápida. Esses avanços são particularmente importantes em pacientes pediátricos, cujos corpos estão em fase de crescimento e desenvolvimento, tornando crucial minimizar o trauma cirúrgico e otimizar a recuperação. Embora o custo inicial de aquisição e manutenção dos sistemas robóticos seja elevado, os benefícios a longo prazo podem justificar esse investimento. Os sistemas robóticos, como o da Vinci, têm um custo inicial que pode variar entre 1,5 e 2 milhões de dólares, além dos custos de manutenção anual que podem alcançar 200 mil dólares. Esses custos são substancialmente superiores aos associados às técnicas laparoscópicas e abertas convencionais. No entanto, os benefícios clínicos e econômicos a longo prazo, como a redução das taxas de complicações pós-operatórias, a diminuição da necessidade de reoperações e uma recuperação mais rápida, podem compensar os custos iniciais elevados. Do ponto de vista técnico, a configuração correta do sistema robótico, o posicionamento adequado do paciente e o uso de instrumentação específica são fatores cruciais para o sucesso do procedimento. A configuração precisa do sistema robótico envolve a calibração dos instrumentos e a verificação da funcionalidade antes do início da cirurgia. O posicionamento do paciente, geralmente em posição supina com inclinação de Trendelenburg leve, permite melhor acesso à área cirúrgica e exposição dos órgãos internos. A instrumentação utilizada, incluindo pinças de precisão e dispositivos de sutura específicos, é inserida através de pequenos portais e controlada remotamente pelo cirurgião a partir da console. A visão tridimensional fornecida pelo sistema robótico permite uma dissecação precisa e segura dos tecidos, reduzindo o risco de danos inadvertidos. Economicamente, a análise de custo-efetividade da cirurgia robótica é complexa. Estudos indicam que, apesar dos custos iniciais elevados, a cirurgia

robótica pode ser mais custo-efetiva do que as técnicas convencionais devido aos melhores desfechos clínicos e à recuperação mais rápida. . A redução do tempo de internação hospitalar e das complicações pós-operatórias pode resultar em economias significativas nos custos de saúde a longo prazo. Os benefícios clínicos da cirurgia robótica incluem menor trauma tecidual, o que se traduz em menos dor pós-operatória e uma recuperação mais rápida. Esses fatores podem resultar em menores custos indiretos, como a perda de produtividade dos pais que cuidam dos filhos e menores custos com medicações analgésicas. A precisão aumentada e a melhor visualização proporcionadas pela cirurgia robótica também podem reduzir a incidência de complicações intraoperatórias e a necessidade de tratamentos adicionais, contribuindo para uma relação custo-benefício favorável. Além disso, a cirurgia robótica oferece vantagens ergonômicas para os cirurgiões, reduzindo a fadiga e melhorando a precisão dos movimentos. A console cirúrgica permite que o cirurgião opere em uma posição confortável, usando controles intuitivos para manipular os instrumentos robóticos, o que é particularmente relevante em procedimentos complexos e de longa duração.

Palavras-chave: Herniorrafia, Robótica, Pediátrica, Cirurgia.

ABSTRACT

Robotic herniorrhaphy in children represents a significant advancement in pediatric surgery, offering notable clinical benefits such as reduced tissue trauma, increased surgical precision, and faster postoperative recovery. These advancements are particularly important in pediatric patients, whose bodies are in phases of growth and development, making it crucial to minimize surgical trauma and optimize recovery. Although the initial cost of acquiring and maintaining robotic systems is high, the long-term benefits may justify this investment. Robotic systems, such as the da Vinci, have an initial cost that can range between 1.5 and 2 million dollars, in addition to annual maintenance costs that can reach 200 thousand dollars. These costs are substantially higher than those associated with conventional laparoscopic and open techniques. However, the long-term clinical and economic benefits, such as reduced postoperative complication rates, decreased need for reoperations, and faster recovery, can offset the high initial costs. From a technical standpoint, the correct setup of the robotic system, proper patient positioning, and the use of specific instrumentation are crucial factors for the procedure's success. The precise configuration of the robotic system involves calibrating the instruments and verifying functionality before the surgery begins. Patient positioning, typically in a supine position with a slight Trendelenburg tilt, allows better access to the surgical area and exposure of internal organs. The instrumentation used, including precision graspers and specific suturing devices, is inserted through small ports and remotely controlled by the surgeon from the console. The three-dimensional vision provided by the robotic system allows for precise and safe tissue dissection, reducing the risk of inadvertent damage. Economically, the cost-effectiveness analysis of robotic surgery is complex. Studies indicate that despite the high initial costs, robotic surgery may be more cost-effective than conventional techniques due to better clinical outcomes and faster recovery. The reduction in

hospital stay and postoperative complications can result in significant long-term healthcare cost savings. The clinical benefits of robotic surgery include reduced tissue trauma, which translates to less postoperative pain and faster recovery. These factors can lead to lower indirect costs, such as reduced productivity loss for parents caring for their children and lower costs for analgesic medications. The increased precision and better visualization provided by robotic surgery can also reduce the incidence of intraoperative complications and the need for additional treatments, contributing to a favorable cost-benefit ratio. Moreover, robotic surgery offers ergonomic advantages for surgeons, reducing fatigue and improving the precision of movements. The surgical console allows the surgeon to operate in a comfortable position, using intuitive controls to manipulate the robotic instruments, which is particularly relevant in complex and long-duration procedures.

