

Métodos de diagnóstico por imagem e tratamentos cirúrgicos da malrotação intestinal na população pediátrica: Uma revisão integrativa

Diagnostic imaging methods and surgical treatments for intestinal malrotation in the pediatric population: An integrative review

Métodos de diagnóstico por imágenes y tratamientos quirúrgicos para la malrotación intestinal en la población pediátrica: Una revisión integradora

Recebido: 02/12/2024 | Revisado: 09/12/2024 | Aceitado: 10/12/2024 | Publicado: 13/12/2024

Gustavo Henrique Gomes Franco

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3214-5647>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: gustavofranco@unipam.edu.br

Carolina Queiroz Bernardes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9438-3764>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: carolinaqueiroz@unipam.edu.br

Milena Moura Stockler Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6742-7872>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: milenastockler@unipam.edu.br

Talita Marques da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2834-410X>
Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil
E-mail: talitams@unipam.edu.br

Resumo

A malrotação intestinal é uma anomalia congênita caracterizada pela rotação incompleta ou anômala do intestino durante o desenvolvimento embrionário, levando a várias complicações, como volvo intestinal e obstruções. Esta revisão teve como objetivo analisar diferentes modalidades de imagem diagnóstica utilizadas para identificar a malrotação intestinal em pacientes pediátricos, avaliando suas vantagens, limitações e contribuições para um diagnóstico precoce e preciso. O estudo baseou-se em uma revisão da literatura sobre técnicas como ultrassonografia, Tomografia Computadorizada (TC) e série gastrointestinal superior com contraste. As bases de dados Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e Google Scholar foram pesquisadas utilizando os descritores “malrotação intestinal”, “imagem diagnóstica” e “volvo intestinal.” Os resultados indicam que a ultrassonografia é a ferramenta diagnóstica de primeira linha devido à sua natureza não invasiva e alta eficácia na identificação de volvo, especialmente em crianças. No entanto, a Tomografia Computadorizada (TC) oferece uma avaliação mais detalhada da anatomia mesentérica e é recomendada quando a ultrassonografia é inconclusiva. A série gastrointestinal superior com contraste continua sendo o padrão-ouro para confirmar a malrotação. Conclui-se que o uso integrado dessas modalidades de imagem é essencial para um diagnóstico preciso e rápido, facilitando a escolha do tratamento cirúrgico apropriado, como o procedimento de Ladd, que corrige a malrotação e previne complicações graves, como a isquemia intestinal.

Palavras-chave: Volvo intestinal; Obstrução intestinal; Diagnóstico por imagem; Laparoscopia.

Abstract

Intestinal malrotation is a congenital anomaly characterized by incomplete or abnormal intestinal rotation during embryonic development, leading to various complications such as intestinal volvulus and obstructions. This review aimed to analyze different diagnostic imaging modalities used to identify intestinal malrotation in pediatric patients, assessing their advantages, limitations, and contributions to early and accurate diagnosis. The study is based on a literature review of techniques such as ultrasonography, computed tomography (CT) scans, and contrast-enhanced upper gastrointestinal (UGI) series. Databases including Virtual Health Library (VHL), PubMed, and Google Scholar were searched using the descriptors “intestinal malrotation”, “diagnostic imaging”, and “intestinal volvulus”. Results indicate that ultrasonography is the first-line diagnostic tool due to its non-invasive nature and high effectiveness in identifying volvulus, especially in children. However, computed tomography (CT) scans provide a more detailed evaluation of mesenteric anatomy and are recommended when ultrasonography is inconclusive. Contrast-enhanced

UGI series remain the gold standard for confirming malrotation. It is concluded that the integrated use of these imaging modalities is essential for precise and rapid diagnosis, facilitating the selection of appropriate surgical treatment, such as the Ladd procedure, which corrects malrotation and prevents severe complications like intestinal ischemia.

Keywords: Intestinal volvulus; Intestinal obstruction; Diagnostic imaging; Laparoscopy.

Resumen

La malrotación intestinal es una anomalía congénita caracterizada por una rotación incompleta o anómala del intestino durante el desarrollo embrionario, lo que lleva a diversas complicaciones, como el vólvulo intestinal y obstrucciones. Esta revisión tuvo como objetivo analizar diferentes modalidades de imagen diagnóstica utilizadas para identificar la malrotación intestinal en pacientes pediátricos, evaluando sus ventajas, limitaciones y contribuciones para un diagnóstico temprano y preciso. El estudio se basó en una revisión de la literatura sobre técnicas como ultrasonografía, tomografía computarizada (TC) y serie gastrointestinal superior con contraste. Se realizaron búsquedas en las bases de datos Biblioteca Virtual en Salud (BVS), PubMed y Google Scholar utilizando los descriptores “malrotación intestinal”, “imagen diagnóstica” y “vólvulo intestinal”. Los resultados indican que la ultrasonografía es la herramienta diagnóstica de primera línea debido a su naturaleza no invasiva y alta efectividad en la identificación del vólvulo, especialmente en niños. Sin embargo, la tomografía computarizada (TC) proporciona una evaluación más detallada de la anatomía mesentérica y se recomienda cuando la ultrasonografía no es concluyente. La serie gastrointestinal superior con contraste sigue siendo el estándar de oro para confirmar la malrotación. Se concluye que el uso integrado de estas modalidades de imagen es esencial para un diagnóstico preciso y rápido, facilitando la selección del tratamiento quirúrgico adecuado, como el procedimiento de Ladd, que corrige la malrotación y previene complicaciones graves, como la isquemia intestinal.

Palabras clave: Vólvulo intestinal; Obstrucción intestinal; Imágenes diagnósticas; Laparoscopia.

1. Introdução

O intestino médio começa como uma estrutura tubular e, entre a quinta e a décima primeira semanas do desenvolvimento embrionário, passa por uma série de alongamentos e uma rotação de 270° em torno da artéria mesentérica superior (SMA) (Zhao et al., 2022). A partir desse intestino médio primitivo, formam-se, na extremidade cranial, o duodeno, o jejuno e o íleo proximal, enquanto a extremidade caudal se desenvolverá em íleo distal, ceco e cólon (Grzymkowski; Wyatt & Nascone-Yoder, 2020).

Inicialmente, o crescimento rápido do tubo intestinal provoca a extensão da alça primária até a parte proximal do cordão umbilical, resultando na formação conhecida como hérnia umbilical fisiológica. No modelo clássico de rotação, os componentes da alça giram 90° no sentido anti-horário, orientando a extremidade cranial à direita e a extremidade caudal à esquerda em torno da SMA. O membro cranial se alonga consideravelmente, formando alças menores. Durante a reentrada, a extremidade cranial se desloca caudalmente e, em seguida, para a esquerda, enquanto o membro caudal se direciona cranialmente e depois para a direita, cruzando-se ao girar ao redor da SMA. Esse processo acrescenta uma rotação de 180°, totalizando uma rotação de 270° até a fixação final no mesentério (Grzymkowski; Wyatt & Nascone-Yoder, 2020).

A malrotação intestinal ocorre quando o tubo intestinal não completa corretamente o processo de rotação durante o desenvolvimento embrionário, resultando em uma anomalia estrutural (Grzymkowski et al., 2024). Essa falha inclui uma gama de variações, afetando tanto a rotação quanto a fixação do intestino, e pode manifestar-se como não-rotação, rotação incompleta, rotação reversa ou fixação anômala do mesentério (Alani & Rentea, 2023). Classifica-se como típica, quando a junção duodeno-jejunal está à direita da linha média, ou atípica, quando se encontra à esquerda (Menghwani et al., 2023).

Entre os tipos de malrotação intestinal, a não-rotação se caracteriza pela localização do duodeno na porção inferior do hemiabdomen direito, com o intestino delgado à direita e o cólon à esquerda. A rotação incompleta leva à formação de um pedículo vascular estreito, aumentando a propensão ao volvo e à formação de bandas de Ladd. A rotação reversa, mais rara, ocorre quando a rotação em torno da SMA é no sentido horário, posicionando o cólon transversal atrás da SMA e facilitando a obstrução pelo duodeno localizado anteriormente (Ribeiro et al., 2022).

