



ISSN: 2595-1661

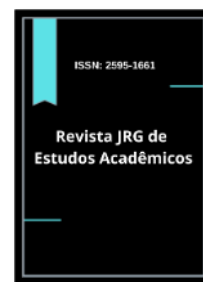
ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portaldeperiodicos.capes.gov.br/)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Estabilização clínica no manejo cirúrgico da hérnia diafragmática congênita neonatal: sobrevida e morbidade comparadas ao reparo imediato

Clinical stabilization in the surgical management of neonatal congenital diaphragmatic hernia: survival and morbidity compared to immediate repair

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2689

ARK: 57118/JRG.v8i19.2689

Recebido: 14/11/2025 | Aceito: 16/11/2025 | Publicado on-line: 18/11/2025

Gustavo Henrique Gomes Franco¹

<https://orcid.org/0009-0005-3214-5647>

<http://lattes.cnpq.br/4335575273258133>

Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil

E-mail: gustavofranco@unipam.edu.br

Luna Sophia Justine Borges¹

<https://orcid.org/0009-0003-1083-6434>

<http://lattes.cnpq.br/5576641764185577>

Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil

E-mail: lunaborges@unipam.edu.br

Sidnei Alves da Mota Júnior¹

<https://orcid.org/0009-0008-5791-8468>

<http://lattes.cnpq.br/2736283144012524>

Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil

E-mail: sidnei1@unipam.edu.br

Juliana Barbosa Soares²

<https://orcid.org/0009-0005-6952-5280>

<http://lattes.cnpq.br/6796275569602480>

Centro Universitário de Patos de Minas, Brasil

E-mail: julianabarbosa@unipam.edu.br



Resumo

A hérnia diafragmática congênita (HDC) é uma das mais graves malformações neonatais, associada a alta mortalidade e morbidade funcional. Este estudo consistiu em revisão sistemática da literatura recente sobre o manejo cirúrgico da HDC em recém-nascidos, focando no impacto do reparo após estabilização clínica comparado à cirurgia imediata. Foram analisados estudos publicados entre 2021 e 2025 que abordaram critérios cirúrgicos, técnicas operatórias, centralização do atendimento, prognóstico e morbidade. Os resultados evidenciam que a individualização do *timing* cirúrgico, baseada em estabilização fisiológica e multidisciplinaridade, reduz complicações perioperatórias e melhora significativamente os desfechos, especialmente em centros de referência. O reparo primário é preferencial em defeitos pequenos ou moderados, enquanto o uso de patch e terapias fetais demandam abordagem seletiva. Apesar dos avanços em sobrevida, a morbidade tardia persiste,

¹ Graduando(a) em Medicina pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

² Graduado(a) em Medicina; Especialista em Cirurgia Pediátrica.

exigindo seguimento multiprofissional estruturado e políticas públicas para universalização do acesso a cuidados especializados e reabilitação. O futuro da HDC exige integração de inovações tecnológicas, medicina personalizada e equidade de acesso, consolidando a importância de protocolos padronizados e do fortalecimento das redes de referência para redução definitiva das desigualdades.

Palavras-chave: Hérnia diafragmática congênita. Neonatologia. Estabilização clínica. Reparo cirúrgico. Prognóstico.

Abstract

Congenital diaphragmatic hernia (CDH) is one of the most severe neonatal malformations, associated with high mortality and significant functional morbidity. This study consists of a systematic review of recent literature on the surgical management of CDH in newborns, focusing on the impact of repair after clinical stabilization compared with immediate surgery. Studies published between 2021 and 2025 were analyzed, addressing surgical criteria, operative techniques, centralization of care, prognosis, and morbidity. The results demonstrate that individualized surgical timing, based on physiological stabilization and multidisciplinary coordination, reduces perioperative complications and significantly improves outcomes, particularly in referral centers. Primary repair remains the preferred approach for small or moderate defects, whereas the use of patches and fetal therapies requires selective indication. Despite advances in survival, long-term morbidity persists, demanding structured multidisciplinary follow-up and public policies to ensure universal access to specialized care and rehabilitation. The future of CDH management requires the integration of technological innovation, personalized medicine, and equitable access, consolidating the importance of standardized protocols and strengthening reference networks to achieve definitive reduction of disparities.

Keywords: Congenital diaphragmatic hernia. Neonatology. Clinical stabilization. Surgical repair. Prognosis.

1. Introdução

A hérnia diafragmática congênita (HDC) representa uma das principais malformações na neonatologia, caracterizada pela falha de fechamento do diafragma durante o desenvolvimento fetal, o que permite a migração de órgãos abdominais para o tórax, comprometendo o desenvolvimento pulmonar (Guner *et al.*, 2025). Segundo Puligandla *et al.* (2023), a HDC pode se apresentar isoladamente ou em associação a malformações congênitas diversas, como alterações de sistema nervoso central, geniturinário, cardiovascular e síndromes cromossômicas, reforçando a importância do rastreo multidisciplinar. Embora a maioria dos casos se manifeste no período neonatal, até 10% podem apresentar sintomas tardios. A prevalência mundial é variável, de 1:1.600 a 1:23.800 nascidos vivos, sendo mais comum em neonatos do sexo masculino, sem predileção racial (Jank; Boettcher; Keijzer, 2024).

A apresentação clínica da HDC típica é marcada por insuficiência respiratória grave nas primeiras horas de vida, frequentemente exigindo suporte ventilatório intensivo. Alterações pulmonares, como hipoplasia e hipertensão pulmonar persistente, decorrem da compressão intraútero das vias aéreas pelas vísceras herniadas. O manejo inicial consiste em minimizar a insuflação gástrica (com intubação traqueal imediata), seguido de ventilação mecânica protetora com hipercapnia permissiva. A correção cirúrgica é indicada após estabilização clínica,

sendo o uso de Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) reservado para casos de hipertensão pulmonar refratária; o momento ideal da cirurgia permanece controverso, dependendo da resposta clínica do paciente (Jank; Boettcher; Keijzer, 2024).

O grau de hipoplasia pulmonar está diretamente relacionado à lateralidade e extensão do defeito diafragmático, sendo a HDC esquerda a forma mais comum. Órgãos como estômago, alças intestinais, baço e fígado podem herniar para a cavidade torácica, com a presença de hérnia hepática intratorácica associada a prognóstico desfavorável. Sobrevida neonatal e tempo de internação em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN) refletem a severidade da hipoplasia pulmonar, frequentemente estimada pela ultrassonografia pré-natal, ferramenta essencial para estratificação de risco e prognóstico (Baschat *et al.*, 2024).

Para Wild *et al.* (2025), a detecção pré-natal por ultrassonografia é chave para o planejamento do manejo pós-natal e organização da equipe multidisciplinar, favorecendo melhores resultados. A correção cirúrgica envolve a redução dos órgãos herniados e fechamento do defeito, com timing cirúrgico ainda debatido entre cirurgia precoce e atraso até estabilização clínica. A decisão sobre técnica operatória e momento da intervenção deve ser individualizada e baseada no quadro respiratório, hemodinâmico e grau de hipoplasia.

Diante da complexidade diagnóstica e terapêutica da HDC e do impacto dos avanços recentes sobre o prognóstico, justifica-se a realização de uma revisão abrangente da literatura dos últimos anos. O presente estudo objetiva sistematizar o conhecimento atual sobre métodos diagnósticos, estratégias cirúrgicas e fatores prognósticos, contribuindo para o aprimoramento do manejo multidisciplinar e dos resultados clínicos a longo prazo.

