



Jackson Luís Ferreira **Cantão**
Mariana de Sousa Ribeiro de **Carvalho**
Anderson Bentes de **Lima**
[Organizadores]

PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS OBSTÉTRICOS COM FETO INTRAUTERINO E A IMPORTÂNCIA DE NOVAS TECNOLOGIAS



**PROCEDIMENTOS
CIRÚRGICOS OBSTÉTRICOS
COM FETO INTRAUTERINO
E A IMPORTÂNCIA DE
NOVAS TECNOLOGIAS**

Página deixada em branco de forma intencional

Jackson Luís Ferreira **Cantão**
Mariana de Sousa Ribeiro de **Carvalho**
Anderson Bentes de **Lima**
[Organizadores]

**PROCEDIMENTOS
CIRÚRGICOS OBSTÉTRICOS
COM FETO INTRAUTERINO
E A IMPORTÂNCIA DE
NOVAS TECNOLOGIAS**



Nota

O conhecimento em ciências da saúde, impulsionado por novas pesquisas e pela experiência clínica em constante expansão, está sujeito a revisões e atualizações frequentes. As informações contidas neste livro, embora baseadas em fontes confiáveis e refletindo o estado da arte no momento da publicação, podem ser suplantadas por novos achados científicos ou por mudanças nas práticas clínicas. Diante da natureza dinâmica das ciências da saúde, o leitor assume um papel indispensável na busca pelo conhecimento atualizado e seguro. A consulta a outras fontes confiáveis, como periódicos científicos indexados e diretrizes clínicas, é fundamental para complementar e confirmar as informações aqui apresentadas. As ciências da saúde, em constante evolução, exigem do leitor uma postura ativa e crítica na busca pelo conhecimento. A informação médica, embora valiosa, deve ser sempre confrontada com outras fontes e discutida com profissionais de saúde qualificados, que podem fornecer orientação personalizada e segura.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) elaborada por Editora Neurus –
Bibliotecária Janaína Ramos – CRB-8/9166

P963

Procedimentos cirúrgicos obstétricos com feto intrauterino e a importância de novas tecnologias / Organização de Jackson Luís Ferreira Cantão, Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho, Anderson Bentes de Lima. – Belém: Neurus, 2025.

Livro em PDF
90 p.

ISBN 978-65-5446-301-0
DOI 10.29327/5650265
Link de acesso: <https://doi.org/10.29327/5650265>

1. Obstetrícia - Cirurgia ginecológica. I. Cantão, Jackson Luís Ferreira (Organizador). II. Carvalho, Mariana de Sousa Ribeiro de (Organizadora). III. Lima, Anderson Bentes de (Organizador). IV. Título.

CDD 618.1

O conteúdo, os dados, as correções e a confiabilidade são de inteira responsabilidade dos autores.

A Editora Neurus e os respectivos autores desta obra autorizam a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e de pesquisa, desde que citada a fonte. Os conteúdos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Editora Neurus.

Editora Neurus
Belém/PA
2025

Editor-chefe

Tássio Ricardo Martins da Costa

Editora-executiva

Raynara Bandeira da Costa

Editora-técnica

Niceane dos Santos Figueiredo Teixeira

Assistente editorial

Jobson da Mota Fonseca

Bibliotecária

Janaina Ramos

2025 by Grupo Editorial Neurus

Copyright © Grupo Editorial Neurus

Copyright do texto © 2025 Os autores

Copyright da edição © 2025 Grupo

Editorial Neurus

Direitos para esta edição cedidos ao

Grupo Editorial Neurus pelos autores e organizadores.

Preparação e construção: Os autores

Revisão textual: Os autores

Revisão ortográfica e gramatical: Nayana da Silva Lima

Projeto gráfico do miolo: Os autores

Design de capa: Grupo Neurus

Imagens das capas e do miolo: www.canva.com

A fim de assegurar a qualidade e a confiabilidade do conteúdo publicado, todos os artigos submetidos a esta editora passam por um processo de revisão por pares, realizado por membros do Conselho Editorial. A avaliação é conduzida de forma anônima, garantindo a imparcialidade e o rigor acadêmico.

O Grupo Editorial Neurus preza pela ética e integridade em suas publicações, adotando medidas para prevenir plágio, falsificação de dados e conflitos de interesse. Qualquer suspeita de má conduta científica será rigorosamente investigada, com base em critérios acadêmicos e éticos.

CONSELHO EDITORIAL

Sting Ray Gouveia Moura Doutor, Universidade Católica de Brasília (UCB). Marabá, Pará, Brasil.

Adriana Letícia dos Santos Gorayeb Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.

Ana Caroline Guedes Souza Martins Doutora, Fundação Oswaldo Cruz (INI-FIOCRUZ-RJ). Belém, Pará, Brasil.

Simone Aguiar da Silva Figueira Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.

Selma Kazumi da Trindade Noguchi Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.

Sarah Lais Rocha Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Carajás, Pará, Brasil.

Suanne Coelho Pinheiro Viana Mestra, Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, Pará, Brasil.

Anne Caroline Gonçalves Lima	Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.
Isis Ataíde da Silva	Doutoranda, Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, Pará, Brasil.
Daniel Figueiredo Alves da Silva	Doutor, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.
Elcilane Gomes Silva	Doutora, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.
Alfredo Cardoso Costa	Doutor, Docente na Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil.
Renata Campos de Sousa Borges	Doutora, Docente na Universidade do Estado do Pará (UEPA). Tucuruí, Pará, Brasil.
Nathalie Porfirio Mendes	Mestra, Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, Pará, Brasil.
Leopoldo Silva de Moraes	Doutor, Universidade Federal do Pará (UFPA). Belém, Pará, Brasil.
David José Oliveira Tozetto	Doutor, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Coordenador Adjunto do curso de medicina, UEPA. Marabá, Pará, Brasil.
Elisângela Claudia de Medeiros Moreira	Doutora, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil.
Benedito do Carmo Gomes Cantão	Doutorando, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Tucuruí, Pará, Brasil.
Vanessa Costa Alves Galúcio	Doutora, Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Belém, Pará, Brasil.
Ilza Fernanda Barboza Duarte Rodrigues	Doutoranda, Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Alagoas, Brasil.