A malrotação intestinal é considerada uma emergência pediátrica crítica devido ao risco elevado de complicações

graves, como o volvo, que pode levar rapidamente à isquemia intestinal e necrose. Estima-se que a condição ocorra em aproximadamente 1 a 3 em cada 5.000 nascidos vivos, com um risco mais alto de diagnóstico no primeiro ano de vida (Strouse, 2021). Além disso, até 60% dos casos de malrotação intestinal são diagnosticados em neonatos, evidenciando sua relevância clínica nessa faixa etária (Coste et al., 2022).

A manifestação sintomática da malrotação é mais comum até o primeiro ano de vida e, após esse período, tende a se apresentar com aspectos crônicos, como inchaço pós-prandial, cólicas intermitentes e vômitos ocasionais, ou pode ser assintomática (Menghwani et al., 2023). A complicação mais frequente é o volvo, uma condição em que o intestino se torce sobre si mesmo, comprometendo a hemodinâmica. Os sintomas incluem vômitos biliosos de início súbito, distensão abdominal superior e sensibilidade abdominal (Coste et al., 2022).

Este estudo tem como objetivo analisar as vantagens e desvantagens dos métodos de imagem no diagnóstico da malrotação intestinal, considerando a complexidade da condição e a inespecificidade dos sintomas, que dificultam a identificação de achados conclusivos.

2. Metodologia

O presente estudo consiste em uma revisão integrativa de literatura sobre os métodos de diagnóstico e tratamentos cirúrgicos da malrotação intestinal na população pediátrica. A revisão integrativa foi realizada em seis etapas: 1) identificação do tema e seleção da questão norteadora da pesquisa; 2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos e busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; 4) categorização dos estudos; 5) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa e interpretação e 6) apresentação da revisão.

Na etapa inicial, para definição da questão de pesquisa utilizou-se da estratégia PICO (Acrônimo para Patient, Intervention, Comparison e Outcome) (Santos et al., 2007). Assim, definiu-se a seguinte questão central que orientou o estudo: A frase é “Quais métodos diagnósticos e tratamentos cirúrgicos são mais eficazes em pacientes pediátricos com malrotação intestinal, em termos de precisão diagnóstica, desfechos clínicos e redução de complicações pós-operatórias? Nela, observa-se o P= Malrotação intestinal na população pediátrica; I= Métodos diagnósticos e tratamentos cirúrgicos; C= Comparação entre as modalidades de imagem e opções de procedimentos cirúrgicos e O= Precisão diagnóstica, desfecho clínico e redução de complicações.

Para responder a esta pergunta, foi realizada a busca de artigos envolvendo o desfecho pretendido, utilizando as terminologias cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCs) criados pela Biblioteca Virtual em Saúde desenvolvido a partir do Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine, que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol. Os descritores “malrotation”, “malrotation children”, “intestinal rotation”, “midgut malrotation”, “upper gastrointestinal series malrotation” e “intestinal malrotation”. Para o cruzamento das palavras-chaves utilizaram-se os operadores booleanos “and”, “or”.

A partir do estabelecimento das palavras-chave, realizou-se o cruzamento dos descritores “malrotation”, “malrotation children”, “intestinal rotation”, “midgut malrotation”, “upper gastrointestinal series malrotation” e “intestinal malrotation”; nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual de Saúde (BVS); National Library of Medicine (PubMed MEDLINE), Scientific Eletronic Library Online (SCIELO) e EbscoHost.

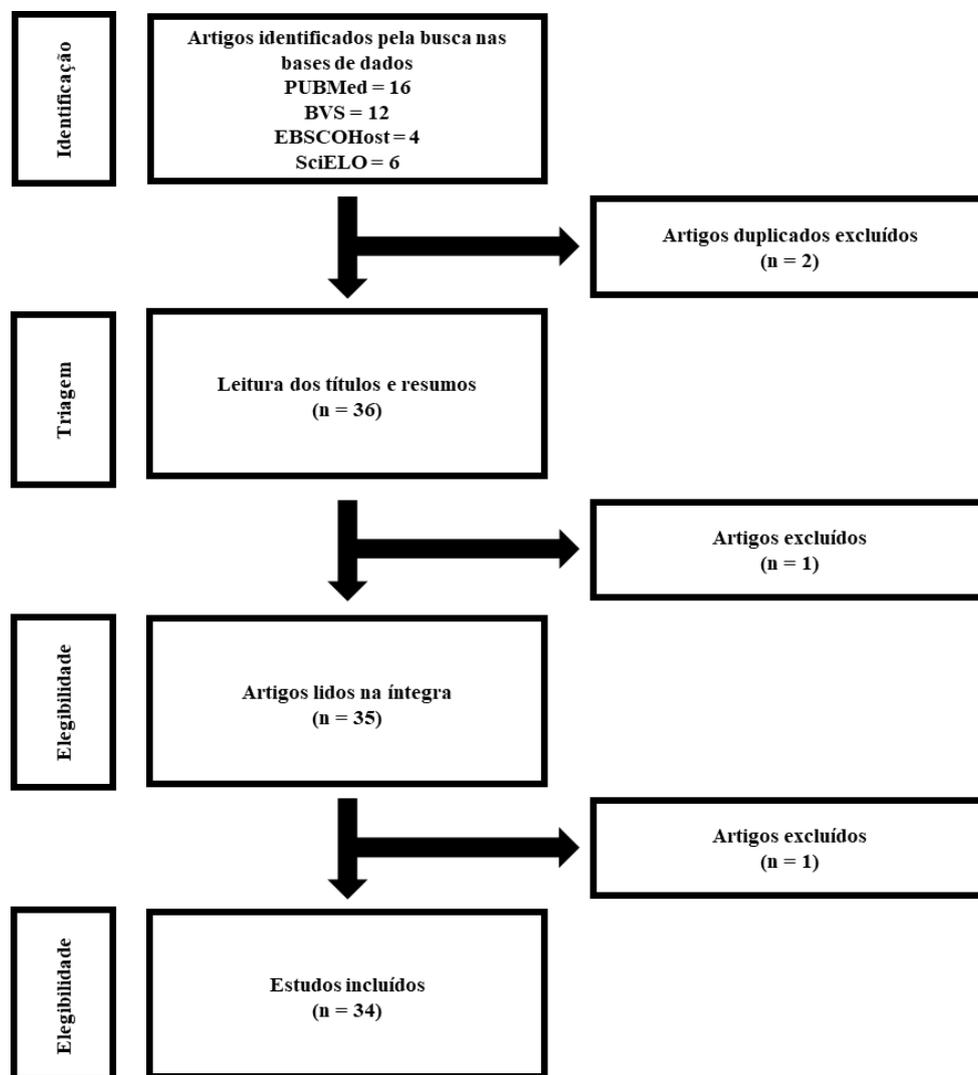
A busca foi realizada no mês de outubro de 2024. Como critérios de inclusão, foram limitados artigos escritos em português, inglês, completos, publicados no período de 2020 a 2024, que abordassem o tema pesquisado e que estavam disponíveis eletronicamente em seu formato integral. Os critérios de exclusão foram artigos repetidos encontrados nas mesmas bases de dados, aqueles artigos que após a leitura do título e do resumo não contemplavam o tema em questão, a não

disponibilização dos artigos em sua íntegra e a baixa validade interna após a aplicação do instrumento de avaliação Escala PEDro.

Após a etapa de levantamento das publicações, foram encontrados 38 artigos, dos quais foi realizada a leitura do título e resumo das publicações considerando o critério de inclusão e exclusão definidos. Nesta etapa, foram excluídos do trabalho 4 artigos. Por fim, foram selecionados 34 artigos para análise final e construção da revisão integrativa (Figura 1).

Posteriormente a seleção dos artigos, foi realizado o fichamento das obras selecionadas a fim de selecionar a coleta e análise dos dados. Os dados coletados foram disponibilizados em uma tabela, possibilitando ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa elaborada de forma a atingir o objetivo desse método.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA detalhando as etapas de busca, seleção, elegibilidade e inclusão dos artigos revisados sobre malrotação intestinal na população pediátrica.