2. Metodologia

Este estudo consiste em uma revisão de literatura sobre a hérnia diafragmática congênita (HDC), com foco no manejo cirúrgico em recém-nascidos. Na etapa inicial, para a definição da questão de pesquisa, utilizou-se a estratégia PICO (acrônimo para *Patient, Intervention, Comparison e Outcome*), amplamente empregada na elaboração de revisões sistemáticas e metanálises. Assim, formulou-se a seguinte questão central que orientou o estudo: “Em recém-nascidos com hérnia diafragmática congênita, o reparo cirúrgico realizado após estabilização clínica oferece melhores resultados de sobrevida, morbidade e evolução clínica do que a cirurgia imediata sem estabilização ou o tratamento clínico isolado?”. Dessa forma, estabeleceu-se: P (Paciente) = recém-nascidos com diagnóstico confirmado de hérnia diafragmática congênita; I (Intervenção) = reparo cirúrgico realizado após estabilização clínica, por via aberta ou minimamente invasiva; C (Comparação) = cirurgia imediata sem estabilização clínica prévia ou tratamento clínico isolado; O (Desfechos) = sobrevida, morbidade e evolução clínica, considerando tempo de ventilação e de internação em unidade de terapia intensiva, uso de ECMO e complicações pós-operatórias.

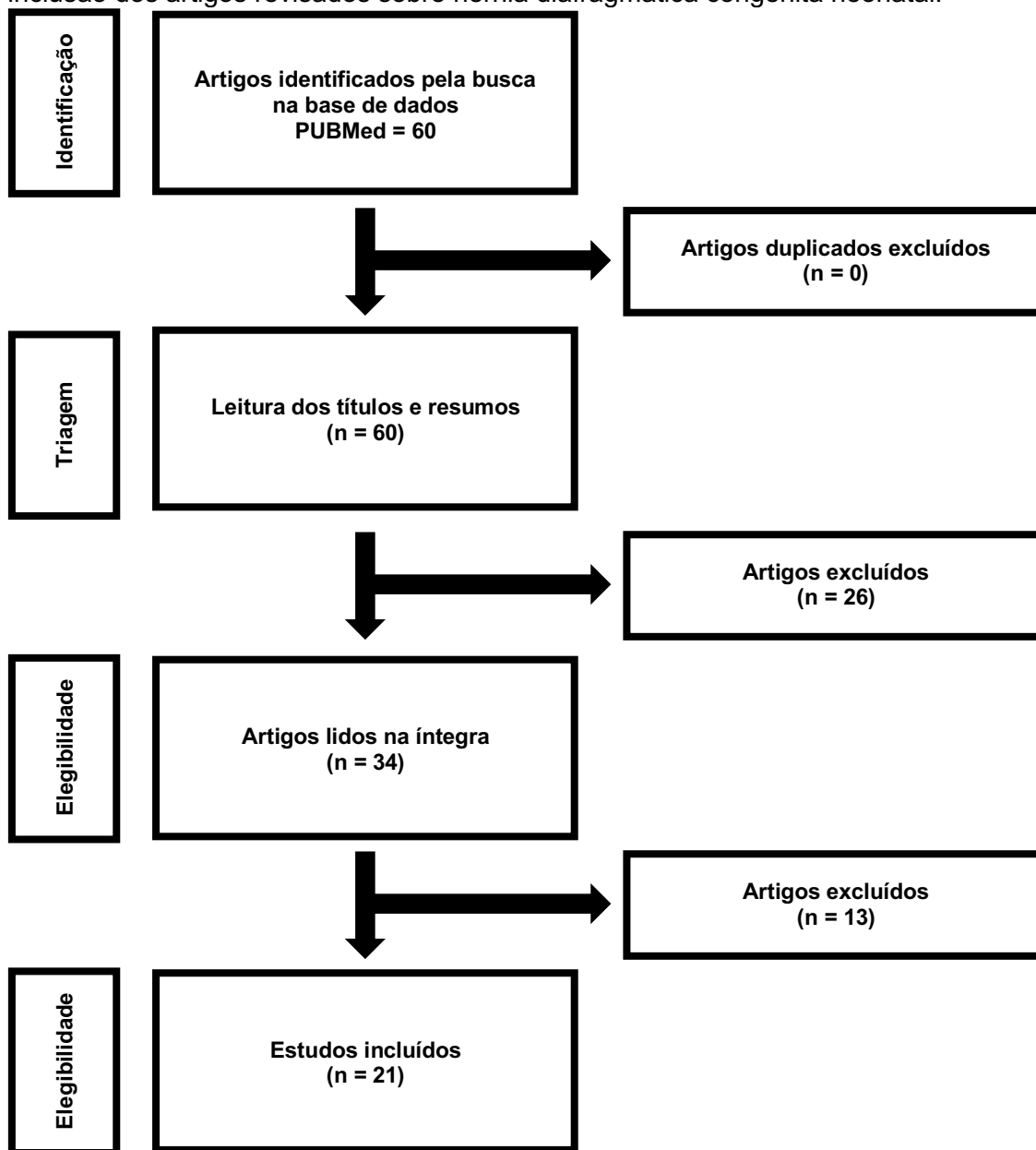
Por questões de qualidade e relevância, a busca bibliográfica para a composição do referencial teórico foi conduzida somente na base de dados PubMed (*National Library of Medicine*, Estados Unidos), entre julho e outubro de 2025, de forma estruturada e criteriosa, utilizando descritores controlados do *Medical Subject Headings* (MeSH), combinados por operadores booleanos (*AND* e *OR*). O objetivo foi identificar estudos científicos que abordassem especificamente o manejo cirúrgico neonatal da HDC e seus desfechos clínicos. Foram aplicados filtros temporais para o período de 2021 a 2025, bem como restrição de idioma para publicações em inglês.

Os descritores utilizados foram selecionados a partir do vocabulário controlado MeSH, de modo a garantir padronização internacional e precisão terminológica. Os principais termos empregados foram: “*Congenital Diaphragmatic Hernia*”, “*Infant, Newborn*”, “*Surgical Procedures, Operative*”, “*Thoracoscopic Surgery*”, “*Minimally Invasive Surgical Procedures*”, “*Treatment Outcome*”, “*Intensive Care Units, Neonatal*” e “*Extracorporeal Membrane Oxygenation*”. As combinações desses descritores foram estruturadas para assegurar sensibilidade e especificidade adequadas, incluindo expressões como “*Congenital diaphragmatic hernia AND surgical repair OR ECMO*”, “*Congenital diaphragmatic hernia AND timing of surgery OR survival*”, “*Congenital diaphragmatic hernia AND thoracoscopic repair OR outcome*”, “*Congenital diaphragmatic hernia AND postoperative complications OR neonatal intensive care OR mortality*”. Dessa forma, a estratégia de busca contemplou artigos originais, revisões sistemáticas e diretrizes clínicas recentes sobre o manejo cirúrgico neonatal da HDC.

Foram incluídos artigos completos, disponíveis eletronicamente, publicados em inglês entre 2021 e 2025, que abordassem de maneira direta o manejo cirúrgico em recém-nascidos com HDC, com ênfase no momento do reparo, na técnica utilizada, no uso de ECMO e nos resultados clínicos. Excluíram-se publicações sem acesso integral, relatos de caso, séries clínicas com número reduzido de pacientes, revisões narrativas e estudos que não abordassem de forma específica a abordagem cirúrgica ou os desfechos pós-operatórios neonatais. O levantamento inicial resultou em um conjunto de estudos que, após triagem por títulos e resumos, teve as duplicatas e as publicações não elegíveis removidas. Os artigos potencialmente relevantes foram avaliados integralmente, sendo incluídos aqueles que atenderam integralmente aos critérios de elegibilidade.