INFORMAÇÕES SOBRE OS ORGANIZADORES



Jackson Luís Ferreira Cantão

Bacharel em Enfermagem, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestrando no Programa de Pós-graduação Cirurgia e Pesquisa Experimental (CIPE/UEPA). Pós-graduado em Enfermagem do Trabalho e Saúde Ocupacional pela Faculdade EDUCAMAIS. Pós-graduado em Terapia Intensiva, Faculdade Bookplay. Docente, Preceptor de Estágio Supervisionado e Coordenador de TCC na Faculdade Para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA). Parauapebas, Pará, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7662954609060183>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-7946-8064>



Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho

Graduação em Medicina pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Médica Ginecologista, Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo (IAMSPE/HSPE/SP). Doutorado e Mestrado, IAMSPE/HSPE/SP. Residência Médica em Ginecologia e Obstetrícia, IAMSPE/HSPE/SP. Especialista em Ginecologia e Obstetrícia, TEGO; Especialista em Patologia do Trato Genital Inferior; Especialista em Endoscopia Ginecológica. Presidente do Capítulo Pará da ABPTGIC. Docente do curso de Medicina do Centro Universitário Metropolitano da Amazônia (UniFAMAZ). Belém, Pará, Brasil. **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/6045325873527856>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6679-5016>



Anderson Bentes de Lima

Graduado em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestrado em Ciências Farmacêuticas, UFPA. Doutorado em Biotecnologia, UFPA. Professor adjunto II da Universidade do Estado do Pará. Coordenador do programa de Pós-graduação Profissional em Cirurgia e Pesquisa Experimental. Coordenador do Laboratório de Farmacologia Experimental, onde desenvolve pesquisa na área de farmacologia de plantas medicinais e drogas sintéticas. Pertence ao grupo de pesquisa Morfofisiologia: Ensino e Pesquisa Aplicada a Saúde. Membro efetivo da Sociedade Brasileira de Farmacologia e Terapêutica Experimental. Membro do Conselho de Saúde de Belém-PA. Consultor da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e Extensão Inovadora - nível 2 do CNPq. Tucuruí, Pará, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3455183793812931>

INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Ademilson Teles do Vale Junior	Enfermeiro, Instituto de Ensino Superior do Sul do Maranhão. Mestrando em Cirurgia e Pesquisa Experimental (CIPE), Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Allan Kardec Lima Brandão	Enfermeiro, Faculdade Santa Terezinha (CEST). Mestrando em Cirurgia e Pesquisa Experimental, Universidade Estadual do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Amanda da Costa Silveira Sabbá	Cirurgião-dentista, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutorado em Biologia Parasitária na Amazônia, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Anderson Bentes de Lima	Graduado em Farmácia pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Pará, Brasil.
Anderson Quadros de Alcantara	Acadêmico de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Adriela Palhares de Sousa	Enfermeira, Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (FADESA). Pará, Brasil.
Bárbara de Kós Araújo	Acadêmica de Medicina, Faculdade de Ciências Médicas do Pará (FACIMPA). Pará, Brasil.
Beatriz Carminati Pedroso	Acadêmica de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Benedito do Carmo Gomes Cantão	Graduado em Enfermagem pela Universidade do Estado do Pará (UEPA) e em Direito pela Faculdade Gamaliel. Doutorando pelo Programa pós-graduação em Biologia Parasitária na Amazônia PPGBPA/UEPA/IEC. Mestre em Cirurgia e Pesquisa Experimental (CIPE) pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Brenda Caroline de Andrade Cameló	Enfermeira, Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Especialista em Fisioterapia em Terapia Intensiva, Faculdade Inspirar. Pará, Brasil.
Camila Ferreira Alves	Fisioterapeuta, Centro Universitário Pitágoras de Marabá. Residência Multiprofissional em Oncologia, Universidade Federal do Pará (UFPA). Pará, Brasil.
Caroline Mendes Santos	Biomédica, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pós-graduação em Hematologia e Citologia Oncótica, UniBF. Pará, Brasil.

Danille Monteiro Aguiar	Acadêmica de Medicina, Faculdade de Ciências Médicas de Marabá (AFYA). Pará, Brasil.
Erivelton Silva Pinto Júnior	Graduando de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEAP). Pará, Brasil.
Gabriel Ferreira Alves	Acadêmico de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Itallo Oliveira Dias Correia	Acadêmico de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Ivete Furtado Ribeiro Caldas	Fisioterapeuta, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Doutora em Neurociências e Biologia Celular, Universidade Federal do Pará (UFPA). Pará, Brasil.
Jackson Luis Ferreira Cantão	Bacharel em Enfermagem, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestrando no Programa de Pós-graduação Cirurgia e Pesquisa Experimental (CIPE/UEPA). Pará, Brasil.
Jackson Roberto Sousa de Oliveira	Fisioterapeuta, Faculdade Metropolitana de Marabá. Especialista em Enfermagem em Urgência; e em Emergência e Atenção em UTI, Centro Mesquita de Educação Superior Eireli. Pará, Brasil.
Jenniffer Pamella Balan	Enfermeira, Universidade Paranaense (UNIPAR). Mestranda em Cirurgia e Pesquisa Experimental, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
João Vitor Dias Pereira	Graduado em Medicina e Mestrado, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Leonardo Gomes de Sousa	Enfermeiro, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Especialista em Pediatria e Neonatologia, Faculdade Faveni. Pará, Brasil.
Levy Pereira Vaz	Bacharel em Enfermagem, Unopar. Pará, Brasil.
Marcus Vinícius Henrique Brito	Médico-Cirurgião, Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutorado em Técnicas Operatórias e Cirurgia Experimental, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Pará, Brasil.
Maria Eduarda de Souza	Acadêmica de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho	Médica, Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Doutorado em Ciências da Saúde, Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual (IAMSPE). Pará, Brasil.

Mariseth Carvalho de Andrade	Bacharel em Estatística, Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestra, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Michelle Ferreira Cantão	Acadêmica de Enfermagem, UNOPAR. Pará, Brasil.
Priscila Xavier de Araújo	Farmacêutica, Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA). Doutorado em Ciências Médicas e Biológicas, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Pará, Brasil.
Rafael Alves Freires	Cirurgião Dentista, Faculdade de Teologia, Filosofia e Ciências Humanas Gamaliel FATEFIG. Pós-graduado, UNIMINAS. Pará, Brasil.
Rubens de Paulo Rodrigues	Acadêmico de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira	Acadêmica de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.
Tauane Sacramento Pereira	Acadêmica de Medicina, Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pará, Brasil.

Página deixada em branco de forma intencional

APRESENTAÇÃO DA OBRA

Este livro, intitulado "Procedimentos Cirúrgicos Obstétricos com Feto Intrauterino e a Importância de Novas Tecnologias", explora a evolução da medicina fetal, com foco no diagnóstico precoce e nas intervenções cirúrgicas intrauterinas para tratar anomalias congênitas. A obra destaca o papel fundamental do pré-natal como uma ferramenta essencial não apenas para o monitoramento da gestação, mas também para a identificação de condições que podem comprometer o desenvolvimento fetal, possibilitando ações terapêuticas que melhoram significativamente os prognósticos.

O primeiro capítulo reforça a importância do acompanhamento pré-natal na detecção de anomalias, permitindo o planejamento de intervenções em tempo hábil. A utilização de tecnologias avançadas, como a ultrassonografia de alta resolução e testes genéticos, ampliou a capacidade diagnóstica, tornando o pré-natal uma estratégia ativa de tratamento. O diagnóstico preciso e a correta determinação da idade gestacional são cruciais para definir as janelas ideais para intervenções, minimizando os riscos associados a diagnósticos tardios ou a procedimentos realizados prematuramente.

O segundo capítulo aborda as anomalias congênitas (AC), que afetam de 3% a 6% dos recém-nascidos e são a segunda maior causa de mortalidade infantil no Brasil. As AC são classificadas como maiores ou menores e podem ter causas genéticas, ambientais ou desconhecidas. O diagnóstico pré-natal, realizado por meio de exames como ultrassonografia (USG) e ressonância magnética (RM), é vital para o planejamento de cirurgias fetais ou neonatais, que visam reduzir a morbimortalidade associada a essas condições.