Keywords: Herniorrhaphy, Robotic, Pediatric, Surgery.

Instituição afiliada– 1– Graduada em Medicina pela Universidade de Rio Verde.

2 – Graduandos em Medicina pela Universidade de Marília.

3 – Graduada em Medicina pela Kursk State Medical University, revalidada pela Universidade de Brasília.

4 – Graduanda em Medicina pela UNICEPLAC.

Dados da publicação: Artigo recebido em 26 de Maio e publicado em 16 de Julho de 2024.

DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n7p1536-1554>

Autorcorrespondente: Ana Vitória Da Silva Lima

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



INTRODUÇÃO

As hérnias inguinais são uma condição médica comum na população pediátrica, caracterizada pela protrusão de parte do conteúdo abdominal através de um ponto fraco ou defeito na parede abdominal. Elas podem ser classificadas em dois tipos principais: diretas e indiretas, cada uma com suas particularidades clínicas e epidemiológicas.

No contexto pediátrico, as hérnias indiretas são as mais prevalentes. Estas ocorrem quando o saco herniário protrai através do anel inguinal interno e percorre o canal inguinal, podendo chegar até o escroto nos meninos ou aos grandes lábios nas meninas. A causa subjacente geralmente está associada a um fechamento incompleto do processo vaginal durante o desenvolvimento fetal. Por outro lado, as hérnias diretas, que são mais raras em crianças, resultam de uma fraqueza na parede posterior do canal inguinal, permitindo que o conteúdo abdominal protrua diretamente para o canal inguinal (GEFEN, et al., 2019).

A epidemiologia das hérnias inguinais na população pediátrica revela que elas são mais comuns em meninos, com uma relação de aproximadamente 3:1 em relação às meninas. A incidência é significativamente maior em crianças prematuras, variando entre 10% a 30%, em comparação com 1% a 5% em crianças nascidas a termo (ZAMPIERI et al., 2018). As hérnias inguinais são também mais frequentemente do lado direito, embora possam ocorrer bilateralmente em cerca de 10% a 15% dos casos (CLARK, 2017).

No que concerne à morbidade, as hérnias inguinais em crianças podem levar a complicações significativas se não forem tratadas adequadamente. A complicação mais grave é o encarceramento, onde o conteúdo herniário fica preso, levando à obstrução intestinal e comprometimento do fluxo sanguíneo, o que pode evoluir para estrangulamento e necrose do tecido afetado. A taxa de encarceramento é maior em crianças menores de um ano e pode ocorrer em até 30% dos casos não tratados (GRAHAM, et al., 2016). O tratamento cirúrgico é geralmente necessário para prevenir essas complicações, e a herniotomia inguinal é o procedimento padrão (LUKONG, et al., 2019).

A mortalidade associada às hérnias inguinais pediátricas é baixa, especialmente

quando há um acesso precoce ao tratamento cirúrgico. No entanto, em regiões com acesso limitado a cuidados de saúde, as complicações decorrentes de hérnias não tratadas podem aumentar a mortalidade infantil. O prognóstico pós-cirúrgico para crianças submetidas à correção de hérnia inguinal é geralmente excelente, com baixas taxas de recorrência e complicações quando a cirurgia é realizada por um profissional experiente (LOPEZ, et al., 2018).

Existem vários tipos de hérnias abdominais além das inguinais, cada uma com suas características e prognósticos específicos. As hérnias umbilicais, por exemplo, são comuns em neonatos e geralmente se resolvem espontaneamente até os 3-4 anos de idade. Hérnias epigástricas e femorais são menos comuns em crianças, mas podem ocorrer e, como as inguinais, frequentemente requerem intervenção cirúrgica (DUNCAN, et al., 2020).

O manejo das hérnias pediátricas requer uma abordagem cuidadosa e individualizada, levando em consideração fatores como idade, prematuridade e presença de sintomas. A educação dos pais sobre sinais de complicações e a importância do seguimento pós-operatório são componentes essenciais para garantir um bom resultado a longo prazo. Estudos epidemiológicos e clínicos continuam a fornecer insights importantes sobre a melhor forma de abordar e tratar essa condição comum na população pediátrica.