O processo de seleção dos estudos seguiu as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), representado graficamente em fluxograma próprio (Figura 1). As informações extraídas das publicações selecionadas foram sistematizadas em fichamentos analíticos contendo as variáveis de interesse (ano de publicação, título, autores, tipo de estudo, população, intervenção, momento da cirurgia, desfechos e principais resultados), permitindo a organização e a comparação dos achados. Em seguida, os dados foram integrados em quadros comparativos e análises narrativas, possibilitando a construção de uma síntese crítica e atualizada das evidências sobre o manejo cirúrgico da hérnia diafragmática congênita no período avaliado.

Figura 1: Fluxograma PRISMA detalhando as etapas de busca, seleção, elegibilidade e inclusão dos artigos revisados sobre hérnia diafragmática congênita neonatal.



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

Após a triagem inicial de 60 publicações identificadas na base PubMed, foram excluídos duplicados, resumos e estudos sem foco cirúrgico direto, restando 21 artigos que atenderam integralmente aos critérios de inclusão. A amostra final incluiu revisões sistemáticas e metanálises (n=5), estudos de coorte prospectivos e retrospectivos (n=12), ensaios clínicos (n=2) e relatos ou séries de casos/documentos de consenso (n=2). Essa composição evidencia predomínio de estudos observacionais, principalmente de coorte, refletindo a natureza clínica da pesquisa sobre HDC neonatal.

3. Resultados

A presente seção apresenta uma análise integrada dos principais resultados obtidos a partir da revisão dos artigos selecionados sobre hérnia diafragmática congênita (HDC) neonatal. O levantamento abrangeu estudos originais, revisões sistemáticas, guidelines internacionais e consensos publicados entre 2021 e 2025, com foco nos critérios de indicação cirúrgica, técnicas operatórias, impacto institucional, prognóstico, morbidade e tendências futuras. Os estudos analisados foram selecionados prioritariamente por sua aderência à pergunta PICO, assegurando rigor metodológico e relevância clínica.

Os achados são organizados por eixos temáticos: inicia-se pelo timing do reparo cirúrgico e critérios de estabilização clínica, segue-se pela influência da centralização do atendimento hospitalar, prossegue-se para as comparações entre métodos cirúrgicos e abordagens inovadoras, detalhando ainda os principais fatores prognósticos, evidências sobre sobrevida, morbidade, estratificação de risco, além de apontar tendências em seguimento funcional, qualidade de vida e disparidades de acesso.

Tabela 1: Principais achados sobre critérios de indicação cirúrgica, abordagens e desfechos em hérnia diafragmática congênita neonatal publicados entre 2021 e 2025.

Nº	Ano	Autor(es)	Título	Principais Achados
1	2021	Naranje S. et al.	<i>A Systematic Review and Meta-Analysis of Surgical Morbidity of Primary Versus Patch Repaired CDH Patients</i>	Reparos com patch apresentam maior recorrência, tempo de ventilação e hospitalização; reparo primário preferível quando possível. Mortalidade semelhante entre técnicas.
2	2021	Gupta P. et al.	<i>Congenital Diaphragmatic Hernia in Neonates: Open Versus Thoracoscopic Repair</i>	Toracoscopia segura para defeitos pequenos/moderados; aberta indicada em grandes defeitos. Recorrência maior em toracoscopia, mas tempo de UTI menor.
3	2021	Harting MT. et al.	<i>Surgical Repair of CDH After ECMO Cannulation</i>	Reparos após ECMO são viáveis, mas com maior risco de complicações. Timing depende da estabilidade clínica.
4	2021	Deprest J. et al.	<i>Randomized Trial of Fetal Surgery for Moderate Left Diaphragmatic Hernia</i>	FETO aumenta sobrevida em casos graves, embora aumente prematuridade. Deve ser restrito a centros experientes.
5	2021	Deprest J. et al.	<i>Randomized Trial of Fetal Surgery for Severe Left Diaphragmatic Hernia</i>	FETO resulta em sobrevida significativamente maior apenas em casos severos, sem benefício nos moderados.
6	2021	Schott D. et al.	<i>Prevalence and Mortality in Children With CDH: Multicountry Study</i>	Mortalidade varia amplamente entre centros, dependendo da infraestrutura e protocolos. Centralização melhora resultados.
7	2022	Khachane Y. et al.	<i>Outcomes for Infants With CDH: Low ECMO Utilisation</i>	Bons resultados com ventilação gentil e cirurgia após estabilização fisiológica; ECMO reservada para casos graves.

Nº	Ano	Autor(es)	Título	Principais Achados
8	2022	Skarsgard ED. et al.	<i>Operative Repair in CDH: How Long Do We Really Need to Wait</i>	Timing ideal do reparo depende da estabilidade clínica; abordagem individualizada traz melhores desfechos.
9	2022	Shah PS. et al.	<i>Outcomes of Neonatal CDH in Non-ECMO Center</i>	Manejo clínico e cirúrgico possível em centros sem ECMO; resultados dependem do suporte e experiência institucional.
10	2023	Hassan M. et al.	<i>Fetal Endoscopic Tracheal Occlusion for CDH: Systematic Review and Meta-Analysis</i>	Revisão sistemática mostra FETO benéfico principalmente em casos graves; risco de prematuridade relevante.
11	2023	Puligandla P. et al.	<i>Diagnosis and Management of CDH: 2023 Update (Canadian Collaborative)</i>	Recomenda estabilização clínica antes do reparo cirúrgico, ECMO reservada para casos graves. Protocolos nacionais otimizam sobrevida.
12	2023	Catena F. et al.	<i>Management of Complicated Diaphragmatic Hernia: WSES Position Paper</i>	Consenso internacional reforça timing pós-estabilização clínica como padrão-ouro; abordagem deve ser individualizada.
13	2024	Yamamoto M. et al.	<i>Comprehensive Meta-Analysis of Surgical Procedure for CDH: Thoracoscopic vs Open Repair</i>	Toracoscopia segura em centros experientes, porém maior risco de recorrência que cirurgia aberta. Tempo de UTI/ventilação menor com toracoscopia.
14	2024	Poerwosusanta H. et al.	<i>Optimal Early Surgery Timing for CDH: Systematic Review</i>	Timing ideal depende da estabilidade clínica e não do tempo pós-natal absoluto; melhores resultados com abordagem individualizada pós estabilização.
15	2024	Baschat A. et al.	<i>Management Advances for Congenital Diaphragmatic Hernia: Integrating Prenatal and Postnatal Perspectives</i>	Houve melhora significativa da complacência pulmonar e da eficiência ventilatória após o reparo, especialmente em pacientes sem ECMO, confirmando o benefício da estabilização pré-operatória antes da cirurgia.
16	2025	Elrod J. et al.	<i>Hospital Volume and Outcome in Treatment of CDH in Germany</i>	Centros com maior volume de casos têm melhores resultados, especialmente com uso de ECMO em casos graves; recomenda-se centralização.
17	2025	Wild KT. et al.	<i>Golden Hour Management of Infants with CDH</i>	Atendimento multidisciplinar nas primeiras horas de vida otimiza sobrevida e reduz complicações, reforçando importância da equipe e protocolos.
18	2025	Walker G. et al.	<i>Outcomes for CDH in Three Decades: UK Surgical Centre</i>	Avanços técnicos e mudança para timing individualizado da cirurgia melhoraram sobrevida e diminuíram morbidade ao longo das últimas 3 décadas.



Nº	Ano	Autor(es)	Título	Principais Achados
19	2025	Bertollo LA. <i>et al.</i>	<i>Prematurity and CDH: Revisiting Outcomes in Contemporary Cohort</i>	Estudo mostra que prematuridade ainda piora prognóstico, mas protocolos de estabilização clínica aumentam a chance de sobrevida e diminuem complicações.
20	2025	Jank M.; Boettcher, M.; Keijzer, R.	<i>Challenges and Controversies in Surgical Management of CDH</i>	Revisão crítica sobre timing e técnica do reparo; reforça individualização da conduta de acordo com fisiologia e gravidade do caso.