Fonte: Adaptado do *Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses* (PRISMA). Page et al., (2021).

3. Resultados

A análise dos artigos revisados evidenciou diversas abordagens diagnósticas utilizadas para a detecção de malrotação intestinal na população pediátrica. Dentre os métodos estudados, destacam-se a ultrassonografia, a tomografia

computadorizada (TC) e o trânsito intestinal, cada um com vantagens e limitações específicas. Essas modalidades de imagem variam em eficácia e aplicabilidade conforme a apresentação clínica do paciente e a disponibilidade de recursos no ambiente hospitalar, exigindo uma avaliação criteriosa para determinar a técnica mais apropriada em cada caso.

Tabela 1 - Principais achados sobre métodos de diagnóstico por imagem e tratamentos cirúrgicos da malrotação intestinal na população pediátrica entre os anos de 2020 e 2024.

#	Ano	Autores	Título da Publicação	Principais Achados
1	2021	Abu-Elmagd et al.	Five Hundred Patients With Gut Malrotation	Alta taxa de sucesso clínico com correção definitiva da malrotação em longo prazo.
2	2023	Alani et al.	Midgut Malrotation	Relevância da apendicectomia profilática no procedimento de Ladd para reduzir complicações futuras.
3	2020	Bhartiya et al.	Reversed intestinal malrotation presenting as bowel obstruction in pregnancy: Case report and literature review	Caracterização da malrotação reversa e sua relação com obstruções graves em crianças.
4	2021	Binu et al.	Ultrasound imaging as the first line of investigation to diagnose intestinal malrotation in children: Safety and efficacy	Alta sensibilidade e especificidade da ultrassonografia como método seguro e eficaz para o diagnóstico inicial de malrotação intestinal em crianças, evitando exposição à radiação ionizante.
5	2021	Blask et al.	Prenatal diagnosis of intestinal nonrotation using magnetic resonance imaging: Is it possible?	TC fornece avaliação detalhada da anatomia mesentérica, especialmente em casos complexos.
6	2023	Bostanci et al.	Clinical management of intestinal malrotation in different age groups	Importância do trânsito intestinal para confirmar a malrotação em casos crônicos.
7	2023	Costa et al.	Laparoscopic Ladd Procedure for Malrotation in Newborns and Infants	Resultados promissores em neonatos estáveis submetidos à laparoscopia.
8	2024	Coste et al.	Midgut Volvulus	Avaliação detalhada da eficácia da apendicectomia profilática durante o procedimento de Ladd.
9	2022	Feeney et al.	Left-sided appendicitis in intestinal malrotation: a minimally invasive approach	Apendicite localizada no lado esquerdo em pacientes com malrotação intestinal pode ser tratada de forma eficaz com abordagem minimamente invasiva
10	2022	Girolamo et al.	Diagnostic accuracy of upper gastrointestinal series in children with suspected intestinal malrotation	Sugestão de combinar trânsito intestinal com Doppler para aumentar a precisão diagnóstica.
11	2020	Grzymkowski et al.	The twists and turns of left-right asymmetric gut morphogenesis	Detalhamento do desenvolvimento das alças primárias e das variações anatômicas resultantes.
12	2024	Grzymkowski et al.	Developmental regulation of cellular metabolism is required for intestinal elongation and rotation	A regulação do metabolismo celular é fundamental para o alongamento e a rotação do intestino durante o desenvolvimento embrionário.
13	2024	Kim et al.	Malrotation and Midgut Volvulus in Children: Diagnostic Approach, Imaging Findings, and Pitfalls	As principais abordagens diagnósticas e armadilhas na identificação de malrotação intestinal e volvo em crianças.
14	2023	Martinez et al.	IMPOWER: a national patient-generated registry for intestinal malrotation exploring diagnosis, treatment, and surgical outcomes	Papel do trânsito intestinal no diagnóstico precoce e redução de complicações cirúrgicas.
15	2023	Menghwani et al.	Delayed Presentation of Malrotation: Case Series and Literature Review	A apresentação tardia da malrotação intestinal, muitas vezes com sintomas inespecíficos, ressalta a necessidade de maior atenção em diagnósticos diferenciais e de protocolos mais robustos para identificar a condição em estágios menos agudos.
16	2022	Messiahs et al.	A digital audit of emergency upper gastrointestinal fluoroscopy workflow in children with bilious vomiting	Impacto da avaliação radiológica criteriosa no tempo de intervenção cirúrgica.

17	2021	Mishra et al.	Intestinal malrotation in extremely premature infants: a potential trap	Prematuridade extrema como fator complicador para o diagnóstico precoce de malrotação.
18	2021	Mushtaq et al.	Intestinal malrotation and Meckel's diverticulitis in a 19-month-old boy	Casos concomitantes de malrotação e diverticulite com risco de perfuração intestinal.
19	2021	Nguyen et al.	Transition to ultrasound as the first-line imaging modality for midgut volvulus: keys to a successful roll-out	Alta sensibilidade e especificidade na identificação do "sinal do redemoinho".
20	2021	Nguyen et al.	Ultrasound for the diagnosis of malrotation and volvulus in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis	A ultrassonografia apresenta alta sensibilidade e especificidade no diagnóstico de malrotação intestinal e volvo em crianças e adolescentes.
21	2022	Nguyen et al.	Ultrasound for Midgut Malrotation and Midgut Volvulus: AJR Expert Panel Narrative Review	O uso da ultrassonografia é altamente confiável na avaliação de malrotação e volvo do intestino médio, conforme revisão narrativa do painel da AJR.
22	2022	Ribeiro et al.	Variations of intestinal malrotation in adults: A case report of midgut volvulus and literature review for the surgeon	Casos raros de rotação reversa com obstrução grave por compressão duodenal.
23	2023	Rodríguez et al.	A new technique in the treatment of intestinal malrotation	Zero recorrência em seguimento de 10 anos com resultados promissores na escala NIH-PROMIS.
24	2023	Sabac et al.	Assessment of care timelines in intestinal malrotation with volvulus: A retrospective chart review	Redução do tempo de diagnóstico como fator crítico para evitar complicações severas.
25	2020	Scalabre et al.	Outcomes of laparoscopic and open surgical treatment of intestinal malrotation in children	Benefícios da laparoscopia em menor tempo de recuperação, embora com risco de recorrência em neonatos.
26	2021	Son et al.	Abnormal Orientation of the Superior Mesenteric Vessels Detected in Asymptomatic Infants: What Is Its Destiny?	Identificação de anomalias vasculares como sinal precoce de malrotação em neonatos assintomáticos.
27	2020	Strouse et al.	Ultrasound for malrotation and volvulus: has the time come?	Taxa de recorrência variável associada à complexidade dos casos tratados com LLP.
28	2023	Taylor et al.	Sonographic diagnosis of malrotation: it's complicated - counterpoint	Trânsito intestinal amplamente reconhecido como padrão-ouro para diagnóstico definitivo.
29	2022	Türer et al.	Evaluation of the predictability of clinical and radiological findings in the diagnosis of malrotation	Contribuição do Doppler colorido na avaliação detalhada dos vasos mesentéricos.
30	2020	Wong et al.	Making the diagnosis of midgut volvulus: Limited abdominal ultrasound has changed our clinical practice	Eficácia em contextos emergenciais e menor exposição à radiação.
31	2021	Xie et al.	Laparoscopic vs open Ladd's procedure for malrotation in neonates and infants: a propensity score matching analysis	Resultados superiores com LLP em termos de estética e menor tempo de internação.
32	2024	Yang et al.	Identification and treatment of intestinal malrotation with midgut volvulus in childhood: a multicenter retrospective study	Alta sensibilidade do trânsito intestinal em neonatos e crianças mais velhas com obstrução intestinal.
33	2023	Zhang et al.	Laparoscopic Ladd's procedure for intestinal malrotation in small infants with midterm follow-up	Alta segurança e eficácia do procedimento de Ladd laparoscópico em lactentes, com recuperação mais rápida e menos complicações pós-operatórias em comparação à cirurgia aberta.
34	2023	Zhao et al.	Midgut malrotation presenting with hyperemesis gravidarum: A case report. Medicine	Descrição do processo de rotação embrionária do intestino médio e sua relação com malrotação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1 Ultrassonografia

A ultrassonografia é amplamente reconhecida como uma modalidade de primeira linha no diagnóstico de volvo de intestino médio, especialmente em pacientes pediátricos, devido à sua natureza não invasiva, fácil acesso e ausência de radiação ionizante. Esse método é altamente recomendado em situações de emergência por permitir diagnósticos rápidos e precisos. Estudos mostram que um dos achados mais característicos desse exame é o "sinal do redemoinho" ("whirlpool sign"), que representa a torção dos vasos mesentéricos ao redor da artéria mesentérica superior. Nguyen et al. (2021) demonstraram que a ultrassonografia apresenta sensibilidade entre 83% e 96% e especificidade de até 100%, reforçando sua relevância como primeira opção em emergências pediátricas.