OBJETIVOS

O artigo de revisão de literatura teve como objetivo principal discorrer sobre a herniorrafia via robótica na população pediátrica, examinando a evolução das técnicas cirúrgicas e os avanços tecnológicos associados a este método. Entre os objetivos secundários, buscou-se analisar a eficácia comparativa entre a cirurgia robótica e as abordagens tradicionais, avaliando os benefícios em termos de precisão, tempo operatório e recuperação pós-operatória. Considerou-se também a incidência de complicações e taxas de recorrência associadas à herniorrafia robótica em crianças, buscando identificar padrões que pudessem influenciar a escolha do método cirúrgico. Outro objetivo secundário foi investigar os custos envolvidos na implementação da cirurgia robótica, comparando-os com os das técnicas convencionais e discutindo a

viabilidade econômica em diferentes contextos hospitalares. Adicionalmente, o impacto na qualidade de vida dos pacientes pediátricos foi explorado, observando-se a satisfação dos pacientes e de suas famílias com os resultados obtidos. Dessa forma, a revisão procurou fornecer uma visão abrangente sobre a herniorrafia via robótica, consolidando informações que pudessem orientar futuras pesquisas e práticas clínicas na área de cirurgia pediátrica.

METODOLOGIA

A metodologia deste artigo de revisão sobre herniorrafia via robótica na população pediátrica baseou-se em uma busca sistemática da literatura científica disponível. Utilizou-se os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e palavras-chave específicas, como "herniorrafia", "robótica", "pediátrica", "cirurgia", "complicações" e "recuperação", para garantir uma cobertura abrangente dos estudos relevantes.

Foram consultadas bases de dados indexadas, incluindo PubMed, Scopus, Web of Science e Cochrane Library. A seleção dos estudos ocorreu por meio de critérios de inclusão e exclusão predefinidos, focando em artigos publicados nos últimos dez anos, em inglês, português e espanhol. Os critérios de inclusão englobaram estudos que abordaram a herniorrafia robótica em pacientes pediátricos, fornecendo dados comparativos com métodos tradicionais, além de análises de complicações, tempo operatório, custos e impacto na qualidade de vida. Foram excluídos artigos que não apresentaram dados específicos sobre a população pediátrica ou que não compararam diretamente a técnica robótica com outras abordagens cirúrgicas.

A busca foi conduzida em duas fases. Na primeira fase, títulos e resumos foram avaliados para identificar estudos potencialmente relevantes. Na segunda fase, os textos completos dos estudos selecionados foram revisados para confirmar sua inclusão na análise final. A extração de dados incluiu informações sobre características dos estudos, número de pacientes, métodos de intervenção, resultados clínicos e econômicos, complicações e satisfação dos pacientes.

Além disso, foi realizada uma avaliação da qualidade dos estudos utilizando ferramentas padronizadas para revisões sistemáticas, assegurando a confiabilidade e a

validade dos dados extraídos. A análise dos resultados foi conduzida de forma a sintetizar as evidências sobre a eficácia e segurança da herniorrafia robótica em crianças, bem como seu impacto econômico e na qualidade de vida dos pacientes.

Assim, a metodologia rigorosa empregada nesta revisão permitiu uma análise compreensiva e detalhada dos estudos disponíveis, proporcionando uma base sólida para discutir a viabilidade e os benefícios da herniorrafia via robótica na população pediátrica.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da análise da literatura existente sobre técnicas e abordagens cirúrgicas convencionais em herniorrafia pediátrica revelaram diversas perspectivas importantes. As técnicas abertas, frequentemente utilizadas para reparo de hérnias inguinais em crianças, têm sido tradicionalmente favorecidas devido à sua simplicidade e eficácia comprovada. Estudos têm demonstrado que a herniotomia aberta, realizada através de uma pequena incisão inguinal, permite acesso direto à hérnia, facilitando sua redução e o reparo do anel inguinal interno. Esta abordagem é particularmente indicada para casos de hérnias não complicadas, devido à sua alta taxa de sucesso e baixa incidência de complicações pós-operatórias (BISGAARD et al., 2011).

A eficácia da técnica aberta foi corroborada por vários estudos que destacaram suas vantagens, incluindo um curto tempo operatório e um período de recuperação relativamente rápido. Além disso, a herniotomia aberta mostrou-se eficaz na redução de taxas de recorrência, que se mantêm baixas quando a técnica é executada por cirurgiões experientes (MITCHELL et al., 2012). No entanto, apesar de suas vantagens, a técnica aberta não está isenta de limitações. Entre elas, a possibilidade de dor pós-operatória significativa e o risco de infecção da ferida operatória, além de cicatrizes visíveis, são aspectos que têm sido reportados como desvantagens da abordagem aberta (WILLIAMS et al., 2014).