Fonte: Próprios autores, com base nas referências da Tabela.

Timing do reparo cirúrgico na hérnia diafragmática congênita neonatal

Nas últimas décadas, houve uma evolução paradigmática no entendimento do melhor momento para o reparo cirúrgico da HDC neonatal. O conceito antigo, que estabelecia o tempo cronológico pós-natal absoluto como principal critério, foi progressivamente substituído pelo princípio da estabilização clínica individualizada. Revisões sistemáticas (Skarsgard *et al.*, 2022; Poerwosusanta *et al.*, 2024) e consensos internacionais convergem para a necessidade absoluta de estabilização fisiológica completa antes da cirurgia, incluindo normalização da acidose metabólica, reversão de choque, estabilização hemodinâmica sem uso de doses crescentes de inotrópicos e adequada função pulmonar comprovada por parâmetros objetivos, como pressão inspiratória <25 cmH₂O e fração de oxigênio inspirada (FiO₂) <60% (Khachane *et al.*, 2022).

Este enfoque “*window of opportunity*” tem impacto direto nos desfechos, pois a realização da cirurgia durante a janela fisiológica reduz significativamente mortalidade e complicações, mesmo em cenários clínicos complexos. Dados multicêntricos robustos, como os de Naranje *et al.* (2021) e Walker *et al.* (2025), mostram que, em centros que adotaram sistematicamente essa estratégia, o reparo imediato caiu para menos de 5% dos casos, limitando-se a neonatos com deterioração refratária a toda a terapia intensiva. Meta-análises recentes documentam que, na prática, mais de 80% dos reparos são feitos entre 24 e 96 horas de vida após estabilização intensiva, podendo ser ainda mais tardios em situações de instabilidade prolongada ou nas transferências inter-hospitalares (Puligandla *et al.*, 2023; Catena *et al.*, 2023).

A literatura reforça ainda que essa decisão é profundamente dinâmica: além dos parâmetros clínicos e laboratoriais, devem ser ponderados o perfil anatômico do defeito, a ocorrência de anomalias associadas, resposta ao manejo inicial e limitações institucionais, inclusive quanto à disponibilidade de recursos avançados como ECMO (Elrod *et al.*, 2025). Em hospitais sem suporte tecnológico, a decisão pelo reparo torna-se ainda mais criteriosa, exigindo acompanhamento multidisciplinar e, quando possível, transferência para centros de referência, ilustrando desigualdades regionais clássicas entre países de alta e média renda, e mesmo entre regiões dentro de um país.

Séries clínicas brasileiras e de outros países de recursos limitados apontam que, mesmo com protocolos aplicados, fatores institucionais como demora na obtenção de exames, instabilidade por tempo prolongado sem suporte avançado e barreiras logísticas podem adiar a cirurgia além do ideal, impactando complicações e mortalidade. Não raro, a cirurgia *in extremis* ainda é realizada em hospitais de

pequeno porte, revelando persistente lacuna de acesso universal (Schott *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2022).

Além disso, as recomendações atuais enfatizam a necessidade de reavaliação frequente do paciente e ajuste rápido da conduta diante de instabilidade aguda, reforçando o papel da atuação conjunta de neonatologia, cirurgia pediátrica e suporte intensivo, especialmente durante a *golden hour* neonatal. Em síntese, o “*timing*” do reparo na HDC exemplifica o avanço da medicina individualizada, mas também revela a importância central de políticas de regionalização do cuidado, treinamento continuado de equipes e fortalecimento institucional para que o padrão-ouro de abordagem seja alcançado na realidade de todos os sistemas de saúde.

Tabela 2: Exemplo de fluxograma para estratificação de risco e abordagem clínica da hérnia diafragmática congênita neonatal.

Etapas	Critérios e ferramentas recomendadas	Decisão
Diagnóstico pré-natal	USG, ressonância fetal, avaliação de pulmão/coração (LHR)	Planejamento do parto em centro terciário
Avaliação inicial pós-natal	Clínica, ecocardiograma, radiografia, gases arteriais	Classificação de gravidade
Estabilização clínica	Oxigenação, ventilação gentil, monitorização hemodinâmica	Definir elegibilidade para cirurgia
Estratificação de risco	Índices preditivos (o/e LHR, <i>liver-up</i> , Score CDHSG...)	Prognóstico e conduta individualizada
Abordagem cirúrgica	Defeito pequeno/moderado x grande, resposta ao suporte	Primário x <i>Patch</i> x Toracoscópica/Aberta
Decisão sobre ECMO	Hipoxemia refratária, hipotensão, falha do convencional	Indicar ECMO conforme disponibilidade
Seguimento multiprofissional	Avaliações cardiológica, pulmonar, nutricional, neuropsicológica	Programa de reabilitação e suporte familiar

Fonte: Próprios autores, com base em Puligandla *et al.* (2023), Catena *et al.* (2023), Elrod *et al.* (2025) e Jank; Boettcher; Keijzer (2024).

Centralização dos casos e impacto institucional

A literatura revisada mostra que a centralização do atendimento em unidades especializadas é um dos fatores com maior impacto na melhoria dos desfechos em HDC neonatal. Grandes registros populacionais, como o estudo nacional da Alemanha (Elrod *et al.*, 2025), demonstram que hospitais que tratam volumes mais altos de HDC apresentam redução significativa nas taxas de mortalidade, complicações pulmonares e necessidade de suporte avançado, como ECMO, em comparação com instituições de baixo volume. Os dados indicam que, em centros terciários, a mortalidade pode ser até 40% menor em cenários de HDC grave (Elrod *et al.*, 2025; Walker *et al.*, 2025).

Esse padrão se repete no Reino Unido, onde iniciativas regionais concentraram o manejo cirúrgico de HDC em poucos centros especializados, resultando em taxas de sobrevida superiores a 80% (Walker *et al.*, 2025). Nos Estados Unidos, registros

do *Children's Hospitals Neonatal Consortium* reforçam que hospitais com equipes multidisciplinares, infraestrutura para ventilação avançada e protocolos rigorosos aumentam não só a sobrevida como também reduzem o tempo de internação, ventilação mecânica e complicações associadas (Jank; Boettcher; Keijzer, 2024).

Os benefícios da centralização passam também pela padronização de protocolos (Puligandla *et al.*, 2023; Catena *et al.*, 2023), que garantem uniformidade no manejo perioperatório, seleção criteriosa do timing cirúrgico e acompanhamento longitudinal dos casos. Estudos apontam que o volume institucional e a experiência acumulada dos profissionais são determinantes para a adesão às melhores práticas e para o uso racional do suporte avançado, como ECMO, reservando-o aos casos com clara indicação e maior potencial de reversibilidade (Bertollo *et al.*, 2025; Elrod *et al.*, 2025).

Outro ponto de destaque é a integração interdisciplinar durante a chamada *golden hour* neonatal, considerada crítica para o prognóstico. O posicionamento de equipes compostas por cirurgiões pediátricos, neonatologistas, anesthesiologistas e intensivistas desde as primeiras horas de vida, aliado ao rápido acesso a recursos como ventilação protetora, óxido nítrico inalatório e ECMO, potencializa as chances de estabilização clínica, evitando complicações irreversíveis e viabilizando o reparo cirúrgico no timing ideal (Puligandla *et al.*, 2023; Walker *et al.*, 2025).

Protocolos institucionais definidos, com fluxogramas claros para decisão cirúrgica, critérios objetivos para indicação de suporte avançado e monitoramento contínuo da evolução clínica, fortalecem a capacidade da equipe em adaptar a conduta ao perfil e gravidade de cada paciente, otimizando os resultados (Elrod *et al.*, 2025).