Além de sua eficácia, a ultrassonografia possui benefícios adicionais, como a possibilidade de utilização de água como meio de contraste, o que melhora a visualização da anatomia duodenal e da relação entre a artéria e a veia mesentérica superior (SMA/SMV). Essa abordagem foi explorada por Binu et al. (2021), que, em uma auditoria retrospectiva com 539 pacientes, observaram 100% de sensibilidade e especificidade no diagnóstico de malrotação, tornando o exame uma alternativa segura e eficaz, especialmente em neonatos e crianças pequenas, ao reduzir a necessidade de estudos contrastados invasivos.

A utilização da ultrassonografia também se destaca em hospitais pediátricos especializados, onde protocolos e treinamento adequados otimizam os resultados. Wong et al. (2020) analisaram 195 pacientes em um hospital especializado e relataram que o exame alcançou sensibilidade de 92% e especificidade de 100% ao usar critérios diagnósticos, como o "sinal do redemoinho" e o "SMA cutoff sign". Isso demonstra sua eficácia em cenários críticos, garantindo diagnósticos rápidos sem expor os pacientes à radiação.

Contudo, a precisão da ultrassonografia pode ser limitada pela experiência do operador e pela padronização dos protocolos utilizados em diferentes instituições. Revisões narrativas, como a conduzida por Nguyen et al. (2022), sugerem que o uso de Doppler colorido aumenta a acurácia do exame ao proporcionar uma análise mais detalhada dos vasos mesentéricos, principalmente em neonatos. Essa recomendação reforça a necessidade de treinamento contínuo para otimizar os resultados em casos mais complexos.

Outra vertente importante da ultrassonografia é sua aplicação com Doppler, que tem se mostrado confiável na detecção de volvo pediátrico. Türer et al. (2022) relataram que o Doppler alcançou sensibilidade de 92,3% e especificidade de 85,7%, destacando sua eficácia, especialmente quando realizado por operadores experientes. Esse método é particularmente útil em crianças sintomáticas, onde a análise detalhada dos vasos mesentéricos é crucial para um diagnóstico preciso.

Em análises mais amplas, como na meta-análise conduzida por Nguyen et al. (2021), que incluiu 17 estudos com 2.257 participantes, ficou evidente que a ultrassonografia possui sensibilidade de 94% e especificidade de 100% no diagnóstico de malrotação com ou sem volvo. O estudo ainda destacou que o uso de fluidos entéricos durante o exame aumentou a precisão diagnóstica, tornando a ultrassonografia uma alternativa prática e menos onerosa ao trânsito intestinal em muitos casos.

Apesar das evidências que corroboram sua eficácia, limitações podem surgir em crianças assintomáticas ou com sintomas leves. Nessas situações, fatores como obstruções ou gás intestinal podem dificultar a visualização dos vasos mesentéricos, reduzindo a sensibilidade do exame, como discutido por Alani e Rentea (2023). Isso destaca a necessidade de uma avaliação criteriosa e, em alguns casos, a complementação com outros métodos diagnósticos.

Por fim, o impacto do treinamento na precisão do exame é evidente em instituições como o Texas Children's Hospital. Protocolos rigorosos e equipes altamente capacitadas permitiram uma taxa de sucesso de 81% no diagnóstico de volvo associado à malrotação, conforme Strouse (2021). No entanto, em locais com menos recursos ou menor especialização, a ultrassonografia pode ter sua eficácia comprometida, ressaltando a importância de complementação diagnóstica quando necessário. Ainda assim, estudos como o de Bostanci et al. (2024) reforçam que a ultrassonografia desempenha um papel central na abordagem inicial de pacientes pediátricos, diagnosticando malrotação associada ao volvo em 37,5% dos casos.

3.2 Tomografia computadorizada

Embora a ultrassonografia seja frequentemente a modalidade inicial de escolha, a tomografia computadorizada (TC) oferece uma avaliação anatômica detalhada, sendo especialmente vantajosa em casos em que a ultrassonografia não fornece um diagnóstico conclusivo ou quando há necessidade de uma análise mais minuciosa. A TC destaca-se pela capacidade de examinar a relação anatômica dos vasos mesentéricos, permitindo a detecção de malrotações intestinais leves, muitas vezes não identificadas em exames ultrassonográficos. Estudos de Blask et al. (2021) apontam que a TC apresenta sensibilidade entre 90% e 95% e especificidade de 85% a 95%, dados corroborados por Coste et al. (2022).

Além disso, a TC é especialmente útil em pacientes pediátricos com sintomas persistentes, onde sua precisão é fundamental. Em crianças mais velhas, Bostanci et al. (2024) observaram que a TC confirma frequentemente o diagnóstico de malrotação intestinal em casos mais complexos, auxiliando na definição de intervenções necessárias. Esses dados reforçam sua importância como ferramenta confiável em situações que não se resolvem de forma espontânea.

3.3 Radiografia contrastada do trato gastrointestinal superior (trânsito intestinal)

O trânsito intestinal é reconhecido como o exame padrão-ouro para o diagnóstico definitivo de malrotação intestinal, especialmente em casos com suspeita de volvo de intestino médio. Com uma sensibilidade entre 95% e 100%, esse exame possibilita a visualização direta da junção duodenojejunal (DJJ), oferecendo detalhes cruciais sobre a anatomia intestinal. Essa precisão é indispensável para confirmar anomalias graves, como o volvo, sendo particularmente relevante em situações de risco elevado (Taylor, 2021).

Apesar de sua alta eficácia, o trânsito intestinal requer preparo específico, como jejum e uso de contraste, que podem ser desconfortáveis para crianças pequenas. Em alguns casos, a ansiedade gerada pelo exame pode demandar sedação leve para garantir sua execução adequada (Taylor, 2021).

Em crianças com sintomas crônicos, estudos como o de Bostanci et al. (2024) destacam que o trânsito intestinal diagnosticou 62,5% dos casos de malrotação, sendo eficaz para detectar anomalias estruturais, como a posição anômala dos loops intestinais, e orientar a necessidade de intervenção cirúrgica. Entretanto, a variabilidade na interpretação dos achados entre observadores representa um desafio, conforme apontado por Girolamo et al. (2024), que sugerem combinar o exame com modalidades como Doppler colorido para maior acurácia diagnóstica.

A sensibilidade do trânsito intestinal também foi destacada por Türer et al. (2022), que relataram 96,8% de precisão no diagnóstico de malrotação em casos com DJJ anômala. Contudo, com uma especificidade de 75%, há possibilidade de falsos positivos, especialmente em variantes anatômicas leves ou pacientes assintomáticos, exigindo cautela na interpretação.

Em emergências pediátricas, como vômito bilioso, Messiahs et al. (2022) ressaltaram que o uso criterioso do trânsito intestinal reduz significativamente o tempo para intervenção cirúrgica, prevenindo complicações graves. Essa relevância se confirma em situações em que métodos iniciais são inconclusivos. Yang et al. (2024) relatam uma sensibilidade de 84,21% em neonatos e 87,5% em crianças maiores, reforçando sua utilidade como exame confirmatório.

Adicionalmente, dados do registro IMPOWER analisados por Martinez et al. (2023) mostram que o trânsito intestinal facilita diagnósticos precoces, reduzindo complicações cirúrgicas e evitando intervenções mais invasivas. Embora padrão-ouro, sua precisão é ampliada quando combinada com outras modalidades de imagem, conforme indicado por Girolamo et al. (2024) e Yang et al. (2024).