Por outro lado, as técnicas laparoscópicas têm ganhado popularidade como uma alternativa minimamente invasiva para o reparo de hérnias pediátricas. A laparoscopia

permite uma visualização ampliada das estruturas anatômicas, facilitando a identificação e o reparo de hérnias bilaterais, que podem não ser detectadas por métodos abertos convencionais. Estudos indicam que a abordagem laparoscópica é associada a menos dor pós-operatória e um retorno mais rápido às atividades normais, comparado à técnica aberta (SCHIER, 2006). Ademais, a laparoscopia tem sido defendida por sua capacidade de minimizar cicatrizes e reduzir o risco de infecção da ferida operatória, tornando-se uma opção atraente para pais e pacientes preocupados com resultados estéticos (CUNDY et al., 2013).

Contudo, a técnica laparoscópica também apresenta desafios e limitações. Entre eles, um tempo operatório potencialmente mais longo e uma curva de aprendizado mais acentuada para cirurgiões são aspectos frequentemente mencionados na literatura. Adicionalmente, a necessidade de equipamentos especializados e o custo associado à laparoscopia podem representar barreiras em certos contextos clínicos e geográficos (SCHIER et al., 2012). Ainda, a taxa de recorrência após a reparação laparoscópica de hérnias pediátricas tem sido objeto de debate, com alguns estudos relatando taxas comparáveis às da técnica aberta, enquanto outros apontam uma ligeira superioridade da laparoscopia (LUCK et al., 2017).

Portanto, a escolha entre técnicas abertas e laparoscópicas deve ser cuidadosamente considerada, levando em conta as particularidades de cada caso, as preferências do paciente e sua família, além da experiência e habilidade do cirurgião. A análise detalhada da literatura revela que ambas as abordagens possuem indicações específicas, com a técnica aberta sendo preferida para casos simples e a laparoscopia oferecendo vantagens em termos de recuperação e estética, especialmente em casos bilaterais ou quando se deseja minimizar cicatrizes.

Os resultados e a discussão na literatura sobre a introdução da cirurgia robótica na prática pediátrica destacam uma trajetória de evolução tecnológica e adaptação clínica que tem transformado significativamente o campo da cirurgia infantil. O histórico da utilização da cirurgia robótica em procedimentos pediátricos começou a ganhar destaque na década de 2000, quando os avanços na tecnologia robótica, como o sistema da Vinci, começaram a ser aplicados em casos pediátricos complexos. A literatura aponta que a principal motivação para a adoção dessa tecnologia foi a busca por métodos

menos invasivos que pudessem oferecer benefícios clínicos substanciais em comparação com as técnicas tradicionais.

Os benefícios potenciais da cirurgia robótica na prática pediátrica incluem menor trauma tecidual, o que se traduz em menor dor pós-operatória e uma recuperação mais rápida para os pacientes jovens. Estudos mostraram que a precisão aumentada proporcionada pela visualização tridimensional e a destreza aprimorada dos instrumentos robóticos permitem uma dissecação mais precisa e cuidadosa das estruturas anatômicas delicadas em crianças (HOLLAND et al., 2018). Além disso, a literatura relata que a cirurgia robótica pode reduzir significativamente o risco de complicações pós-operatórias, como infecções e hérnias incisional, devido às menores incisões necessárias (BERGER et al., 2017).

A evolução da cirurgia robótica na pediatria também se refletiu na expansão das indicações para o uso dessa tecnologia. Inicialmente, os procedimentos robóticos foram limitados a cirurgias urológicas, como a pieloplastia, mas gradualmente passaram a incluir uma ampla gama de procedimentos, como correções de hérnias, nefrectomias, e cirurgias torácicas e abdominais complexas (RAMAN et al., 2012). A literatura aponta que essa expansão ocorreu devido ao crescente corpo de evidências que demonstram a segurança e eficácia da cirurgia robótica em crianças, além do desenvolvimento de instrumentos e técnicas específicas para a população pediátrica (MERRITT et al., 2016).

Estudos comparativos entre a cirurgia robótica e as técnicas laparoscópicas tradicionais indicam que, embora a laparoscopia já ofereça benefícios significativos em termos de menor invasividade, a robótica pode elevar esses benefícios a um novo patamar. Por exemplo, um estudo de análise retrospectiva mostrou que crianças submetidas a procedimentos robóticos tiveram tempos de internação hospitalar mais curtos e um retorno mais rápido às atividades normais em comparação com aquelas que passaram por cirurgia laparoscópica tradicional (KIM et al., 2019). Isso se deve, em grande parte, à precisão cirúrgica aumentada, que minimiza o trauma aos tecidos circundantes e facilita uma recuperação mais suave.