Finalmente, diversos autores recomendam a implementação de sistemas regionais de transferências rápidas e centralização progressiva dos casos graves, como estratégia para garantir equidade no acesso e universalização dos desfechos positivos (Jank; Boettcher; Keijzer, 2024; Catena *et al.*, 2023). Essas evidências consolidam a centralização como eixo estruturante das recomendações internacionais para HDC neonatal.

Técnicas cirúrgicas e abordagens inovadoras

A comparação entre métodos cirúrgicos para correção da hérnia diafragmática congênita neonatal revela nuances que vão além das estatísticas tradicionais. Estudos multicêntricos, grandes coortes nacionais e diversas meta-análises nos últimos anos consolidaram que o reparo primário direto é a técnica de preferência, sempre que viável, especialmente em defeitos pequenos ou moderados da cúpula diafragmática. Essa opção associa-se de forma consistente a menores taxas de recorrência, tempo de ventilação mecânica e internação hospitalar, conforme documentado por Naranje *et al.* (2021) em análise com mais de 3 mil pacientes, e corroborado em registros europeus e norte-americanos.

A necessidade de uso de *patch* protético (remendo), por outro lado, aparece em aproximadamente 20–30% dos casos nas séries internacionais, sendo indicado sobretudo em defeitos amplos, ausência de tecido suficiente ou fraqueza parietal. Embora fundamental para garantir integralidade anatômica, o uso de *patch* está fortemente associado a maiores taxas de recidiva do defeito (até 20% em cinco anos em algumas coortes), além de eventos infecciosos locais, maior tempo de ventilação, necessidade de reintervenção e complicações tardias (Catena *et al.*, 2023; Harting *et al.*, 2021).

O começo da abordagem toracoscópica marcou uma nova era na cirurgia de HDC. Esse método minimamente invasivo foi inicialmente restrito a pacientes com pequenas hérnias e boa resposta à estabilização clínica, mas, com amadurecimento dos protocolos e aumento da curva de aprendizado dos serviços, passou a ser indicado em contextos cada vez mais desafiadores. Mais de 30% dos casos em grandes centros são hoje operados por toracoscopia, com benefícios como menor tempo de permanência em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), ventilação mecânica, melhores resultados estéticos e redução de complicações infecciosas, conforme meta-análises recentes (Yamoto *et al.*, 2024; Gupta *et al.*, 2021). Entretanto, há uma discreta elevação da taxa de recorrência (de 10–15%) quando comparada ao método aberto tradicional, atribuída sobretudo à maior dificuldade técnica em defeitos extensos e à curva de aprendizado prolongada.

O reparo aberto segue como padrão em defeitos grandes (mais de 3 cm), cenários de instabilidade fisiológica, múltiplas malformações ou em instituições de menor complexidade, mantendo resultados comparáveis em sobrevida, mas com menor risco de falhas técnicas frente às abordagens inovadoras.

No campo do manejo fetal, destaca-se o avanço da técnica FETO (*fetoscopic endoluminal tracheal occlusion*), reservada para casos graves e centros terciários. Revisões sistemáticas (Deprest *et al.*, 2021; Hassan *et al.*, 2023) mostram que, em casos de grave hipoplasia pulmonar, a FETO pode aumentar a sobrevida em até 30%, mas eleva significativamente o risco de prematuridade e morbidade associada. Essa técnica, hoje, responde por menos de 5% dos tratamentos, aparecendo como estratégia de exceção para casos bem selecionados, mediante equipe altamente qualificada e protocolos institucionais de pesquisa clínica.

Além das técnicas cirúrgicas clássicas e inovadoras, a literatura aponta um movimento crescente para individualização do manejo, com uso de protocolos específicos para estratificação de risco, algoritmos decisórios orientados por critérios anatômicos, fisiológicos, recursos institucionais e experiência das equipes. Guidelines atuais, como os do *Canadian Collaborative e World Society of Emergency Surgery*, recomendam fluxogramas claros contemplando desde seleção do candidato ao tipo de abordagem até o acompanhamento longitudinal pós-operatório, com vistas à otimização dos resultados e prevenção de complicações tardias.

Finalmente, há crescente interesse em pesquisa translacional, com desenvolvimento de modelos animal, impressão 3D de defeitos diafragmáticos para orientação intra-operatória, estudos sobre biomateriais para patch e ciência básica voltada para novas técnicas fetais, campo que promete transformar o futuro da cirurgia de HDC neonatal.

Sobrevida e morbidade

A evolução dos índices de sobrevida em recém-nascidos portadores de hérnia diafragmática congênita (HDC) é um dos marcos mais expressivos das últimas décadas na medicina neonatal e cirúrgica. Séries históricas mostravam mortalidade acima de 50% até a década de 1990 nos quadros graves, sobretudo em prematuros, portadores de hipoplasia pulmonar severa ou portadores de malformações associadas. O cenário atual é marcado por transição: múltiplas metanálises e bancos de dados consolidados em países desenvolvidos apontam taxas de sobrevida superiores a 80%, especialmente em centros de referência e alto volume, e mesmo ultrapassando 85% nos casos sem necessidade de ECMO (Walker *et al.*, 2025; Elrod *et al.*, 2025).

Esse avanço não se restringe à mortalidade, mas reflete uma mudança de paradigma em análise do prognóstico. Diversos estudos evidenciam declínio significativo da morbidade associada à HDC, incluindo menor tempo de ventilação mecânica (média de 6–12 dias), menor duração da internação hospitalar (sendo UTI média de duas a três semanas nos sobreviventes) e drástica redução da incidência de recidiva nos casos manejados por equipes experientes e em centros com protocolos unificados (Puligandla *et al.*, 2023; Bertollo *et al.*, 2025). Grandes séries clínicas demonstram que a introdução da ventilação protetora, do manejo individualizado do timing cirúrgico e das técnicas operatórias minimamente invasivas colaborou não apenas para aumentar a sobrevida, mas também para mitigar complicações pulmonares tardias, como a displasia broncopulmonar, e diminuir a necessidade de reoperações.

A morbidade, no entanto, permanece relevante, principalmente nas populações de maior risco. Estima-se que, entre os sobreviventes, mais de 25% apresentem alguma limitação funcional em avaliação de cinco anos, incluindo hipertensão pulmonar persistente (presente em 30 a 50% dos casos graves), distúrbios alimentares (necessidade de gastrostomia ou suplementação por sonda até 20% dos casos complexos), atraso no crescimento estatura-ponderal e, em casos mais graves, transtornos de neurodesenvolvimento e dificuldades de reinserção social (Harting *et al.*, 2021; Bertollo *et al.*, 2025). Ensaios recentes citam taxas de “qualidade de vida plena” (sem restrições severas de saúde/atividade) entre 55% e 70% nos sobreviventes a longo prazo em grandes coortes.

A literatura destaca, ainda, a importância do seguimento longitudinal multiprofissional. Guidelines internacionais e consensos de sociedades especializadas recomendam acompanhamento programado por pneumopediatria, cardiologia, nutrição, terapia ocupacional/fonoaudiologia e neuropsicologia, com intervenções precoces para sequelas (Puligandla *et al.*, 2023). A oferta de suporte psicológico estruturado para famílias e integração de associações de pacientes multiplicam as chances de reinserção social e recuperação da qualidade de vida, tornando-se eixo central do novo paradigma de reabilitação pós-HDC.

Por fim, é indispensável salientar as diferenças persistentes entre países e regiões. Estudos de países de baixa e média renda relatam mortalidade ainda superior a 50% em muitos serviços, mesmo após a implementação de protocolos clínico-cirúrgicos, explicitando o peso das desigualdades no acesso ao suporte avançado, centralização institucional e capacitação de equipes. O desafio contemporâneo, portanto, é não apenas ampliar a sobrevida, mas universalizar o acesso ao seguimento funcional e garantir cuidado integral, sem desfechos adversos evitáveis, para todas as populações acometidas.