O livro detalha, no terceiro capítulo, a cirurgia fetal como um dos maiores avanços da medicina moderna, iniciada de forma mais consolidada a partir da década de 1980. São discutidas técnicas minimamente invasivas, como a fetoscopia, utilizada para tratar condições como a síndrome da transfusão feto-fetal e a mielomeningocele (MMC). A obra também aborda o tratamento da hérnia diafragmática congênita e da obstrução das vias aéreas fetais, ressaltando os avanços

tecnológicos como a cirurgia robótica, que oferece maior precisão e recuperação mais rápida.

O quarto capítulo é dedicado aos procedimentos diagnósticos invasivos, como a amniocentese e a cordocentese, que permitem a análise genética, hematológica e infecciosa do feto. A amniocentese, geralmente realizada entre a 15^a e a 18^a semana, é indicada para o diagnóstico de anomalias cromossômicas e infecções congênitas. Já a cordocentese, realizada a partir da 18^a semana, é o método de escolha para avaliar parâmetros hematológicos e realizar terapias como transfusões de sangue intrauterinas.

O capítulo final discute as considerações práticas e futuras da área, abordando os desafios na implementação de novas tecnologias, como os altos custos e a necessidade de treinamento contínuo para os profissionais de saúde. A interoperabilidade de sistemas de prontuários eletrônicos e a cibersegurança são apontadas como barreiras a serem superadas. A simulação com realidade virtual é apresentada como uma ferramenta promissora para a capacitação profissional.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	17
A IMPORTÂNCIA DO PRÉ-NATAL NO CONTEXTO CIRÚRGICO INTRAUTERINO	
<i>Jackson Luis Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Benedito do Carmo Gomes Cantão; Mariseth Carvalho de Andrade; Ivete Furtado Ribeiro Caldas; Ademilson Teles do Vale Junior; Caroline Mendes Santos; Levy Pereira Vaz; Adriela Palhares de Sousa</i>	
DOI 10.29327/5650265.1-1	
CAPÍTULO 2	31
ANOMALIAS CONGÊNITAS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS	
<i>Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Ivete Furtado Ribeiro Caldas; Caroline Mendes Santos; Jenniffer Pamella Balan; Maria Eduarda de Souza; Beatriz Carminati Pedroso; Michelle Ferreira Cantão; Leonardo Gomes de Sousa</i>	
DOI 10.29327/5650265.1-2	
CAPÍTULO 3	43
CIRURGIA FETAL: PRINCÍPIOS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS	
<i>Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Amanda Da Costa Silveira Sabbá; Allan Kardec Lima Brandão; Bárbara De Kós Araújo; Danille Monteiro Aguiar; Jenniffer Pamella Balan; Rubens de Paulo Rodrigues; Erivelton Silva Pinto Júnior</i>	
DOI 10.29327/5650265.1-3	
CAPÍTULO 4	69
PROCEDIMENTOS INVASIVOS DIAGNÓSTICOS: AMNIOCENTESE E CORDOCENTESE NA MEDICINA FETAL	
<i>Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Priscila Xavier de Araújo; João Vitor Dias Pereira; Itallo Oliveira Dias Correia; Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira; Jenniffer Pamella Balan; Camila Ferreira Alves; Rafael Alves Freires</i>	
DOI 10.29327/5650265.1-4	

CAPÍTULO 5**79****CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS E FUTURAS**

*Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho;
Anderson Bentes de Lima; Marcus Vinícius Henrques Brito; Tauane
Sacramento Pereira; Anderson Quadros de Alcantara; Gabriel Ferreira
Alves; Jenniffer Pamella Balan; Jackson Roberto Sousa de Oliveira; Brenda
Caroline de Andrade Cameló*

DOI 10.29327/5650265.1-5

ÍNDICE REMISSIVO**91**



1

A IMPORTÂNCIA DO PRÉ-NATAL NO CONTEXTO CIRÚRGICO INTRAUTERINO

Jackson Luis Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Benedito do Carmo Gomes Cantão; Mariseth Carvalho de Andrade; Ivete Furtado Ribeiro Caldas; Ademilson Teles do Vale Junior; Caroline Mendes Santos; Levy Pereira Vaz; Adriela Palhares de Sousa



O PAPEL DO PRÉ-NATAL NA MEDICINA FETAL MODERNA

A Medicina Fetal constitui uma subárea da Obstetrícia voltada à avaliação detalhada do feto ainda em desenvolvimento no útero materno, utilizando uma abordagem propedêutica que integra aspectos genéticos, morfológicos e fisiopatológicos. Essa especialidade desempenha papel fundamental na identificação precoce de condições que podem comprometer o desenvolvimento fetal, possibilitando intervenções clínicas e cirúrgicas tanto no ambiente intrauterino quanto no período neonatal, com o objetivo de preservar a vitalidade fetal e garantir uma assistência perinatal mais segura e eficaz (Isfer, 2023).

No contexto da assistência pré-natal, o reconhecimento precoce de anomalias fetais e a necessidade de análises bioquímicas, cromossômicas ou moleculares — obtidas por meio de amostras de tecidos fetais — transformaram o ambiente intrauterino em um espaço cada vez mais acessível à investigação diagnóstica. Esses avanços viabilizaram métodos invasivos, como a amniocentese, a biópsia de vilosidades coriônicas e a cordocentese, amplamente empregados na medicina fetal contemporânea.

Em 1954, foi descrita a primeira visualização direta do feto por meio de um fetoscópio rígido, evento que marcou o início das abordagens diagnósticas fetais diretas. Seis anos mais tarde, Liley introduziu a técnica de transfusão sanguínea intra-abdominal para o tratamento da hidropisia fetal grave, sendo este um dos primeiros procedimentos terapêuticos intrauterinos registrados na literatura (Santos *et al.*, 2008).

A amniocentese, por sua vez, já era aplicada desde o século XIX com finalidades terapêuticas, como a drenagem do polidrâmnio, a administração de medicamentos intra-amnióticos e a análise do líquido amniótico para avaliação da bilirrubina — mesmo antes de sua consolidação como ferramenta diagnóstica. Atualmente, esse procedimento é realizado sob orientação ultrassonográfica, o que amplia sua segurança e precisão na coleta de amostras, sendo amplamente utilizado para estudos citogenéticos, como a determinação do cariótipo fetal por meio da cultura de células do líquido amniótico (Isfer, 2023).

Objetivos principais do acompanhamento pré-natal

O acompanhamento pré-natal é uma estratégia essencial na atenção à saúde materno-fetal, visando assegurar o desenvolvimento saudável da gestação e reduzir riscos para a mãe e o bebê. Seus objetivos principais incluem a prevenção, identificação e tratamento precoce de complicações, além de promover o bem-estar físico e emocional da gestante (Brasil, 2012; Fetalmed, 2023).

A medicina fetal, como subespecialidade da obstetrícia, desempenha um papel crucial nesse contexto, oferecendo diagnósticos precisos e intervenções eficazes para garantir a saúde do binômio mãe-feto. Ela possibilita o acompanhamento detalhado de gestações, especialmente aquelas de alto risco, por meio de técnicas avançadas de imagem e testes genéticos, permitindo a detecção precoce de anomalias e a implementação de tratamentos intrauterinos quando necessário (Schupp, 2023; Pro Matre, 2023).