Quadro 1 - Comparação dos métodos de imagem no diagnóstico de malrotação intestinal.

Método	Sensibilidade	Especificidade	Vantagens	Limitações
Ultrassonografia	83% - 96%	89% - 100%	Não invasivo, rápido, ausência de radiação, ideal para emergências.	Dependência da experiência do operador, dificuldade em visualizar vasos mesentéricos em casos assintomáticos, pode não detectar malrotação leve sem volvo
Tomografia Computadorizada	90% - 95%	85% - 95%	Alta acurácia, avaliação anatômica detalhada, visualização de vasos mesentéricos, particularmente útil em malrotação com volvo.	Exposição à radiação, mais cara, menos indicada para uso em emergências pediátricas.
Trânsito Intestinal	95% - 100%	95% - 100%	Padrão-ouro para diagnóstico, visualiza anomalias no trato gastrointestinal.	Invasivo, maior complexidade na realização, necessidade de contraste, possibilidade de falsos positivos, menos disponível

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4 Procedimento de Ladd

O Procedimento de Ladd permanece como o tratamento padrão para corrigir a malrotação intestinal e prevenir volvos futuros na população pediátrica. A técnica consiste na divisão das bandas de Ladd, que comprimem o duodeno, e no reposicionamento do intestino delgado à direita e do cólon à esquerda do abdome. Recomenda-se, ainda, a apendicectomia profilática para evitar complicações futuras relacionadas ao apêndice deslocado, conforme indicado por Coste et al. (2022), Alani e Rentea (2023) e Bostanci et al. (2024).

Com o avanço das abordagens minimamente invasivas, estudos têm explorado as vantagens da laparoscopia em comparação à laparotomia. Por exemplo, a laparoscopia reduz o tempo médio de internação para 5,3 dias, em comparação aos 10,1 dias da laparotomia, além de apresentar menor taxa de complicações, como formação de aderências (Scalabre et al., 2020). Contudo, limitações persistem, especialmente em neonatos e lactentes, onde a taxa de recorrência de volvo pode chegar a 13%, devido à complexidade anatômica desses pacientes.

Estudos apontam uma taxa de revolvulação variando entre 1% e 51% ao longo da vida, especialmente em centros que tratam casos complexos (Strouse, 2021). Isso levou ao desenvolvimento do Procedimento de Ladd laparoscópico (LLP) como alternativa menos invasiva. Em um estudo com 55 pacientes, o LLP demonstrou menor tempo de recuperação, com 3,1 dias para retomada completa da alimentação, em comparação aos 7,3 dias do método aberto (Zhang et al., 2023).

A laparoscopia, no entanto, é menos indicada em casos graves, como volvo severo ou intestino dilatado, onde a laparotomia continua sendo a abordagem mais segura (Scalabre et al., 2020). Além disso, a laparoscopia apresentou menores complicações pós-operatórias, com ausência de obstruções adesivas no grupo LLP, enquanto o grupo aberto apresentou taxa de 11,8% (Bostanci et al., 2024; Zhang et al., 2023).

Outros estudos confirmam os benefícios da laparoscopia. Costa et al. (2020) relataram uma taxa de conversão de 11,1% para cirurgia aberta, devido à má visualização anatômica ou intestinos dilatados. Apesar disso, a abordagem laparoscópica resultou em menor dor pós-operatória, menos aderências e tempo de internação reduzido, consolidando-se como uma opção atraente para pacientes pediátricos.

Diferenças entre LLP e laparotomia foram avaliadas em um estudo de escore de propensão por Xie et al. (2022). O LLP apresentou vantagens estéticas e menor internação, mas uma taxa de conversão para cirurgia aberta de 14% foi observada devido a dificuldades técnicas e aderências intraoperatórias, indicando que o LLP, embora promissor, não é ideal em todos os casos.

3.5 Procedimento de Kareem

Nos últimos anos, o Procedimento de Kareem surgiu como uma alternativa ao tradicional Procedimento de Ladd no tratamento da malrotação intestinal. Introduzida por Dr. Abu-Elmagd em 2021, essa técnica inovadora corrige a malrotação de forma definitiva, completando a rotação contrarrelógio de 270° do intestino médio durante o desenvolvimento embrionário. Esse reposicionamento restaura a anatomia normal e fixa o mesentério, reduzindo significativamente o risco de revolvulação. Em um seguimento de três anos, Rodríguez et al. (2023) relataram ausência de volvo após a correção, destacando a eficácia do método.

Além disso, o Kareem demonstrou benefícios notáveis na melhora dos sintomas gastrointestinais. Por meio da escala NIH-PROMIS, foi observada uma sobrevida de 100% em 10 anos entre pacientes pediátricos, segundo Abu-Elmagd et al. (2021). Em uma série de 80 pacientes, incluindo 22 menores de 18 anos, os resultados pós-operatórios mostraram avanços clínicos significativos sem a necessidade de conversão para o Procedimento de Ladd. O tempo médio de cirurgia foi de 6,5 horas, com duração menor em casos sem cirurgias prévias ou complicações associadas (Rodríguez et al., 2023).

Esses resultados preliminares indicam que o Kareem pode substituir o Ladd como padrão no futuro, devido à sua maior segurança e eficácia na eliminação do risco de volvo. No entanto, estudos adicionais são necessários para confirmar esses achados e estabelecer critérios claros para sua aplicação em larga escala na população pediátrica (Abu-Elmagd et al., 2021; Rodríguez et al., 2023).

Quadro 2 - Comparação dos tratamentos cirúrgicos Ladd x Kareem.

Procedimento	Tipo	Vantagens	Desvantagens	Taxa de Recorrência
Ladd	Cirurgia aberta/tradicional	Ampla experiência, redução do volvo	Maior tempo de recuperação, maior risco de aderências	1% a 51%
Kareem	Técnica recente	Correção definitiva da malrotação, ausência de revolvulação	Poucos estudos a longo prazo, procedimento tecnicamente desafiador	Não observada

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.6 Avaliação dos prazos de cuidado em pacientes com malrotação intestinal e volvo

A análise dos prazos de atendimento emergencial é fundamental em casos de malrotação intestinal associada ao volvo (MWV), pois o intervalo entre a avaliação inicial e a cirurgia pode influenciar diretamente a ocorrência de complicações graves, como necrose intestinal. Em um estudo retrospectivo no McMaster Children's Hospital, Sabac et al. (2023) analisaram o tempo de resposta em 31 pacientes. O tempo médio identificado entre a primeira avaliação médica e a incisão cirúrgica foi de 10,7 horas, com intervalo médio de 3,4 horas entre a consulta cirúrgica e a incisão.

Os dados também indicaram que a utilização de ultrassonografia não impactou significativamente o tempo até a cirurgia (7,9 horas com ultrassonografia versus 12,0 horas sem ultrassonografia, $p = 0,128$). Além disso, não houve diferenças estatisticamente relevantes entre pacientes que necessitaram de ressecção intestinal e aqueles que não ($p = 0,238$). Sabac et al. (2023) recomendam estratégias para otimizar o tempo de intervenção, como a transferência emergencial para centros especializados e a priorização de cirurgias em horários críticos.

3.7 Variantes raras de malrotação

A malrotação intestinal pode apresentar variantes raras, como a malrotação reversa, uma condição que, apesar de ser mais comum em adultos, também pode afetar crianças e levar a complicações graves, como o volvo. Essa condição ocorre devido a uma rotação anômala do intestino médio em direção oposta à usual, resultando em uma configuração anatômica incomum que dificulta o diagnóstico imediato. Bhartiya et al. (2022) descrevem essa variante como uma situação em que o cólon transversal se posiciona de maneira atípica atrás da artéria mesentérica superior, podendo causar obstrução intestinal grave e frequentemente necessitando de intervenção cirúrgica imediata para evitar riscos mais sérios.