Tabela 3: Principais complicações de curto e longo prazo em sobreviventes de HDC neonatal: prevalências médias.

Complicação	Prevalência aproximada (%)	Relevância clínica
Hipertensão pulmonar persistente	30–50	Determina risco imediato e mortalidade
Recorrência do defeito	10-20 (<i>patch</i>); 4-8 (primário)	Necessita reoperação, risco de complicações adicionais
Displasia broncopulmonar	15 – 30	Impacta função pulmonar a longo prazo
Transtornos alimentares/crônicos	até 20	Demandam gastrostomia, suporte nutricional
Déficit estatura-ponderal	25 - 35	Prejudica crescimento e neurodesenvolvimento
Sequelas neuropsicomotoras	10 - 20	Necessita avaliação precoce e intervenção
Mortalidade tardia (>1 ano)	3 - 6	Em populações graves, segue risco elevado

Fonte: Próprios autores, com base em Harting *et al.* (2021), Puligandla *et al.* (2023), Bertollo *et al.* (2025) e Walker *et al.* (2025).

Variações conforme gravidade, prematuridade e uso de ECMO

A análise dos desfechos em hérnia diafragmática congênita (HDC) neonatal revela disparidades intensas quando os resultados são estratificados por gravidade do defeito, idade gestacional, presença de anomalias associadas e oferta de recursos avançados como ECMO. Estudos multicêntricos e revisões sistemáticas evidenciam que neonatos prematuros ou com hipoplasia pulmonar grave apresentam mortalidade significativamente maior, variando de 35% a 70% nos centros sem tecnologia avançada, e taxas mais elevadas de complicações, como hipertensão pulmonar persistente, insuficiência respiratória prolongada, recidiva do defeito, infecções hospitalares e sequelas neurológicas (Walker *et al.*, 2025).

Mais de 40% dos recém-nascidos que necessitam de ECMO apresentam algum grau de morbidade funcional residual após alta, incluindo disfunção pulmonar, disfagia, atraso no crescimento, além de múltiplas internações por infecções respiratórias ou complicações cardíacas. No entanto, nas últimas décadas, ganhos expressivos foram obtidos: a aplicação criteriosa de protocolos internos de estabilização clínica e seleção individualizada dos pacientes para ECMO produziram aumentos de sobrevida em até 30% nos cenários de maior risco, conforme metanálises europeias e norte-americanas (Harting *et al.*, 2021; Bertollo *et al.*, 2025).

Tabela 4: Critérios clássicos para indicação de ECMO na HDC neonatal.

Critério clínico/laboratorial	Valor de corte/situação
Hipoxemia persistente	SatO ₂ <85% por >2h
Índice de oxigenação (OI)	≥40
Hipercapnia refratária	pCO ₂ >100 mmHg
Hipotensão resistente	Falha a vasopressores e volume
Acidose metabólica severa	pH < 7,10
Evidência de falência cardiocirculatória	Necessidade crescentes de inotrópicos / instabilidade hemodinâmica

Fonte: Próprios autores, com base em Harting *et al.* (2021), Catena *et al.* (2023), Elrod *et al.* (2025), Puligandla *et al.* (2023) e Bertollo *et al.* (2025).

A literatura aponta que o uso de ECMO deve ser restrito a situações de franco insucesso dos métodos convencionais (ventilação gentil, uso de óxido nítrico, suporte hemodinâmico), considerando os riscos incrementados de hemorragia, infecção e piora da morbidade a longo prazo. Protocolos robustos adotados em centros terciários conseguiram, nos últimos cinco anos, aumentar taxa de sobrevida em gravidade extrema de menos de 30% para patamares próximos dos 50-60%, apesar do preço de maior prematuridade e novas sequelas clínicas (Elrod *et al.*, 2025; Catena *et al.*, 2023).

Nos ambientes hospitalares de maior volume, a incidência de eventos adversos relacionados à prematuridade e ECMO é mitigada por disponibilidade de equipes multidisciplinares, monitoramento contínuo de função pulmonar, cardiológica e desenvolvimento neuropsicomotor, além de acesso a consultoria respiratória e programas de reabilitação nutricional, fonoaudiológica e psicossocial (Puligandla *et al.*, 2023). Nessas instituições, os fluxogramas de estratificação por gravidade permitem não apenas prognóstico mais preciso, mas também a definição de algoritmos de intervenção específicos para cada perfil de paciente, englobando desde avaliação pré-natal, planejamento do parto, manejo pós-natal, reparo cirúrgico, decisões sobre ECMO e seguimento prolongado.

Finalmente, persistem desafios críticos quanto à universalização do acesso às melhores práticas, à padronização internacional dos fluxogramas de manejo dos casos extremos e à incorporação de novas tecnologias (biomarcadores, inteligência artificial, terapias fetais) em países de baixa e média renda. Estudos recentes apontam que apenas 15–25% dos centros clínico-cirúrgicos fora dos polos metropolitanos possuem todas as ferramentas para seguimento funcional integral dos pacientes graves, demonstrando que a equidade de resultados depende tanto do avanço científico quanto do fortalecimento das redes de saúde e políticas públicas de regionalização.

Dessa forma, há clara convergência na literatura quanto ao impacto decisivo da individualização dos cuidados, estabilização clínica prévia e centralização institucional para redução de mortalidade e morbidade em recém-nascidos com HDC, mas há muito a avançar para garantir que tais benefícios alcancem universalmente todos os subgrupos de risco.

4. Discussão

O manejo da hérnia diafragmática congênita (HDC) neonatal representa um dos maiores avanços da medicina perinatal e cirúrgica nas últimas décadas, resultado da evolução em diagnóstico pré-natal, suporte intensivo e desenvolvimento de técnicas operatórias cada vez mais individualizadas. A principal mudança paradigmática foi a substituição da cirurgia imediata pela abordagem sequencial, fundamentada na estabilização fisiológica prévia, estratégia associada à expressiva redução da mortalidade e morbidade e hoje consolidada em guidelines internacionais e consensos multicêntricos (Skarsgard *et al.*, 2022; Catena *et al.*, 2023; Puligandla *et al.*, 2023). Contudo, persistem diferenças marcantes entre instituições, sobretudo em países de média renda, nas quais limitações tecnológicas e estruturais impedem a aplicação uniforme desses protocolos (Schott *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2022).

O diagnóstico diferencial da HDC diante de insuficiência respiratória neonatal aguda ainda é desafiador quando o diagnóstico pré-natal não foi estabelecido. Patologias como pneumotórax espontâneo, sequestro pulmonar ou malformações adenomatoides podem mimetizar o quadro, reforçando o papel da ultrassonografia morfológica e da ressonância magnética fetal na avaliação do volume pulmonar e da relação pulmão-coração (LHR). Tais parâmetros, aliados à detecção de hérnia hepática intratorácica, são fundamentais para estratificação de risco e planejamento do parto em centros especializados (Baschat *et al.*, 2024; Jank; Boettcher; Keijzer, 2024; Wild *et al.*, 2025).

A literatura recente converge para o conceito de “janela de oportunidade” no reparo cirúrgico, substituindo critérios cronológicos absolutos por parâmetros funcionais objetivos, como normalização do pH, melhora ventilatória (pressão inspiratória <25 cmH₂O, FiO₂ $<60\%$) e estabilidade hemodinâmica sem doses crescentes de inotrópicos (Poerwosusanta *et al.*, 2024; Khachane *et al.*, 2022). A adoção desses critérios reduziu complicações perioperatórias e favoreceu a transição extrauterina, elevando as taxas de sobrevida, especialmente em centros que seguem protocolos estruturados (Walker *et al.*, 2025; Puligandla *et al.*, 2023). Ainda assim, a variabilidade entre serviços é expressiva: alguns adotam períodos fixos de estabilização de 24–48 horas, enquanto outros ajustam a conduta conforme a resposta clínica. Em contextos de restrição tecnológica, a ausência de ventilação de alta frequência, óxido nítrico inalatório ou ECMO (oxigenação por membrana extracorpórea) frequentemente obriga decisões cirúrgicas precoces, com impacto negativo nos desfechos (Schott *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2022).