Além disso, o pré-natal é uma oportunidade para a educação e orientação da gestante, fornecendo informações sobre o processo gestacional, o parto e os cuidados neonatais, promovendo a autonomia da mulher e a tomada de decisões informadas (BVSMS, 2023). Esse acompanhamento também viabiliza o planejamento adequado do parto, considerando as condições maternas e fetais, e estabelece estratégias para os cuidados no puerpério (Brasil, 2012).

A integração de tecnologias avançadas, como a ultrassonografia de alta resolução e os testes genéticos, tem ampliado as capacidades diagnósticas do pré-natal, permitindo intervenções mais precisas e personalizadas. Essas inovações contribuem para a melhoria dos desfechos perinatais e para a redução da morbimortalidade materna e neonatal (Kozma, 2023; Vital Diagnóstico, 2023).

O acompanhamento pré-natal é fundamental para assegurar a saúde materno-fetal, permitindo a identificação precoce de riscos e a implementação de intervenções oportunas. Seus principais objetivos incluem:

Quadro 1 – Intervenções e seus objetivos.

Avaliação e monitoramento da saúde materna e fetal:	Por meio de consultas regulares, é possível monitorar o desenvolvimento fetal, identificar complicações gestacionais e promover o bem-estar físico e emocional da gestante (Fetalmed, 2023).
Detecção precoce de anomalias e condições de risco:	O pré-natal possibilita a identificação de doenças maternas e fetais, permitindo intervenções que minimizam impactos na saúde da mulher e do recém-nascido (IMMEF, 2017).
Educação e orientação da gestante:	Oferece informações sobre o processo gestacional, parto e cuidados neonatais, promovendo a autonomia da gestante e a tomada de decisões informadas (BVSMS, 2023).
Planejamento do parto e cuidados pós-natais:	Permite o planejamento adequado do parto, considerando as condições maternas e fetais, e estabelece estratégias para os cuidados no puerpério (Portal de Boas Práticas, 2021).

Fonte: Desenvolvido pelos autores, 2025

A integração de tecnologias avançadas, como ultrassonografia de alta resolução e testes genéticos, tem ampliado as capacidades diagnósticas do pré-natal, permitindo intervenções mais precisas e personalizadas (Vital Diagnóstico, 2023).

Como o pré-natal influencia decisões terapêuticas intraútero

O acompanhamento pré-natal é essencial para o diagnóstico precoce de anomalias fetais e para o planejamento de intervenções terapêuticas intraútero. De acordo com Schupp (2023), a medicina fetal evoluiu significativamente nas últimas décadas, permitindo que anomalias congênitas, cardiopatias e outras condições graves sejam identificadas ainda no período gestacional, possibilitando a tomada de decisões clínicas e cirúrgicas em tempo hábil.

Silva (2020) destaca que o pré-natal possibilita o rastreamento sistemático por meio de exames de imagem, como a ultrassonografia morfológica, a ecocardiografia fetal e, em casos específicos, a ressonância magnética fetal. Esses métodos permitem avaliar com precisão a anatomia e a fisiologia fetal, baseando-se em dados que orientam diretamente

condutas terapêuticas específicas, como transfusões intrauterinas, colocação de cateteres ou correções cirúrgicas.

Além disso, Schupp (2023b) reforça que o diagnóstico intrauterino não apenas melhora os desfechos perinatais, como também possibilita à equipe multiprofissional — incluindo obstetras, geneticistas, neonatologistas e cirurgiões fetais — elaborar um plano de cuidados individualizado. Tal abordagem favorece a decisão sobre o melhor momento e via de parto, bem como o preparo para cuidados intensivos neonatais quando necessário.

Portanto, o pré-natal exerce influência direta sobre as decisões terapêuticas intraútero, ao fornecer informações diagnósticas fundamentais que subsidiam intervenções precoces e eficazes, reduzindo os riscos de morbimortalidade perinatal (Silva, 2020; Schupp, 2023; Schupp, 2023b).

A evolução do pré-natal com foco em intervenções precoces

Nas últimas décadas, o cuidado pré-natal passou de uma abordagem predominantemente preventiva para uma ferramenta essencial de diagnóstico e intervenção precoce. A incorporação de tecnologias de imagem de alta resolução, métodos de rastreamento genético e técnicas invasivas permitiu intervenções cada vez mais precisas e seguras durante a gestação. Segundo Nicolaides (2011), a medicina fetal moderna tem como base a possibilidade de diagnóstico precoce de anomalias, muitas vezes já no primeiro trimestre, o que altera profundamente a conduta clínica e cirúrgica em casos selecionados.

Essa evolução tornou-se especialmente relevante para o planejamento de terapias intrauterinas, que podem modificar significativamente os desfechos gestacionais. A introdução da ultrassonografia morfológica entre 11 e 14 semanas e a avaliação da translucência nucal possibilitaram a detecção precoce de síndromes genéticas e malformações estruturais, otimizando a janela terapêutica (Cavalcante *et al.*, 2019). O diagnóstico antecipado é crucial para que a equipe multiprofissional planeje condutas específicas, como cirurgias fetais ou antecipação do parto em centros especializados.

Além disso, avanços em testes não invasivos, como o NIPT (teste pré-natal não invasivo), têm ampliado as possibilidades diagnósticas com maior segurança para a gestante e o feto. De acordo com Schupp (2023), essa abordagem favorece o rastreamento de aneuploidias e alterações cromossômicas com alta taxa de sensibilidade, possibilitando um pré-natal mais direcionado e eficiente. Tais estratégias refletem um novo paradigma, no qual o diagnóstico precoce se alia à possibilidade de tratamento ainda na vida intrauterina.

Portanto, a evolução do pré-natal não se restringe ao monitoramento da gestação, mas se consolida como uma estratégia ativa de diagnóstico e tratamento precoce de condições fetais, com impactos diretos na sobrevida e na qualidade de vida dos recém-nascidos.

IMPORTÂNCIA DOS EXAMES PRÉ-NATAIS PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE

O diagnóstico precoce de anomalias e patologias fetais é um dos pilares da medicina fetal moderna, tornando os exames pré-natais indispensáveis para o planejamento terapêutico e a melhoria dos resultados perinatais. Esses exames auxiliam na identificação precisa das condições que podem requerer intervenção intraútero, além de direcionar o acompanhamento e o manejo clínico da gestação (Schupp, 2023; Cavalcante *et al.*, 2019).

Ultrassonografia morfológica: papel no rastreio de anomalias

A ultrassonografia morfológica, geralmente realizada entre a 18^a e 24^a semanas de gestação, é o principal exame para o rastreio de malformações fetais. Por meio de imagens detalhadas, permite a avaliação da anatomia fetal, incluindo órgãos e sistemas, possibilitando o diagnóstico de defeitos estruturais, como anencefalia, espinha bífida e cardiopatias (Carvalho *et al.*, 2020).

Segundo Nicolaides (2011), a precisão da ultrassonografia morfológica depende da qualidade do equipamento e da experiência do profissional, fatores essenciais para detectar alterações que podem demandar intervenções intraútero.