Casos clínicos em neonatos destacam a complexidade adicional da malrotação intestinal em populações vulneráveis. Um exemplo relevante foi descrito por Mishra et al. (2021), que relataram o caso de um recém-nascido extremamente prematuro com sinais mascarados de malrotação, como vômito bilioso. Nesse cenário, a prematuridade extrema contribuiu para atrasos no diagnóstico e tratamento, reforçando a importância de vigilância constante em neonatos com sinais gastrointestinais atípicos. Além disso, o estudo ressaltou a relevância de exames de imagem regulares, como ultrassonografia e trânsito intestinal, para monitorar alterações estruturais no trato gastrointestinal, mesmo quando os sintomas são inespecíficos.

A literatura também documenta como a malrotação intestinal pode complicar outras condições gastrointestinais. Um caso notável foi apresentado por Mushtaq et al. (2022), envolvendo um menino de 19 meses com malrotação intestinal associada à diverticulite de Meckel. Essa combinação aumentou significativamente o risco de complicações graves, incluindo perfuração intestinal e sepse. Os autores destacaram que tais situações exigem uma abordagem diagnóstica minuciosa e uma intervenção cirúrgica rápida para assegurar a recuperação do paciente.

Por fim, há evidências de que alterações na orientação dos vasos mesentéricos podem sinalizar malrotação em neonatos assintomáticos. Son et al. (2021) conduziram um estudo com 70 recém-nascidos, identificando que 45,7% dos casos com orientação anômala dos vasos foram diagnosticados com malrotação após avaliações mais detalhadas, incluindo trânsito intestinal ou cirurgia abdominal. Esses achados reforçam a necessidade de investigações adicionais, especialmente em neonatos com múltiplas anomalias congênitas ou complicações cardíacas, que apresentam maior risco de desenvolver volvo. O estudo também enfatizou a importância do acompanhamento clínico para detectar sinais precoces de complicações, mesmo em pacientes sem sintomas evidentes.

4. Discussão

O diagnóstico de malrotação intestinal em pacientes pediátricos é desafiador devido à variabilidade dos sintomas, que podem ser assintomáticos ou inespecíficos. A escolha do método de imagem adequado é crucial para a identificação precoce e tratamento da condição, ajudando a evitar complicações graves, como volvo de intestino médio e necrose intestinal.

Para o diagnóstico inicial de malrotação, especialmente em emergências, a ultrassonografia tem se mostrado essencial. Em um estudo voltado à eficácia da ultrassonografia em emergências pediátricas, Nguyen et al. (2021) evidenciam que a técnica é capaz de identificar o sinal do redemoinho ("*whirlpool sign*") com alta sensibilidade e especificidade. A confiabilidade e a rapidez desse método, segundo Kim et al. (2024), são ainda mais elevadas em recém-nascidos e lactentes quando o Doppler colorido é utilizado, aumentando a precisão na detecção de volvo.

Em relação a casos assintomáticos, Son et al. (2021) demonstraram a importância de uma avaliação mais detalhada para neonatos com anomalias vasculares detectadas pela ultrassonografia. Esses achados apontam a necessidade de exames complementares, como o trânsito intestinal, para confirmação de malrotação mesmo na ausência de sintomas evidentes. A pesquisa de Son et al. (2021) reforça ainda a relevância do monitoramento regular desses pacientes, especialmente neonatos com múltiplas anomalias congênitas, para que sinais precoces de volvo possam ser detectados.

No entanto, a eficácia da ultrassonografia pode ser influenciada pela experiência do operador e pela visibilidade dos vasos mesentéricos. Estudos, como o de Strouse (2021) e Alani e Rentea (2023), indicam que em crianças mais velhas ou em pacientes com sintomas intermitentes, a ultrassonografia pode não fornecer um diagnóstico conclusivo. Yang et al. (2024) confirmam que, para esses casos, há uma redução na sensibilidade, sendo necessário o uso de métodos complementares, como a tomografia computadorizada (TC) ou o trânsito intestinal, para confirmação diagnóstica.

Para diagnósticos inconclusivos pela ultrassonografia, a TC é amplamente reconhecida como uma ferramenta diagnóstica complementar eficaz. Blask et al. (2021), em seu estudo sobre a precisão da TC em casos de malrotação intestinal leve, ressaltam sua vantagem ao permitir uma visualização detalhada da anatomia mesentérica, especialmente em situações em que a ultrassonografia é insuficiente. A importância da TC também é destacada por Coste et al. (2022), que recomendam sua utilização em pacientes pediátricos não-neonatais, onde uma avaliação detalhada dos vasos mesentéricos é crítica para confirmar a presença de volvo.

Em casos em que a malrotação está associada a condições concomitantes, a importância da TC é reforçada. Feeney et al. (2022), em um estudo de caso de apendicite aguda (AA) em um paciente com malrotação não diagnosticada, enfatizam o papel da TC para visualizar estruturas anatômicas alteradas. Esse estudo demonstra que a malrotação pode modificar a apresentação de sintomas comuns, como a dor típica da AA, o que ressalta a necessidade da TC em situações de diagnóstico incerto.

Considerado o exame padrão-ouro, o trânsito intestinal é amplamente usado para confirmar o diagnóstico de malrotação intestinal, especialmente em casos de volvo. Taylor (2021) reforça que o trânsito intestinal tem sensibilidade de 95% a 100%, sendo crucial para visualizar diretamente a junção duodenojejunal (DJJ) e outras anomalias anatômicas associadas à malrotação. Contudo, Girolamo et al. (2024) observam que, apesar de sua alta sensibilidade, o trânsito intestinal apresenta limitações, como variabilidade entre observadores e baixa especificidade de certas características radiográficas, o que pode resultar em falsos positivos. Para aprimorar a precisão diagnóstica nesses casos, Girolamo et al. sugerem a inclusão do Doppler colorido, especialmente em situações de dúvida.

O trabalho de Yang et al. (2024) reforçam a utilidade do trânsito intestinal em casos onde há obstrução intestinal, mostrando que ele mantém uma alta sensibilidade em neonatos e crianças mais velhas, sendo de grande valor para confirmação diagnóstica em situações em que outros métodos falham.

Em algumas situações, como as apresentadas por Bhartiya et al. (2022), surgem variações anatômicas, como a malrotação reversa, que demandam um diagnóstico cuidadoso. Esse tipo de malrotação, embora raro, pode imitar outras condições abdominais agudas, dificultando o diagnóstico. A pesquisa mostra que o tratamento cirúrgico é frequentemente necessário para liberar bandas constrictoras e resolver a obstrução. Embora a malrotação reversa seja mais comum em adultos, há relatos de sua ocorrência em pediatria, o que destaca a importância de uma avaliação diagnóstica detalhada em casos pediátricos.

Quanto ao tratamento, o Procedimento de Ladd continua sendo o padrão para correção de malrotação e prevenção de episódios de volvo. Esse procedimento envolve a divisão das bandas de Ladd e o reposicionamento do intestino, minimizando o risco de novas torções. Coste et al. (2022), Alani e Rentea (2023) e Bostanci et al. (2024) recomendam ainda a apendicectomia profilática para prevenir complicações diagnósticas futuras associadas ao apêndice deslocado.

A laparoscopia vem sendo amplamente estudada como uma alternativa minimamente invasiva ao procedimento de Ladd tradicional. Zhang et al. (2023), em uma análise de 55 pacientes, observaram que o Procedimento de Ladd Laparoscópico (LLP) apresenta vantagens como menor tempo de recuperação e menor hospitalização, com tempo médio para retomada da alimentação em 3,1 dias no LLP contra 7,3 dias no método aberto. Além disso, o tempo de internação foi significativamente reduzido.

No entanto, o sucesso do LLP em neonatos e lactentes exige uma equipe experiente. Costa et al. (2020), em estudo comparativo, relatam que o LLP teve uma taxa de conversão para cirurgia aberta de 11,1%, comumente devido à má visualização de estruturas ou obstruções intestinais. A laparoscopia é vantajosa em neonatos hemodinamicamente estáveis, pois reduz o risco de aderências pós-operatórias em comparação ao método aberto.

Em casos complexos, como em volvo, o estudo de Costa et al. (2020) destaca que a laparoscopia oferece benefícios significativos, como menor dor pós-operatória, mas pode não ser ideal para todos os casos. Eles sugerem que a abordagem aberta ainda é preferível em condições de obstrução intestinal grave, pois proporciona uma visualização mais completa das estruturas.