Entretanto, a literatura também destaca algumas limitações e desafios associados à implementação da cirurgia robótica em pediatria. Entre eles, os altos custos iniciais de aquisição e manutenção dos sistemas robóticos e a necessidade de treinamento

especializado para os cirurgiões são fatores frequentemente mencionados (HUANG et al., 2020). Além disso, a curva de aprendizado associada à cirurgia robótica pode ser mais acentuada, exigindo um tempo significativo para que os cirurgiões adquiram proficiência e consigam tirar pleno proveito dos benefícios oferecidos pela tecnologia (LEE et al., 2017).

A introdução e evolução da cirurgia robótica na prática pediátrica representam um avanço significativo que tem potencial para transformar o manejo cirúrgico de pacientes jovens. Os benefícios em termos de menor trauma tecidual, recuperação mais rápida e precisão aumentada são bem documentados na literatura, embora os desafios relacionados a custos e treinamento devam ser cuidadosamente considerados. O contínuo desenvolvimento tecnológico e a acumulação de experiência clínica prometem expandir ainda mais as fronteiras da cirurgia pediátrica minimamente invasiva.

A eficácia e segurança da herniorrafia robótica em crianças têm sido objeto de diversos estudos que analisam seus resultados clínicos, complicações intra e pós-operatórias, além dos desfechos a curto e longo prazo em comparação com as técnicas convencionais. A literatura médica oferece uma visão abrangente sobre as vantagens e limitações dessa abordagem cirúrgica emergente.

A eficácia da herniorrafia robótica em crianças tem sido amplamente corroborada por estudos que demonstram resultados clínicos favoráveis. Um estudo de Metzelder et al. (2017) indicou que a herniorrafia robótica proporciona uma visualização superior das estruturas anatômicas, permitindo reparos mais precisos. Os autores observaram uma taxa de sucesso comparável à das técnicas abertas e laparoscópicas, com a vantagem adicional de um tempo operatório potencialmente reduzido em mãos experientes. Além disso, a capacidade de realizar procedimentos bilaterais sem a necessidade de múltiplas incisões tem sido destacada como um benefício significativo (Metzelder et al., 2017).

No que tange às complicações intraoperatórias, a literatura revela que a herniorrafia robótica apresenta uma taxa de complicações baixa. A precisão aumentada dos instrumentos robóticos e a melhor visualização tridimensional contribuem para a redução do risco de lesões inadvertidas aos tecidos circundantes (Kumar et al., 2018). Um estudo realizado por Schizas et al. (2019) mostrou que as complicações intraoperatórias, como sangramento e lesões vasculares, são raras e geralmente

maneáveis com técnicas padrão.

A análise das complicações pós-operatórias também sugere uma vantagem para a herniorrafia robótica. Estudos apontam para uma menor incidência de infecções da ferida operatória e dor pós-operatória reduzida, o que se traduz em uma recuperação mais rápida e retorno mais precoce às atividades normais (Gomes et al., 2018). Em comparação com a técnica laparoscópica tradicional, a herniorrafia robótica parece associada a um menor risco de recorrência da hérnia, conforme demonstrado por Lee et al. (2020), que relataram taxas de recorrência significativamente menores em pacientes submetidos à cirurgia robótica.

Os desfechos a curto prazo, incluindo tempo de internação hospitalar e recuperação pós-operatória, são geralmente favoráveis para a herniorrafia robótica. Crianças que passam por este procedimento tendem a ter alta hospitalar mais precoce e menor necessidade de analgésicos pós-operatórios (Zhang et al., 2019). Estes achados são consistentes com a premissa de que a cirurgia robótica minimiza o trauma tecidual, facilitando uma recuperação mais eficiente.

A longo prazo, a segurança da herniorrafia robótica é evidenciada pela manutenção de baixos índices de recorrência e complicações. Estudos de seguimento, como o realizado por Pierro et al. (2021), mostraram que os pacientes continuam a apresentar bons resultados clínicos anos após o procedimento, com uma qualidade de vida elevada e mínimas complicações tardias.

A revisão da literatura médica indica que a herniorrafia robótica em crianças é uma técnica eficaz e segura, comparável e, em alguns aspectos, superior às técnicas convencionais. A precisão cirúrgica aumentada, menor taxa de complicações e recuperação acelerada destacam-se como os principais benefícios desta abordagem. Contudo, a necessidade de maior custo e treinamento especializado são fatores que continuam a ser considerados na implementação desta tecnologia na prática clínica pediátrica.

As considerações técnicas e operacionais da cirurgia robótica em hérnias pediátricas envolvem uma série de especificidades que contribuem para a eficácia e segurança do procedimento. Estas incluem a configuração do sistema robótico, o posicionamento do paciente, a instrumentação utilizada e o manuseio cuidadoso dos

tecidos durante a cirurgia.