Ultrassom de alta resolução e 3D/4D: vantagens em casos cirúrgicos

O ultrassom de alta resolução, aliado às técnicas tridimensionais (3D) e em tempo real (4D), ampliou a capacidade diagnóstica do pré-natal, especialmente em casos que requerem planejamento cirúrgico fetal. Essas tecnologias permitem melhor visualização das estruturas anatômicas, facilitando o mapeamento preciso das anomalias e auxiliando na avaliação do grau de comprometimento (Leite *et al.*, 2021). Como destaca Silva (2022), o ultrassom 3D/4D é fundamental para o acompanhamento da evolução de malformações e para o preparo das equipes cirúrgicas que realizarão intervenções intrauterinas.

Ecocardiografia fetal: aplicações no diagnóstico de cardiopatias congênitas

A ecocardiografia fetal é o exame de escolha para avaliação detalhada do coração do feto, sendo essencial na detecção de cardiopatias congênitas, que representam cerca de 30% das malformações fetais (Costa & Almeida, 2018). Este exame possibilita a análise da anatomia cardíaca, do fluxo sanguíneo e da função cardíaca, permitindo a identificação precoce de defeitos que podem ser tratados antes ou imediatamente após o nascimento, reduzindo a morbimortalidade associada (Silva & Pereira, 2019).

Outros exames complementares

Além dos exames de imagem, outros métodos complementares desempenham papel importante no diagnóstico pré-natal. A ressonância magnética (RM) fetal é utilizada para avaliação detalhada do sistema nervoso central e de outras estruturas, especialmente quando a ultrassonografia apresenta limitações (Mendes *et al.*, 2020). Os procedimentos invasivos, como a biópsia de vilosidades coriônicas e a amniocentese, possibilitam a coleta de material para análise genética e cromossômica, fundamentais para o diagnóstico de doenças hereditárias e aneuploidias (Isfer, 2023). Estes procedimentos, apesar de invasivos,

são geralmente realizados sob orientação ultrassonográfica para maior segurança (Santos *et al.*, 2008).

DIAGNÓSTICO E INTERVENÇÃO

A definição do momento ideal para o diagnóstico e eventual intervenção fetal intrauterina é uma variável crítica na medicina fetal moderna. O tempo gestacional exerce influência direta sobre a acurácia dos exames diagnósticos e a viabilidade das intervenções terapêuticas, sendo fundamental compreender as janelas gestacionais mais apropriadas para cada abordagem. Nesse sentido, a cronologia da gestação não apenas delimita as possibilidades terapêuticas, como também define riscos potenciais para o feto e a gestante (Nardozza *et al.*, 2015).

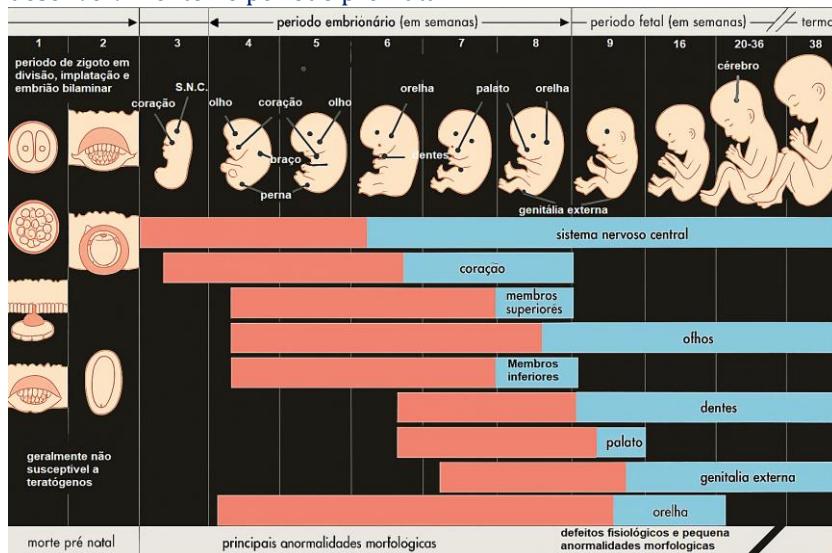
Importância da cronologia gestacional na decisão terapêutica

A cronologia gestacional precisa é essencial para a adequada interpretação dos achados ultrassonográficos e para a determinação do momento mais seguro para realizar intervenções. O rastreamento de anomalias estruturais, por exemplo, é mais eficaz entre a 18^a e a 24^a semana — conforme imagem 1 —, quando a organogênese está completa e há melhor visualização das estruturas fetais (Carvalho *et al.*, 2020).

Já em casos de diagnóstico genético, a coleta precoce de material biológico, como na biópsia de vilosidades coriônicas (realizada por volta da 11^a a 13^a semana), permite a detecção de alterações cromossômicas com antecedência suficiente para o planejamento terapêutico (Nicolaides, 2011).

A adequada definição da idade gestacional, obtida por ultrassonografia precoce, reduz o risco de erros diagnósticos e otimiza o tempo de resposta médica diante de anomalias identificadas. Como destacam Moron *et al.* (2014), a acurácia do diagnóstico e a eficácia das intervenções estão intimamente ligadas à correta delimitação da idade gestacional, o que reforça a necessidade de uma assistência pré-natal precoce e sistemática.

Figura 1 – Ilustração esquemática dos principais eventos do desenvolvimento no período pré-natal.



Nota: As faixas escuras representam períodos altamente sensíveis; as faixas claras indicam estados menos sensíveis a teratógenos.

Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio da ferramenta ChatGPT (OpenAI, 2025).

Janelas ideais para intervenção intrauterina

A realização de procedimentos terapêuticos fetais deve respeitar as janelas gestacionais mais adequadas, que variam conforme a patologia em questão e o tipo de intervenção. Em casos de mielomeningocele, por exemplo, a cirurgia corretiva intrauterina é preferencialmente realizada entre a 19^a e a 26^a semana de gestação, período em que se observa maior benefício neurológico, sem aumento significativo dos riscos obstétricos (Adzick *et al.*, 2011).

Intervenções para fetos com síndrome da transfusão feto-fetal, por sua vez, são indicadas geralmente entre a 16^a e a 26^a semana, quando a ablação a laser dos vasos placentários anômalos oferece melhores taxas de sobrevida para ambos os fetos (Senat *et al.*, 2004).

Esses exemplos demonstram que a oportunidade diagnóstica deve ser rapidamente traduzida em decisão clínica, respeitando o tempo necessário para a organização da equipe, dos recursos tecnológicos e da logística hospitalar, sem comprometer a janela terapêutica ideal.

Riscos associados a diagnósticos tardios ou intervenções precoces demais

A precisão do tempo no diagnóstico e na intervenção fetal representa um fator determinante para o sucesso das estratégias terapêuticas na medicina fetal moderna. Diagnósticos realizados tarde, especialmente após o encerramento das janelas gestacionais ideais, limitam drasticamente as possibilidades de tratamento, podendo comprometer tanto a sobrevida quanto a qualidade de vida do conceito. Por outro lado, intervenções feitas de forma prematura — sem critério clínico ou respaldo diagnóstico consolidado — aumentam significativamente os riscos obstétricos e neonatais (Ruano & Fonseca, 2017).