Os resultados de Scalabre et al. (2020) corroboram essa visão, indicando que a laparoscopia pode ser eficaz em neonatos, mesmo em cenários de maior complexidade. No entanto, a laparotomia permanece como escolha predominante em emergências, onde a complexidade do intestino dilatado exige uma abordagem mais direta.

Para compreender melhor as diferenças entre abordagens cirúrgicas, Xie et al. (2022) realizaram um estudo de correspondência de escore de propensão em neonatos e lactentes. Eles constataram que o LLP oferece vantagens como menor tempo de internação e melhores resultados estéticos. No entanto, cerca de 14% dos casos exigiram conversão para cirurgia aberta devido a complicações intraoperatórias, como aderências. Esses achados sugerem que, apesar dos benefícios do LLP, ele pode não ser ideal em casos com complexidades anatômicas significativas.

Zhang et al. (2023) também destacam limitações da laparoscopia, como o espaço reduzido em lactentes e maior risco de complicações intraoperatórias. Em seu estudo, dois pacientes precisaram de conversão para o método aberto devido a dificuldades técnicas. Bostanci et al. (2024) acrescentam que, embora desafiadora, a laparoscopia oferece segurança comparável ao método aberto quando realizada por cirurgiões experientes.

O estudo comparativo entre laparoscopia e laparotomia de Scalabre et al. (2020), indicam que a laparoscopia, embora vantajosa em termos de recuperação, apresenta um risco elevado de recorrência de volvo (13% em laparoscopia eletiva contra 0% em laparotomia). A escolha entre laparoscopia e laparotomia deve, portanto, ser ponderada, especialmente em neonatos e lactentes, onde a laparotomia pode reduzir o risco de complicações a longo prazo, mesmo com um tempo de recuperação maior.

A transição para o uso da ultrassonografia como modalidade diagnóstica principal em muitos centros de saúde, como demonstrado por Nguyen et al. (2021), tem sido vantajosa ao agilizar o diagnóstico e tratamento. No entanto, Kim et al. (2024), Yang et al. (2024) e Strouse (2021) reforçam a necessidade de exames complementares, como TC ou trânsito intestinal, para confirmar o diagnóstico em casos inconclusivos na ultrassonografia, garantindo um manejo seguro e eficaz dos pacientes pediátricos com malrotação intestinal.

5. Considerações Finais

A malrotação intestinal, embora rara, é uma condição que pode levar a complicações graves, como isquemia e necrose intestinal, se não diagnosticada e tratada precocemente. O diagnóstico precoce é crucial, e os métodos de imagem desempenham um papel central nesse processo.

Considerando os resultados apresentados, a ultrassonografia se destaca como uma das ferramentas mais eficazes, especialmente por sua natureza não invasiva, ampla disponibilidade e facilidade de execução, além de apresentar alta sensibilidade e especificidade em casos de volvo de intestino médio. Conforme sugerido por Nguyen et al. (2021), sua utilização em emergências permite diagnósticos rápidos, principalmente em ambientes com menos recursos. No entanto, suas

limitações surgem em pacientes com sintomas leves, onde a ultrassonografia pode ser inconclusiva, exigindo a realização de exames complementares, como a tomografia computadorizada ou o trânsito intestinal.

Além disso, como observado por Son et al. (2021), a identificação de anomalias na orientação dos vasos mesentéricos em neonatos assintomáticos requer atenção especial, uma vez que a malrotação pode estar presente sem sinais clínicos evidentes. A recomendação de avaliações complementares e o acompanhamento regular são essenciais para garantir o diagnóstico precoce e a prevenção de complicações.

A tomografia computadorizada oferece uma visão detalhada da anatomia dos vasos mesentéricos e pode ser essencial em casos complexos, enquanto o trânsito intestinal permanece como o exame confirmatório padrão, especialmente em casos de volvo. O tratamento da malrotação, principalmente em casos com volvo, continua sendo cirúrgico, com o procedimento de Ladd sendo a abordagem mais comum. A apendicectomia profilática realizada durante esse procedimento ajuda a evitar complicações futuras.

Embora a laparoscopia tenha se mostrado eficaz em cirurgias eletivas, com benefícios em termos de menor tempo de hospitalização e recuperação mais rápida, estudos como o de Scalabre et al. (2020) apontam que o risco de recorrência de volvo após o procedimento deve ser considerado, especialmente em crianças mais jovens e em casos de volvo recorrente. Por essa razão, a escolha do método cirúrgico deve ser individualizada, levando em conta a estabilidade do paciente e a experiência da equipe cirúrgica, especialmente em neonatos e lactentes.

Dado o impacto potencial da malrotação intestinal na saúde pediátrica, recomenda-se a padronização de protocolos diagnósticos integrados que combinem modalidades de imagem, como ultrassonografia, tomografia computadorizada e trânsito intestinal. Esses protocolos devem priorizar o diagnóstico precoce e menos invasivo, com vistas a otimizar o manejo clínico e prevenir complicações graves. A criação de fluxogramas clínicos específicos para diferentes faixas etárias e apresentações clínicas pode ser uma ferramenta valiosa para uniformizar as condutas em diferentes serviços de saúde.

Além disso, há uma necessidade urgente de futuras pesquisas voltadas para o aprimoramento do diagnóstico e do manejo da malrotação intestinal. Estudos sobre o uso de inteligência artificial (IA) em métodos de imagem podem ajudar a melhorar a detecção precoce de anomalias anatômicas e reduzir a variabilidade entre operadores. A IA poderia ser integrada à análise ultrassonográfica ou tomográfica para identificar padrões sutis que escapam à observação humana, aumentando a precisão diagnóstica. Outra área promissora envolve o desenvolvimento de novas abordagens cirúrgicas, como técnicas menos invasivas ou procedimentos que reduzam ainda mais o risco de recorrência de volvo e outras complicações.

Por fim, o impacto da implementação de rastreamentos sistemáticos em populações de risco, como neonatos com múltiplas anomalias congênitas, também merece investigação. Estudos longitudinais poderiam avaliar o custo-benefício desses programas de rastreamento e sua eficácia na redução de complicações graves. Investimentos em pesquisa e inovação garantirão avanços contínuos, melhorando os desfechos clínicos e a qualidade de vida de pacientes pediátricos com malrotação intestinal.

Referências

- Abu-Elmagd, K., Mazariegos, G., Armanyous, S., Parekh, N., ElSherif, A., Khanna, A., Kosmach-Park, B., D'Amico, G., Fujiki, M., Osman, M., Scalish, M., Pruchnicki, A., Newhouse, E., Abdelshafy, A. A., Remer, E., Costa, G., & Walsh, R. M. (2021). Five Hundred Patients With Gut Malrotation. *Annals of Surgery*, 274(4), 581–596. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000005072>
- Alani, M., & Rentea, R. M. (2023). *Midgut Malrotation*. PubMed; StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560888/>
- Bhartiya, A., Maqsood, H., Naeem, H., & Nazar, M. W. (2022). Reversed intestinal malrotation presenting as bowel obstruction in pregnancy: Case report and literature review. *Annals of Medicine & Surgery*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104570>
- Binu, Vineet et al. (2021). *Ultrasound imaging as the first line of investigation to diagnose intestinal malrotation in children: Safety and efficacy*. 56(12), 2224–2228. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2021.04.009>
- Blask, A. R., Fagen, K. E., Rubio, E. I., Badillo, A. T., & Bulas, D. I. (2021). Prenatal diagnosis of intestinal nonrotation using magnetic resonance imaging: Is it possible? *Pediatric Radiology*, 51(8), 1332–1338. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-04969-1>