A configuração do sistema robótico é um aspecto crucial para o sucesso da herniorrafia robótica em crianças. O sistema mais comumente utilizado é o da Vinci, que consiste em uma console cirúrgica, um carro de paciente com braços robóticos e uma torre de visão com sistema de imagem tridimensional. A configuração correta do sistema envolve a calibração precisa dos instrumentos e a verificação da funcionalidade do sistema antes do início do procedimento (LEE et al., 2017). Esta preparação é fundamental para garantir que os braços robóticos possam se mover com a precisão necessária para manusear os tecidos delicados dos pacientes pediátricos.

O posicionamento do paciente durante a cirurgia robótica é outra consideração técnica importante. A posição do paciente é geralmente decidida com base na localização da hérnia. Para a herniorrafia inguinal, por exemplo, o paciente é colocado em posição supina com a inclinação de Trendelenburg leve, o que permite um melhor acesso à região inguinal e facilita a exposição dos órgãos internos (ZHANG et al., 2019). É essencial garantir que o paciente esteja firmemente posicionado e que as áreas de pressão sejam protegidas para evitar lesões durante o procedimento.

A instrumentação utilizada na herniorrafia robótica inclui pinças de precisão, tesouras e dispositivos de sutura específicos para uso robótico. Esses instrumentos são inseridos através de pequenos portais, geralmente de 5 a 8 mm de diâmetro, e são controlados remotamente pelo cirurgião a partir da console (SCHIER, 2016). A escolha dos instrumentos apropriados e sua correta inserção são críticas para minimizar o trauma tecidual e maximizar a eficiência do procedimento.

O manuseio dos tecidos durante a cirurgia robótica requer um nível elevado de habilidade e experiência. A visão tridimensional fornecida pela torre de visão do sistema robótico permite uma visualização detalhada das estruturas anatômicas, facilitando a dissecação precisa e segura das áreas afetadas (HOLLAND et al., 2018). A robótica permite movimentos mais delicados e controlados, reduzindo o risco de danos inadvertidos aos tecidos adjacentes. Além disso, a capacidade de realizar suturas intracorpóreas com alta precisão é uma vantagem significativa da cirurgia robótica, permitindo uma reparação robusta e duradoura da hérnia (KUMAR et al., 2018).

Adicionalmente, a ergonomia proporcionada pela cirurgia robótica beneficia

significativamente os cirurgiões, reduzindo a fadiga e melhorando a precisão dos movimentos cirúrgicos. A console cirúrgica permite que o cirurgião opere em uma posição confortável, usando controles intuitivos para manipular os instrumentos robóticos. Esta vantagem é particularmente relevante em procedimentos pediátricos complexos que podem demandar tempo operatório prolongado e extrema precisão (BERGER et al., 2017).

As considerações técnicas e operacionais da cirurgia robótica em hérnias pediátricas envolvem a configuração precisa do sistema robótico, o posicionamento adequado do paciente, a seleção e uso de instrumentação especializada, e o manuseio meticuloso dos tecidos. Esses fatores combinados contribuem para os resultados positivos observados na herniorrafia robótica, incluindo menor trauma tecidual, recuperação mais rápida e taxas reduzidas de complicações. A evolução contínua das técnicas e tecnologia robóticas promete ainda mais melhorias na eficácia e segurança dessas intervenções.

Os aspectos econômicos e a custo-efetividade da cirurgia robótica em comparação com as técnicas convencionais têm sido extensivamente analisados na literatura médica. A introdução da cirurgia robótica representa um investimento financeiro significativo devido aos altos custos de aquisição e manutenção dos sistemas robóticos, além dos custos relacionados ao treinamento especializado para os cirurgiões. No entanto, esses custos devem ser ponderados em relação aos benefícios clínicos potenciais oferecidos pela tecnologia robótica.

O custo inicial de aquisição de um sistema robótico, como o da Vinci, pode variar entre 1,5 e 2 milhões de dólares, com custos adicionais de manutenção anual que podem chegar a 200 mil dólares (RANDALL et al., 2018). Estes valores são substancialmente mais elevados do que os custos associados às técnicas laparoscópicas e abertas convencionais. Além disso, o custo dos instrumentos descartáveis utilizados em cada procedimento robótico é também um fator relevante, aumentando ainda mais o custo total por cirurgia (LUNDSTRÖM et al., 2014).

No entanto, ao considerar a custo-efetividade, é crucial avaliar os benefícios clínicos proporcionados pela cirurgia robótica. Estudos indicam que a cirurgia robótica pode reduzir o tempo de internação hospitalar, a taxa de complicações pós-operatórias

e a necessidade de reoperações, o que pode resultar em economias significativas a longo prazo (SU et al., 2019). Por exemplo, uma análise de custo-efetividade realizada por Reddy et al. (2017) mostrou que, apesar dos custos iniciais elevados, a cirurgia robótica pode ser mais custo-efetiva do que a cirurgia aberta ou laparoscópica em termos de desfechos clínicos melhorados e recuperação mais rápida dos pacientes.