Diagnósticos tardios frequentemente estão associados à ausência ou à má qualidade do acompanhamento pré-natal, à limitação do acesso a tecnologias diagnósticas avançadas e à escassez de profissionais capacitados para identificar sinais precoces de malformações fetais. Em casos como a síndrome da transfusão feto-fetal, por exemplo, o atraso na identificação pode resultar em morte fetal, lesões neurológicas graves ou parto prematuro extremo, comprometendo o desfecho perinatal (Senat *et al.*, 2004).

Segundo Fonseca *et al.* (2021), o tempo é um fator crítico que pode definir a reversibilidade ou não do quadro clínico fetal, sendo que diagnósticos após a 28^a semana, em muitos casos, limitam as intervenções a cuidados paliativos.

Adicionalmente, a realização de procedimentos terapêuticos em fases muito precoces da gestação — como intervenções antes da viabilidade fetal (por volta da 24^a semana) — pode resultar em perdas fetais espontâneas, rotura prematura das membranas ovulares (RPMO), infecções intra-amnióticas e desencadeamento de trabalho de parto prematuro (Carreras *et al.*, 2010).

Isso é particularmente evidente em técnicas invasivas, como cordocentese e fetoscopias, que, quando mal indicadas ou realizadas fora das recomendações gestacionais, apresentam taxas elevadas de complicações, especialmente em gestações de alto risco (Cavalcante *et al.*, 2019).

Além disso, intervenções precoces demais podem ser baseadas em diagnósticos imaturos ou de baixa acurácia, especialmente quando os exames são realizados em fases em que a diferenciação anatômica fetal ainda não está concluída. A ultrassonografia morfológica, por exemplo, é mais eficaz entre a 20^a e a 24^a semanas; avaliações feitas antes desse período podem gerar falsos positivos ou negativos, induzindo decisões clínicas equivocadas (Carvalho *et al.*, 2020). A ansiedade dos pais, aliada à pressão por respostas rápidas, pode precipitar decisões por procedimentos que deveriam aguardar confirmação diagnóstica.

Outro ponto relevante é o impacto ético e psicológico que diagnósticos ou intervenções mal temporizadas causam à gestante e sua família. De acordo com Nicolaides (2011), intervenções realizadas com base em achados incertos, especialmente antes da consolidação diagnóstica por exames confirmatórios (como cariotípico ou microarray), podem levar a escolhas terapêuticas irreversíveis com consequências desastrosas.

Portanto, a atuação da equipe multidisciplinar deve pautar-se não apenas pela competência técnica, mas também pelo domínio da fisiologia fetal, da cronologia gestacional e das diretrizes clínicas que orientam a indicação, o tempo e o tipo de intervenção. É nesse equilíbrio entre tempo e precisão que reside o sucesso da medicina fetal contemporânea.

REFERÊNCIAS

ADZICK, N. Scott *et al.* A randomized trial of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele. New England Journal of Medicine, Boston, v. 364, n. 11, p. 993–1004, 2011. DOI: 10.1056/NEJMoa1014379.

BRASIL. Ministério da Saúde. Assistência pré-natal: manual técnico. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd04_11.pdf. Acesso em: 19 maio 2025.

BVSMS. Importância do pré-natal. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde, 2023. Disponível em:
<https://bvsms.saude.gov.br/importancia-do-pre-natal/>. Acesso em: 26 maio 2025.

CARRERAS, Elena *et al.* Maternal and fetal outcomes after fetoscopic laser coagulation for twin-twin transfusion syndrome. American Journal of Obstetrics and Gynecology, New York, v. 202, n. 4, p. 401.e1-401.e6, 2010.

CARVALHO, Renato *et al.* Avaliação ultrassonográfica morfológica do feto. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 157-164, 2020. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbgo/a/3zJ3XDh5QxHw9vQ8rfYn4Zb/?lang=pt>. Acesso em: 26 maio 2025.

CAVALCANTE, Tatiane *et al.* Diagnóstico pré-natal: importância e implicações para o tratamento fetal. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, Sorocaba, v. 21, n. 2, p. 89-95, 2019.

COSTA, Ana Paula; ALMEIDA, Marcos Vinícius. Cardiopatias congênitas: diagnóstico e manejo. Revista Brasileira de Cardiologia Infantil, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 45-53, 2018.

FETALMED. Pré-natal: importância para a gestante. Fetalmed – Medicina Fetal em Curitiba, 2023. Disponível em: <https://www.fetalmed.net/pre-natal-importancia-para-a-gestante/>. Acesso em: 26 maio 2025.

FONSECA, Eduardo S.; RUANO, Rodrigo. Intervenções fetais: riscos e benefícios. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 10-18, 2021.

IMMEF. A importância do pré-natal. Instituto da Mulher e de Medicina Fetal, 2017. Disponível em: <https://immef.com.br/a-importancia-do-pre-natal/>. Acesso em: 26 maio 2025.

ISFER, Eduardo V. Medicina fetal: diagnóstico pré-natal e conduta. 2. ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2023. E-book. ISBN 9786555722024. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555722024/>. Acesso em: 19 maio 2025.

KOZMA. Medicina fetal: um cuidado indispensável na gestação. 2023. Disponível em: <https://kozma.com.br/blog/medicina-fetal-um-cuidado-indispensavel-na-gestacao/>. Acesso em: 19 maio 2025.

LEITE, Fernanda *et al.* Ultrassonografia 3D e 4D no diagnóstico de malformações fetais. Jornal de Diagnóstico por Imagem, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 85-91, 2021.

MENDES, Carlos *et al.* Ressonância magnética fetal: aplicações clínicas e limitações. Radiologia Brasileira, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 237-244, 2020.

MORON, Antonio F. *et al.* Medicina fetal: do diagnóstico ao tratamento. São Paulo: Atheneu, 2014.

NARDOZZA, Luciano M. M. *et al.* Medicina fetal: princípios e práticas. São Paulo: Atheneu, 2015.

NEEDLMAN, R. D. Crescimento e desenvolvimento. In: BEHRMAN, R. E.; KLEGMAN, R. M.; JENSON, H. B. Nelson tratado de pediatria. 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 28-31.

NICOLAIDES, Kypros H. First-trimester screening for chromosomal abnormalities. Seminars in Perinatology, New York, v. 35, n. 5, p. 276-285, 2011.

OPENAI. Imagem gerada pela ferramenta ChatGPT a partir de imagem base fornecida pelo usuário. 2025. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PORTAL DE BOAS PRÁTICAS. Principais questões sobre exames de rotina do pré-natal. Fiocruz, 2021. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/atencao-mulher/principais-questoes-sobre-exames-de-rotina-do-pre-natal/>. Acesso em: 26 maio 2025.

PRO MATRE. O que é medicina fetal? Pra que serve? Saiba tudo sobre! 2023. Disponível em: <https://promatre.com.br/o-que-e-medicina-fetal-e-qual-sua-importancia-na-gravidez/>. Acesso em: 19 maio 2025.

RUANO, Rodrigo; FONSECA, Eduardo S. Diagnóstico e tratamento fetal intrauterino: aspectos técnicos e bioéticos. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 433-439, 2017.

SANTOS, Marina *et al.* Procedimentos invasivos no diagnóstico pré-natal. Revista da Associação Médica Brasileira, São Paulo, v. 54, n. 5, p. 452-458, 2008.