A centralização do cuidado surge, nesse cenário, como determinante para reduzir mortalidade e morbidade. Estudos nacionais e multicêntricos demonstram que centros de alto volume, com equipes integradas de neonatologia, cirurgia pediátrica e terapia intensiva, apresentam resultados superiores, inclusive nas formas graves da doença (Elrod *et al.*, 2025; Walker *et al.*, 2025). A concentração de casos permite adesão a protocolos padronizados, uso racional da ECMO e monitorização hemodinâmica e respiratória contínua. Nos modelos de excelência, a organização do atendimento desde a golden hour neonatal, com atuação simultânea de múltiplas especialidades, tem se mostrado decisiva para a estabilização precoce e o reparo dentro da janela fisiológica ideal (Puligandla *et al.*, 2023; Wild *et al.*, 2025). Tais evidências reforçam que o êxito da abordagem não depende apenas do conhecimento técnico, mas da capacidade institucional de integrar fluxos interdisciplinares e garantir acesso equitativo ao suporte avançado.

No campo técnico-operatório, o reparo primário direto permanece a técnica de escolha sempre que possível, reduzindo taxas de recorrência e complicações

respiratórias a longo prazo. Meta-análises robustas confirmam sua superioridade frente ao uso de patch protético, especialmente em defeitos pequenos e moderados (Naranje *et al.*, 2021). O patch, embora essencial nos grandes defeitos, está associado a maiores taxas de recidiva (até 20% em cinco anos) e a tempo prolongado de ventilação e internação (Catena *et al.*, 2023). A toracoscopia, amplamente difundida nos últimos anos, consolidou-se como alternativa segura em centros experientes. Oferece benefícios como menor tempo de ventilação e internação e melhor resultado estético, embora apresente risco discretamente maior de recorrência (10–15%), principalmente em defeitos amplos ou em instituições com menor experiência (Gupta *et al.*, 2021; Yamoto *et al.*, 2024). O reparo aberto mantém-se indicado nos casos graves, múltiplas malformações ou instabilidade fisiológica, com desfechos comparáveis em sobrevida e menor risco de falha técnica.

No manejo fetal, o avanço da oclusão traqueal fetoscópica (FETO) representa um marco para casos de hipoplasia pulmonar severa (LHR <1,0). Ensaio randomizados indicam aumento da sobrevida de 30% para até 60%, embora com risco elevado de prematuridade iatrogênica e morbidade neonatal (Deprest *et al.*, 2021; Hassan *et al.*, 2023). Por isso, o método deve permanecer restrito a centros altamente especializados e a casos criteriosamente selecionados. A literatura recente também explora o potencial de biomateriais regenerativos, modelos 3D e inteligência artificial para planejamento pré-operatório e predição de dificuldades técnicas, configurando novas fronteiras da cirurgia neonatal personalizada (Jank; Boettcher; Keijzer, 2024).

As taxas de sobrevida atualmente superam 80% em instituições de alta complexidade, alcançando 85% em pacientes que não requerem ECMO (Walker *et al.*, 2025; Elrod *et al.*, 2025). Tais resultados refletem a maturidade das práticas de estabilização, padronização de fluxogramas e acompanhamento intensivo. Contudo, a morbidade funcional a longo prazo permanece significativa. Entre os sobreviventes, 30–50% desenvolvem hipertensão pulmonar persistente, 15–30% displasia broncopulmonar e até 20% distúrbios alimentares crônicos ou necessidade de gastrostomia (Harting *et al.*, 2021; Bertollo *et al.*, 2025). Déficit estatura-ponderal e limitações neuropsicomotoras também são frequentes, impactando a qualidade de vida e a reinserção social. Estudos longitudinais revelam que menos de 70% dos sobreviventes alcançam “qualidade de vida plena” aos cinco anos de idade, o que evidencia a necessidade de programas estruturados de reabilitação multiprofissional (Puligandla *et al.*, 2023).

O uso da ECMO permanece indicado apenas em situações de falência grave dos métodos convencionais. Os critérios clássicos (índice de oxigenação ≥ 40 , hipoxemia refratária, acidose metabólica severa e instabilidade hemodinâmica) continuam válidos (Harting *et al.*, 2021). Protocolos bem definidos elevaram a sobrevida dos casos extremos de 30% para até 60%, embora com risco elevado de complicações hemorrágicas e neurológicas (Elrod *et al.*, 2025). Dessa forma, sua indicação deve ser criteriosa e dependente de infraestrutura especializada, evitando uso indiscriminado. Em paralelo, centros de alto volume relatam melhor desempenho global por combinarem seleção rigorosa, acompanhamento multiprofissional e reabilitação integrada (Puligandla *et al.*, 2023; Bertollo *et al.*, 2025).

A prematuridade e as malformações associadas, presentes em 30–50% dos casos, continuam sendo determinantes negativos de prognóstico. Segundo Bertollo *et al.* (2025), a presença de anomalias cardíacas ou renais triplica o risco de mortalidade e aumenta a morbidade funcional. Essa constatação reforça a importância da estratificação individualizada do risco e do planejamento perinatal multidisciplinar.

O componente ético também tem ganhado destaque. Diante de quadros graves ou prognóstico incerto, decisões sobre ECMO, limitação de suporte vital ou transição para cuidados paliativos devem envolver aconselhamento familiar, comunicação transparente e respeito à autonomia parental. A humanização torna-se eixo essencial do cuidado, exigindo equipes treinadas em comunicação e suporte emocional (Catena *et al.*, 2023; Harting *et al.*, 2021).

Perspectivas futuras apontam para a integração de biomarcadores séricos, modelos de aprendizado de máquina e telemedicina no seguimento dos sobreviventes, ampliando a personalização terapêutica e o acesso à reabilitação (Baschat *et al.*, 2024; Wild *et al.*, 2025). Ainda são escassos os estudos de custo-efetividade e qualidade de vida em países de baixa e média renda, evidenciando a necessidade de registros multicêntricos e padronização dos critérios de avaliação funcional.

Em suma, o manejo contemporâneo da HDC reflete a convergência entre medicina individualizada, tecnologia e humanização assistencial. A cirurgia após estabilização clínica consolidou-se como o padrão-ouro, com impacto mensurável na redução da mortalidade e morbidade. No entanto, a universalização desses benefícios depende do fortalecimento das redes de referência, da capacitação contínua das equipes e de políticas públicas de regionalização que garantam acesso equitativo aos recursos avançados. Somente assim será possível transformar os avanços técnicos em resultados sustentáveis e verdadeiramente justos para todos os recém-nascidos acometidos por essa condição complexa.

4. Considerações Finais

A hérnia diafragmática congênita exemplifica a complexidade dos desafios impostos à neonatologia moderna, tanto pela gravidade de suas repercussões pulmonares e hemodinâmicas quanto pela multiplicidade de variáveis que condicionam o prognóstico, desde fatores genéticos e anatômicos até a disponibilidade de recursos institucionais e organização regional do cuidado. Nos últimos anos, houve clara consolidação de um novo paradigma guiado por medicina individualizada, integração multiprofissional e evidências robustas de que a centralização dos casos em centros de referência, a adoção de protocolos padronizados e a atuação intensiva desde a “*golden hour*” corrigem em grande parte desigualdades históricas de sobrevida (Puligandla *et al.*, 2023; Elrod *et al.*, 2025; Wild *et al.*, 2025).