Os benefícios clínicos da cirurgia robótica incluem menor trauma tecidual, o que se traduz em menos dor pós-operatória e uma recuperação mais rápida. Isso pode resultar em menores custos indiretos, como perda de produtividade dos pais que cuidam dos filhos e menores custos com medicações analgésicas (LUNDSTRÖM et al., 2014). A precisão aumentada e a melhor visualização oferecida pela cirurgia robótica também podem reduzir a incidência de complicações intraoperatórias e a necessidade de tratamentos adicionais, contribuindo para uma melhor relação custo-benefício (RANDALL et al., 2018).

Outro aspecto importante a considerar é o impacto econômico a longo prazo da adoção da cirurgia robótica. Embora o investimento inicial seja alto, a redução dos custos associados a complicações e reoperações pode justificar o investimento ao longo do tempo. Além disso, a capacidade de atrair pacientes devido à oferta de uma tecnologia avançada pode ser um fator de vantagem competitiva para instituições de saúde (Reddy et al., 2017). A percepção de menor invasividade e melhor desfecho estético pode levar a uma maior satisfação dos pacientes e, conseqüentemente, a uma maior demanda por procedimentos robóticos.

Contudo, a análise de custo-efetividade também deve considerar as variações regionais e institucionais. Em contextos onde os recursos são limitados, o alto custo inicial pode ser uma barreira significativa à implementação da cirurgia robótica (LUNDSTRÖM et al., 2014). Portanto, a decisão de adotar essa tecnologia deve ser baseada em uma análise detalhada dos custos e benefícios específicos de cada instituição, considerando a disponibilidade de recursos e as necessidades dos pacientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A herniorrafia robótica em crianças demonstram uma integração abrangente dos diversos aspectos técnicos, operacionais, econômicos e clínicos discutidos

anteriormente. A cirurgia robótica em pediatria se destaca como uma inovação significativa que oferece vários benefícios clínicos, incluindo menor trauma tecidual, precisão cirúrgica aumentada e uma recuperação pós-operatória mais rápida.

A evolução histórica e a introdução da cirurgia robótica na prática pediátrica têm mostrado que, embora os custos iniciais de aquisição e manutenção dos sistemas robóticos sejam elevados, os benefícios a longo prazo podem justificar este investimento. Estudos comparativos indicam que a cirurgia robótica pode reduzir as taxas de complicações intra e pós-operatórias, diminuir a necessidade de reoperações e permitir uma recuperação mais rápida, resultando em economias significativas nos custos de saúde e melhorando a qualidade de vida dos pacientes pediátricos.

Do ponto de vista técnico, a configuração precisa do sistema robótico, o posicionamento adequado do paciente e o uso de instrumentação específica são fatores cruciais para o sucesso do procedimento. A capacidade de realizar dissecções precisas e suturas intracorpóreas robustas contribui para a eficácia e segurança da cirurgia robótica. A ergonomia proporcionada pela console robótica beneficia os cirurgiões, reduzindo a fadiga e melhorando a precisão dos movimentos, especialmente em procedimentos complexos.

Economicamente, a análise de custo-efetividade da cirurgia robótica destaca que, apesar dos altos custos iniciais, os benefícios clínicos, como menor trauma tecidual, recuperação mais rápida e menores taxas de complicações, podem justificar o investimento a longo prazo. A redução de custos indiretos, como a perda de produtividade dos pais e menores necessidades de medicações analgésicas, também contribui para uma relação custo-benefício favorável.

Em conclusão, a herniorrafia robótica em crianças representa um avanço significativo na cirurgia pediátrica, combinando avanços tecnológicos com benefícios clínicos substanciais. A adoção desta tecnologia deve ser baseada em uma análise cuidadosa dos custos e benefícios específicos de cada instituição de saúde, considerando a disponibilidade de recursos e as necessidades dos pacientes. A evolução contínua das técnicas e da tecnologia robóticas promete melhorar ainda mais a eficácia e segurança destas intervenções, proporcionando melhores desfechos para os pacientes pediátricos.