SCHUPP, Tania. Medicina fetal e seu papel. Curitiba: Fetalmed, 2023. Disponível em: <https://schupp.com.br/blog/medicina-fetal-e-seu-papel/>. Acesso em: 19 maio 2025.

SCHUPP, Tania. O papel crucial da medicina fetal na saúde materna e do bebê. Curitiba: Fetalmed, 2023b. Disponível em: <https://schupp.com.br/blog/o-papel-da-medicina-fetal-na-saude-materna-e-do-bebe/>. Acesso em: 19 maio 2025.

SENAT, Marie-Victoire *et al.* Endoscopic laser surgery versus serial amnioreduction for severe twin-to-twin transfusion syndrome. New England Journal of Medicine, Boston, v. 351, n. 2, p. 136–144, 2004.

SILVA, Joana; PEREIRA, Carlos. Ecocardiografia fetal: atualização e indicações clínicas. Revista Médica da Bahia, Salvador, v. 19, n. 2, p. 110-117, 2019.

SILVA, Maria de Fátima. Humanização na medicina fetal. Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil, Recife, v. 20, n. 1, p. 15–22, jan./mar. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbsmi/a/hM9xZ9k4hxZFjwpdnkwP7QR/?lang=pt>. Acesso em: 19 maio 2025.

SILVA, Tatiana. Aplicações da ultrassonografia 3D e 4D na medicina fetal. Revista de Tecnologias Médicas, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2022.

VITAL DIAGNÓSTICO. Qual a importância da medicina fetal para uma gestação tranquila? Vital Diagnóstico, 2023. Disponível em: <https://www.vitaldiagnostico.com.br/blog/qual-a-importancia-da-medicina-fetal-para-uma-gestacao-tranquila/>. Acesso em: 26 maio 2025.

2



ANOMALIAS CONGÊNITAS E INTERVENÇÕES CIRÚRGICAS

Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Ivete Furtado Ribeiro Caldas; Caroline Mendes Santos; Jennifer Pamella Balan; Maria Eduarda de Souza; Beatriz Carminati Pedroso; Michelle Ferreira Cantão; Leonardo Gomes de Sousa



CLASSIFICAÇÃO E ETIOLOGIA DAS ANOMALIAS CONGÊNITAS

As anomalias congênitas (AC) são definidas como alterações estruturais ou funcionais que representam distúrbios no desenvolvimento embrionário e fetal, podendo ser causadas por fatores ambientais, genéticos, comportamentais, biológicos, sociais ou desconhecidos — estes últimos correspondendo a aproximadamente 60% dos casos. Essas condições representam um importante problema de saúde, afetando, em média, de 3% a 6% dos recém-nascidos em todo o mundo. No Brasil, são a segunda maior causa de mortalidade infantil durante o primeiro ano de vida, além de gerarem impactos significativos para as famílias e para a saúde pública (Mendes *et al.*, 2018; Fernandes *et al.*, 2023).

As anomalias congênitas são classificadas como:

- **Maiores:** alterações anatômicas, funcionais e estéticas mais graves que aumentam o risco de mortalidade;
- **Menores:** com modificações fenotípicas sem risco de mortalidade, mais presentes na população em geral (Oliveira, *et al.*, 2023);

Defeitos estruturais e funcionais: causas genéticas

Já dentre as anomalias estruturais, há a divisão em quatro classificações:

- **Malformação:** Resulta de uma alteração intrínseca no tecido, ocorrendo durante seu desenvolvimento ou quando um órgão é afetado. Nessa classificação incluem-se distúrbios cromossômicos, como a síndrome de Down;
- **Ruptura:** Refere-se à modificação ou destruição de estruturas que inicialmente eram normais, como a redução de membros causada por alterações no sistema vascular;

- **Deformação:** Modificação na estrutura, posição ou configuração de um órgão, como no caso do pé torto congênito;
- **Displasia:** Disposição irregular das células, resultando em alterações na estrutura do órgão, como ocorre no rim policístico (Mendes *et al.*, 2018).

As principais causas das anomalias congênitas (AC) incluem transtornos congênitos e perinatais, frequentemente associados a agentes infecciosos prejudiciais à organogênese fetal, como os vírus da imunodeficiência humana (HIV), Zika, citomegalovírus, rubéola, além das bactérias *Treponema pallidum* e *Toxoplasma gondii*. Além disso, fatores teratogênicos também desempenham um papel significativo na ocorrência dessas anomalias, como drogas ilícitas e lícitas e a endocrinopatia materna (Oliveira *et al.*, 2023).

Em relação aos componentes genéticos, destacam-se as anomalias monogênicas, que afetam cerca de 2% da população geral; as cromossômicas, presentes em aproximadamente 0,7% dos nascidos vivos; e as multifatoriais, que combinam influências genéticas e ambientais, podendo ter impacto ao longo da vida adulta (Oliveira *et al.*, 2023; Nascimento, 2023).

DIAGNÓSTICO PRÉ-NATAL DE ANOMALIAS ESTRUTURAIS

A realização de menos de seis consultas durante o pré-natal — número mínimo preconizado pelo Ministério da Saúde — está associada a um maior risco de nascimentos com malformações congênitas, evidenciando, assim, a importância de um pré-natal adequado. Orientações simples, mas eficazes, como o cuidado com agentes teratogênicos e a suplementação de ácido fólico, são medidas essenciais na prevenção de anomalias congênitas (Gonçalves *et al.*, 2021).

A triagem pré-natal impacta diretamente a morbimortalidade perinatal e otimiza os desfechos em gestações afetadas por anomalias congênitas. A detecção precoce de uma anomalia permite a informatização parental sobre os cuidados perinatais e pós-natais, fornecendo mais tempo para investigações e aconselhamento adicionais

sobre as implicações e prognósticos, como opções de terapia fetal e acompanhamento contínuo e multidisciplinar, possibilitando um planejamento apropriado do parto e dos cuidados neonatais (Yahya *et al.*, 2024).

Anomalias que podem ser diagnosticadas no primeiro trimestre de gestação são responsáveis por cerca de 30% dos defeitos identificáveis por meio do pré-natal e incluem a maioria dos defeitos do tubo neural e da parede abdominal, megabexiga e anomalias esqueléticas e cardíacas, principalmente em casos graves (Bardi *et al.*, 2022).

Uso de ultrassonografia (USG)

A avaliação de exames durante o pré-natal pode ser realizada por meio de ultrassom em série, ecocardiografia fetal, ressonância magnética e testes genéticos. O exame ultrassonográfico inicia-se no início da gravidez com a avaliação do tamanho, pluralidade e estrutura fetal. Ao longo da gestação, informações mais detalhadas sobre a anatomia fetal podem ser identificadas, favorecendo a avaliação e a confirmação diagnóstica e prognóstica das anomalias (Yahya *et al.*, 2024).

A ultrassonografia tem seu papel consolidado como modalidade de triagem primária para a detecção de anomalias fetais, sendo amplamente utilizada há décadas. Ela fornece uma visão não invasiva do feto em tempo real, possibilitando a avaliação detalhada da anatomia e o reconhecimento de sinais morfológicos sugestivos de malformações, auxiliando na identificação de riscos para complicações obstétricas e influenciando a decisão sobre a modalidade de parto, bem como o planejamento de intervenções intrauterinas ou pós-natais, quando necessárias (Carmo *et al.*, 2024).