- Bostanci, S.A., Öztörün, C.İ., Erten, E.E. et al. (2024). Clinical management of intestinal malrotation in different age groups. *Pediatric Surgery International*, 40(1). <https://doi.org/10.1007/s00383-024-05796-9>
- Costa, K. M. da, & Saxena, A. K. (2020). Laparoscopic Ladd Procedure for Malrotation in Newborns and Infants. *The American Surgeon*, 87(2), 253–258. <https://doi.org/10.1177/0003134820951424>
- Coste, A. H., Anand, S., Nada, H., & Ahmad, H. (2022). *Midgut Volvulus*. PubMed; StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441962/>
- Feeney, G., Hannan, E., Alagha, M., & Abdeldaim, Y. (2022). Left-sided appendicitis in intestinal malrotation: a minimally invasive approach. *Journal of Surgical Case Reports*, 2022(6). <https://doi.org/10.1093/jscr/rjac274>
- Girolamo, M., Gallo Emanuela, Yu, Anna, M., Marta, P., Calevo Maria Grazia, Paolo Gandullia, Arrigo, S., Stefano, A., & Damasio Maria Beatrice. (2024). Diagnostic accuracy of upper gastrointestinal series in children with suspected intestinal malrotation. *Updates in Surgery*, 76(1), 201–208. <https://doi.org/10.1007/s13304-023-01559-8>
- Grzymkowski, J. K., Chiu, Y. C., Jima, D. D., Wyatt, B. H., Jayachandran, S., Stutts, W. L., & Nascone-Yoder, N. M. (2024). Developmental regulation of cellular metabolism is required for intestinal elongation and rotation. *Development (Cambridge, England)*, 151(4), dev202020. <https://doi.org/10.1242/dev.202020>
- Grzymkowski, J., Wyatt, B., & Nascone-Yoder, N. (2020). The twists and turns of left-right asymmetric gut morphogenesis. *Development (Cambridge, England)*, 147(19), dev187583. <https://doi.org/10.1242/dev.187583>
- Kim, J., Yoo, S.-Y., Tae Yeon Jeon, & Ji Hye Kim. (2024). Malrotation and Midgut Volvulus in Children: Diagnostic Approach, Imaging Findings, and Pitfalls. *Journal of the Korean Society of Radiology*, 85(1), 124–124. <https://doi.org/10.3348/jksr.2023.0002>
- Martinez, S. A., Fligor, S. C., Savas Tsikis, Short, M., Corcoran, K. E., Rogers, A., Gura, K. M., & Puder, M. (2023). IMPOWER: a national patient-generated registry for intestinal malrotation exploring diagnosis, treatment, and surgical outcomes. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13023-023-02722-5>
- Menghwani, H., Piplani, R., Yhoshu, E., Jagdish, B., & Sree, B. S. (2023). Delayed Presentation of Malrotation: Case Series and Literature Review. *Journal of Indian Association of Pediatric Surgeons*, 28(4), 271–277. https://doi.org/10.4103/jiaps.jiaps_2_23
- Messiahs, B. C., & Pitcher, R. D. (2022). A digital audit of emergency upper gastrointestinal fluoroscopy workflow in children with bilious vomiting. *South African Journal of Radiology*, 26(1). <https://doi.org/10.4102/sajr.v26i1.2300>
- Mishra, P. R., & Stringer, M. D. (2021). Intestinal malrotation in extremely premature infants: a potential trap. *Pediatric Surgery International*, 37(11), 1607–1612. <https://doi.org/10.1007/s00383-021-04969-0>
- Mushtaq, N., Elwood, E., Westwood, E., Macdonald, A., Saxena, A. K., & Bretherton, J. (2022). Intestinal malrotation and Meckel's diverticulitis in a 19-month-old boy. *BJR/Case Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1259/bjrcr.20210127>
- Nguyen, H. N., Kulkarni, M., Jose, J., Sisson, A., Brandt, M. L., Marla, & Mohan Pammi. (2021). *Ultrasound for the diagnosis of malrotation and volvulus in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis*. 106(12), 1171–1178. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-321082>
- Nguyen, H. N., Navarro, O. M., Bloom, D. A., Feinstein, K. A., Guillerman, R. P., Munden, M. M., Sammer, M. B. K., & Silva, C. T. (2022). Ultrasound for Midgut Malrotation and Midgut Volvulus: AJR Expert Panel Narrative Review. *American Journal of Roentgenology*, 218(6), 931–939. <https://doi.org/10.2214/ajr.21.27242>
- Nguyen, H. N., Sammer, M. B. K., Ditzler, M. G., Carlson, L. S., Somcio, R., Orth, R. C., J. Ruben Rodriguez, & Seghers, V. (2021). Transition to ultrasound as the first-line imaging modality for midgut volvulus: keys to a successful roll-out. *Pediatric Radiology*, 51(4), 506–515. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04913-9>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ribeiro, T., Greene, B., Bennett, S., Msallak, H., & Karanicolas, P. (2022). Variations of intestinal malrotation in adults: A case report of midgut volvulus and literature review for the surgeon. *International journal of surgery case reports*, 91, 106750. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.106750>
- Rodríguez, I.I., Salazar, G.M.G., Jiménez, I.R. et al. (2023). A new technique in the treatment of intestinal malrotation. *PubMed*, 36(4), 191–194. <https://doi.org/10.54847/cp.2023.04.16>
- Sabac, D., Briatico, D., & Fitzgerald, P. (2023). Assessment of care timelines in intestinal malrotation with volvulus: A retrospective chart review. *Journal of Pediatric Surgery*, 58(5), 834–837. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2023.01.029>
- Scalabre, A., Duquesne, I., Deheppe, J., Rossignol, G., Irtan, S., Arnaud, A., Ballouhey, Q., Abbo, O., Rabattu, P.-Y., Binet, A., & Varlet, F. (2020). Outcomes of laparoscopic and open surgical treatment of intestinal malrotation in children. *Journal of Pediatric Surgery*, 55(12), 2777–2782. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.08.014>
- Son, J., Lee, S., Kim, W., Jung, S.-M., Tae Yeon Jeon, Yoo, S.-Y., Ji Hye Kim, & Seo, J.-M. (2021). Abnormal Orientation of the Superior Mesenteric Vessels Detected in Asymptomatic Infants: What Is Its Destiny? *Frontiers in Pediatrics*, 9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.665448>
- Strouse, P. J. (2021). Ultrasound for malrotation and volvulus: has the time come? *Pediatric Radiology*, 51(4), 503–505. <https://doi.org/10.1007/s00247-020-04919-3>
- Taylor, G. A. (2021). Sonographic diagnosis of malrotation: it's complicated - counterpoint. *Pediatric Radiology*. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-05163-z>

Türer, Ö. B., Özcan, H. N., Arslan, U. E., Usta, B. R., Soyer, T., Haliloğlu, M., & Tanyel, F. C. (2022). Evaluation of the predictability of clinical and radiological findings in the diagnosis of malrotation. *The Turkish Journal of Pediatrics*, 64(4), 640–647. <https://doi.org/10.24953/turkjpmed.2021.5019>

Wong, K., Van Tassel, D., Lee, J., Buchmann, R., Riemann, M., Egan, C., & Youssfi, M. (2020). Making the diagnosis of midgut volvulus: Limited abdominal ultrasound has changed our clinical practice. *Journal of Pediatric Surgery*, 55(12), 2614–2617. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.04.012>

Xie, W., Li, Z., Wang, Q., Wang, L., Pan, Y., & Lu, C. (2022). Laparoscopic vs open Ladd's procedure for malrotation in neonates and infants: a propensity score matching analysis. *BMC Surgery*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12893-022-01487-1>

Yang, X., Wang, W., Wang, K., Zhao, J., Sun, L., Jiang, S., Wang, Y., Feng, W., Ding, G., Fu, T., Li, A., & Geng, L. (2024). Identification and treatment of intestinal malrotation with midgut volvulus in childhood: a multicenter retrospective study. *Frontiers in Pediatrics*, 12. <https://doi.org/10.3389/fped.2024.1390856>

Zhang, X., Xiang, L., Qiu, T., Zhou, J., Che, G., Ji, Y., & Xu, Z. (2023). Laparoscopic Ladd's procedure for intestinal malrotation in small infants with midterm follow-up. *BMC Gastroenterology*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12876-023-03046-1>

Zhao, H., Wu, L., Yang, B., & Shang, H. (2022). Midgut malrotation presenting with hyperemesis gravidarum: A case report. *Medicine*, 101(30), e29670. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000029670>