REFERÊNCIAS

1. BERGER, A. C. et al. Pediatric Robotic Surgery: A Retrospective Review of Short-Term Outcomes. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 52, n. 1, p. 78-82, 2017.
2. BISGAARD, T. et al. Techniques of Inguinal Hernia Repair in Children: A Comparative Study. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 46, n. 6, p. 1072-1077, 2011.
3. CLARK, A. J. Epidemiology of Pediatric Inguinal Hernia. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 52, n. 6, p. 1018-1025, 2017.
4. CUNDY, T. P. et al. Laparoscopic Versus Open Inguinal Hernia Repair in Pediatric Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatric Surgery International*, v. 29, n. 4, p. 317-326, 2013.
5. DUNCAN, A. A. et al. Abdominal Hernias in Children: Incidence and Management. *Pediatric Surgery International*, v. 36, n. 8, p. 899-905, 2020.
6. GEFEN, Z. et al. Direct and Indirect Inguinal Hernias in Pediatric Population. *Pediatric Surgery International*, v. 35, n. 7, p. 675-681, 2019.
7. GRAHAM, D. et al. Complications of Inguinal Hernia in Children. *American Journal of Surgery*, v. 212, n. 4, p. 747-752, 2016.
8. GOMES, M. P. et al. Outcomes of Robotic vs. Laparoscopic Hernia Repair in Pediatric Patients: A Comparative Study. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 53, n. 6, p. 1076-1080, 2018.
9. HOLLAND, A. J. et al. Evolution of Pediatric Robotic Surgery: A Review of the Current State and Future Directions. *Pediatric Surgery International*, v. 34, n. 9, p. 955-962, 2018.
10. HUANG, Y. et al. Economic and Training Considerations in Pediatric Robotic Surgery. *Surgical Endoscopy*, v. 34, n. 2, p. 652-659, 2020.
11. KIM, S. S. et al. Comparative Outcomes of Robotic vs Laparoscopic Pediatric Urological Surgery. *Journal of Pediatric Urology*, v. 15, n. 2, p. 123-130, 2019.
12. KUMAR, A. et al. Complications of Pediatric Robotic Hernia Repair: A Review of Current Literature. *Pediatric Surgery International*, v. 34, n. 3, p. 243-249, 2018.



13. LEE, S. Y. et al. Long-Term Outcomes of Robotic Inguinal Hernia Repair in Pediatric Patients: A Systematic Review. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 55, n. 4, p. 743-750, 2020.
14. LEE, S. Y. et al. Training Challenges in Pediatric Robotic Surgery: A Systematic Review. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 52, n. 6, p. 915-922, 2017.
15. LUNDSTRÖM, P. et al. Cost-Effectiveness of Robotic Surgery in Pediatric Patients: A Systematic Review. *Pediatric Surgery International*, v. 30, n. 6, p. 615-622, 2014.
16. MERRITT, N. H. et al. Expansion of Robotic Surgery in Pediatric Urology: Safety and Feasibility in an Increasingly Complex Patient Population. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 51, n. 6, p. 1004-1008, 2016.
17. METZELDER, M. L. et al. Efficacy of Robotic-Assisted Hernia Repair in Pediatric Surgery: Comparative Analysis. *Journal of Pediatric Urology*, v. 13, n. 5, p. 457-462, 2017.
18. PIERRO, A. et al. Long-Term Follow-Up After Pediatric Robotic Hernia Repair: A Retrospective Study. *Pediatric Surgery International*, v. 37, n. 1, p. 23-30, 2021.
19. RANDALL, C. L. et al. Economic Evaluation of Robotic Surgery Compared to Conventional Laparoscopy in Pediatric Surgery. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 53, n. 2, p. 243-248, 2018.
20. RAMAN, J. D. et al. Robotic-Assisted Laparoscopic Surgery in Pediatric Urology: Emerging Applications and Outcomes. *Journal of Endourology*, v. 26, n. 3, p. 316-321, 2012.
21. REDDY, P. P. et al. Cost-Benefit Analysis of Robotic Surgery in Pediatric Urology: A Comparative Study. *Journal of Urology*, v. 198, n. 3, p. 789-795, 2017.
22. SCHIER, F. Laparoscopic and Robotic Techniques in Pediatric Urology. *European Journal of Pediatric Surgery*, v. 26, n. 3, p. 194-202, 2016.
23. SCHIER, F. Laparoscopic Inguinal Hernia Repair – A Prospective Personal Series of 542 Children. *Journal of Pediatric Surgery*, v. 41, n. 6, p. 1081-1084, 2006.
24. SCHIER, F., KOONTZ, C. S., PARSONS, C. M. Current Trends in Pediatric Laparoscopic Hernia Repair. *Surgical Endoscopy*, v. 26, n. 4, p. 1031-1036, 2012.
25. SU, Z. T. et al. Financial Impact of Robotic Surgery in Pediatric Patients: A Multi-Center Study. *Journal of Pediatric Urology*, v. 15, n. 2, p. 134-140, 2019.
26. WILLIAMS, R. F. et al. Inguinal Hernia Repair in Pediatric Patients: Comparison of



Laparoscopic Versus Open Techniques. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, v. 24, n. 3, p. 183-187, 2014.

27. ZHANG, Y. et al. Short-Term Outcomes of Robotic vs. Laparoscopic Inguinal Hernia Repair in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Surgery International*, v. 35, n. 9, p. 975-982, 2019.