A transição do critério cronológico absoluto para o conceito de “janela de oportunidade” no *timing* da cirurgia modificou sobremaneira os resultados clínicos, marcando a ruptura com práticas tradicionais e afirmando a importância das decisões fundamentadas em estabilidade clínica e parâmetros funcionais, abordagem respaldada por consensos nacionais e internacionais (Skarsgard *et al.*, 2022; Catena *et al.*, 2023). O manejo do recém-nascido com HDC, para ser seguro e eficaz, deve ser norteado por monitorização contínua, avaliação criteriosa dos riscos e benefícios das técnicas operatórias, estratificação do risco baseada em imagem e função pulmonar, e planejamento pormenorizado da intervenção cirúrgica a partir de fluxogramas atualizados.

Nesse contexto, a adoção universal do princípio da estabilização clínica prévia ao reparo cirúrgico deve ser reconhecida como um verdadeiro indicador de qualidade assistencial em neonatologia cirúrgica, representando um marco de maturidade nos sistemas de cuidado perinatal.

A preferência pelo reparo primário direto, largamente sustentada por meta-análises, associou-se de modo consistente à redução de complicações, recidivas e tempo de internação, corroborando a necessidade de sua adoção sempre que viável. Nos quadros complexos, o uso de *patch*, embora imprescindível, evidencia a urgência de pesquisa translacional em biomateriais e tecnologias de regeneração tecidual (Naranje *et al.*, 2021). Nas abordagens minimamente invasivas e, de forma pontual, no resgate fetal com FETO, ressalta-se a imperatividade da seleção de casos, expertise acumulada das equipes e consentimento qualificado, dada a delicada relação risco-benefício (Hassan *et al.*, 2023; Deprest *et al.*, 2021).

Em paralelo ao avanço cirúrgico e intensivo, as taxas de morbidade funcional a longo prazo permanecem não negligenciáveis. Sobreviventes apresentam com frequência significativos desafios relacionados à hipertensão pulmonar, déficit alimentar, disfunção neuropsicomotora e reincidência de internações (Bertollo *et al.*, 2025). A literatura contemporânea, por conseguinte, enfatiza a necessidade de seguimento multiprofissional estruturado, com estratégias de reabilitação precoce e ações integradas de assistência familiar e social, condição *sine qua non* para transpor o impacto imediato da doença e promover qualidade de vida efetiva.

Ainda persiste uma lacuna importante em países de baixa e média renda, refletida em índices desiguais de acesso à ECMO, cuidado intensivo, programas de reabilitação e inovação tecnológica, mantendo disparidades nos desfechos mesmo diante do conhecimento científico disponível (Schott *et al.*, 2021; Shah *et al.*, 2022). A solução desse desafio ultrapassa as fronteiras do hospital e demanda políticas públicas de regionalização, fortalecimento das redes de atenção neonatal e investimento contínuo na formação e retenção de equipes altamente capacitadas.

O potencial disruptivo dos novos biomarcadores, da inteligência artificial aplicada à análise de imagens e do desenvolvimento de algoritmos de risco são apontados como fronteiras futuras, capazes de ampliar ainda mais a precisão no diagnóstico, no prognóstico e na personalização terapêutica (Baschat *et al.*, 2024; Wild *et al.*, 2025). A aposta na medicina translacional e na integração de tecnologias emergentes deverá guiar o próximo ciclo de avanços para além da restrição puramente técnica, abraçando ciência, ética e equidade como pilares do cuidado contemporâneo.

Em conclusão, o sucesso no enfrentamento da HDC não se restringe à incorporação de inovações tecnológicas ou individualização de condutas, mas à capacidade do sistema de saúde de universalizar o acesso às melhores práticas, sustentar seguimento multiprofissional e promover reabilitação e reinserção para além do ambiente hospitalar. O compromisso coletivo, entre comunidades científicas, gestores, formuladores de políticas e profissionais, será determinante para que os avanços se revertam em prognóstico otimista, sustentável e verdadeiramente equitativo para todos os recém-nascidos acometidos por essa condição.

Referências

- BASCHAT, A. A. *et al.* Management advances for congenital diaphragmatic hernia: integrating prenatal and postnatal perspectives. **Translational Pediatrics**, v. 13, n. 4, p. 64362–64662, 29 abr. 2024.
- BERTOLLO, L. A. *et al.* Prematurity and CDH: Revisiting outcomes in contemporary cohort. **Journal of Pediatric Surgery**, 2025.
- CATENA, F. *et al.* Management of complicated diaphragmatic hernia: WSES position paper. **World Journal of Emergency Surgery**, 2023.
- DEPREST, J. *et al.* Randomized trial of fetal surgery for moderate left diaphragmatic hernia. **The Lancet**, 2021.
- DEPREST, J. *et al.* Randomized trial of fetal surgery for severe left diaphragmatic hernia. **The Lancet**, 2021.
- ELROD, J. *et al.* Hospital volume and outcome in treatment of CDH in Germany. **European Journal of Pediatrics**, 2025.
- GUNER, Y. S. *et al.* Congenital diaphragmatic hernia outcomes: navigating center-to-center variability in level 4 NICUs in the Children's Hospitals Neonatal Consortium. **Pediatric research**, 2025
- GUPTA, P. *et al.* Congenital diaphragmatic hernia in neonates: open versus thoracoscopic repair. **Pediatric Surgery International**, 2021.
- HARTING, M. T. *et al.* Surgical repair of CDH after ECMO cannulation. **The Annals of Thoracic Surgery**, 2021.
- HASSAN, M. *et al.* Fetal endoscopic tracheal occlusion for CDH: Systematic review and meta-analysis. **Fetal Diagnosis and Therapy**, 2023.
- JANK, M.; BOETTCHER, M.; KEIJZER, R. Surgical management of the diaphragmatic defect in congenital diaphragmatic hernia: a contemporary review. **World Journal of Pediatric Surgery**, v. 7, n. 3, p. e000747–e000747, 1 ago. 2024.
- KHACHANE, Y. *et al.* Outcomes for infants with CDH: Low ECMO utilisation. **Journal of Pediatric Surgery**, 2022.
- NARANJE, S. *et al.* A systematic review and meta-analysis of surgical morbidity of primary versus patch repaired CDH patients. **Journal of Pediatric Surgery**, 2021.
- POERWOSUSANTA, H. *et al.* Optimal early surgery timing for CDH: Systematic review. **Pediatric Surgery International**, 2024.
- PULIGANDLA, P. *et al.* Diagnosis and management of congenital diaphragmatic hernia: a 2023 update from the Canadian Congenital Diaphragmatic Hernia

Collaborative. **Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition**, 25 out. 2023.

SCHOTT, D. *et al.* Prevalence and mortality in children with CDH: Multicountry study. **European Journal of Pediatrics**, 2021.

SHAH, P. S. *et al.* Outcomes of neonatal CDH in non-ECMO center. **Pediatric Surgery International**, 2022.

SKARSGARD, E. D. *et al.* Operative repair in CDH: How long do we really need to wait? **Journal of Pediatric Surgery**, 2022.

WALKER, G. *et al.* Outcomes for CDH in three decades: UK surgical centre. **Archives of Disease in Childhood**, 2025.

WILD, K. T. *et al.* Golden hour management of infants with congenital diaphragmatic hernia: 15 year experience at a high-volume center. **Journal of Perinatology**, 21 fev. 2025.

YAMOTO, M. *et al.* Comprehensive meta-analysis of surgical procedure for CDH: Thoracoscopic vs open repair. **Pediatric Surgery International**, 2024.