Os avanços na tecnologia ultrassonográfica ampliam a capacidade de detecção e caracterização das malformações. Essas modalidades, descritas a seguir, proporcionam informações mais completas para o diagnóstico e permitem intervenções precoces (Andrade *et al.*, 2024):

- **A ultrassonografia tridimensional (3D) e quadridimensional (4D):** Proporcionam imagens mais detalhadas das estruturas anatômicas e avaliação de características específicas de cada

anomalia, sendo indispensáveis no diagnóstico das malformações;

- **A ultrassonografia com Doppler colorido:** Fornece vantagem adicional na detecção de anormalidades vasculares e na análise do fluxo sanguíneo uterino;
- **A ecocardiografia fetal:** Realizada por meio do ultrassom, permite a detecção precoce de cardiopatias congênitas. Suas indicações incluem gestantes com diabetes mellitus ou lúpus sistêmicos, em uso de anticonvulsivantes, expostas a infecções que podem levar à ocorrência de anomalias congênitas, com familiares de primeiro grau com cardiopatia congênita, feto com alteração cromossômica, taquicardia/bradicardia, macrossômico ou com hidropsia fetal.

Embora a ultrassonografia seja o método primário de rastreamento de anomalias, sua sensibilidade pode variar conforme o tipo de malformação, apresentando limitações em casos de estruturas de difícil visualização. Esses desafios podem ser causados por fatores que reduzem a janela acústica do exame, tanto relacionados ao feto — como idade gestacional avançada, ossificação craniana que causa sombreamento, posição fetal desfavorável devido à descida na pelve e oligoidrâmnio — quanto à mãe, como obesidade materna. Diante dessas limitações, faz-se necessária a solicitação de exames complementares ou alternativos (Chauhan; Nandolia, 2023).

Uso de ressonância magnética (RM)

A ressonância magnética não deve ser realizada de rotina durante o pré-natal, mesmo em conjunto com a ultrassonografia, mas pode atuar como exame complementar em situações específicas. Em comparação com a USG, a RM não apresenta limitações significativas devido à obesidade materna, posição fetal ou oligoidrâmnio. As indicações para a ressonância incluem:

- Esclarecimento de anomalias já identificadas na USG;

- Exames ultrassonográficos subótimos ou inconclusivos devido a uma janela acústica limitada;
- Patologias útero-placentárias, como miomas, placentação anormal ou malformações uterinas congênitas.

A ressonância é um método não invasivo, seguro, sem radiação ionizante e sem relatos de efeitos colaterais ou sequelas tardias a partir do segundo trimestre. Não é recomendada antes desse período, devido às limitações de tamanho e movimento fetal. A RM apresenta alta acurácia no diagnóstico de anomalias do sistema nervoso central, além de fornecer informações adicionais sobre anomalias do trato geniturinário, caixa torácica, defeitos da parede abdominal ou qualquer outra malformação complexa e/ou grave (Chauhan & Nandolia, 2023; García-Moreno *et al.*, 2021).

INDICAÇÕES CIRÚRGICAS PRÉ E PÓS-NATAIS

Durante o pré-natal, a abordagem intrauterina pode ser uma estratégia de prevenção secundária para conter anomalias identificadas por exames de imagem e marcadores biológicos, especialmente aquelas que aumentam a morbimortalidade fetal durante a gestação. Além disso, é essencial monitorar possíveis complicações fetais, como anemia, parto prematuro, insuficiência cardíaca, derrame pericárdico, hidropsia e óbito, sobretudo quando a anomalia representa um risco significativo para a vida do feto (Ellen, 2024).

No contexto da prevenção terciária, cirurgias pediátricas podem ser indicadas dentro da janela de tempo apropriada, com o objetivo de reduzir drasticamente a morbimortalidade associada à anomalia. Ademais, estratégias como estimulação precoce e reabilitação devem ser consideradas para otimizar o desenvolvimento e a qualidade de vida do paciente (Cardoso *et al.*, 2021).

A cirurgia fetal é uma intervenção pré-natal que envolve procedimentos cirúrgicos realizados no feto antes do nascimento e apresenta tipos distintos, dependendo da anomalia específica. Os avanços obtidos por essa abordagem nos últimos anos permitem a intervenção

desde o início, oferecendo vantagem tanto para a mãe quanto para o feto, em comparação à intervenção pós-natal. A abordagem precoce permite a correção ou melhora da anomalia e previne possíveis complicações decorrentes da malformação. Dessa forma, obtêm-se melhores resultados a longo prazo, com impacto positivo na qualidade de vida dos fetos afetados (Ficagna *et al.*, 2023).

A cirurgia intrauterina pode ser realizada por meio de procedimento guiado por ultrassom, intervenção fetal aberta ou cirurgia minimamente invasiva. As indicações são raras e baseiam-se na avaliação do risco-benefício para o feto e para a mãe, considerando a presença de polidrâmnio ou oligodrâmnio. Em situações em que o risco de incapacidade grave ou morte para o feto sobressai sobre o risco de não intervenção, a cirurgia deve ser recomendada. No entanto, uma avaliação pré-natal completa e aconselhamento familiar são necessários antes de considerar qualquer intervenção cirúrgica fetal. Algumas das condições que podem justificar a realização de cirurgia fetal incluem (Ficagna *et al.*, 2023):

- Anormalidades pulmonares císticas e algumas anormalidades cardíacas;
- Hérnia diafragmática congênita;
- Mielomeningocele;
- Uropatias obstrutivas;
- Complicações de gravidez gemelar.

Discussão de casos clínicos e decisões terapêuticas.

A mielomeningocele (MMC) está associada a deficiências físicas, cognitivas e distúrbios do neurodesenvolvimento, sendo a espinha bífida sua forma mais grave e a anomalia mais comum do sistema nervoso central (SNC). O reparo da MMC pode ser realizado no período fetal ou pós-natal. No útero, a condição causa danos progressivos ao SNC, herniações cerebrais, hidrocefalia e redução dos movimentos fetais.

Embora o tratamento pré-natal proporcione melhores resultados na redução dessas complicações e um prognóstico fetal mais favorável, ele também apresenta maior risco de prematuridade e complicações maternas em comparação à cirurgia pós-natal, tornando essencial a avaliação individual de cada caso e a consideração da decisão familiar (Fabelo *et al.*, 2022).

A cardiopatia congênita é uma das principais anomalias congênitas, caracterizando-se por alterações estruturais no sistema cardiovascular que comprometem o funcionamento do coração e a irrigação de outros órgãos. Essa condição reduz significativamente a sobrevida e a qualidade de vida, sendo uma das principais causas de morbimortalidade neonatal, especialmente em fetos diagnosticados tarde. Por isso, o diagnóstico deve ser efetuado durante o período pré-natal, por meio da ultrassonografia morfológica e da ecocardiografia. As manifestações podem ser cardíacas e extracardíacas. Entre as cardíacas, destacam-se cianose, taquipneia, sopro cardíaco e arritmia; já as extracardíacas incluem alterações oftalmológicas, abdominais, musculoesqueléticas, entre outras (Silva *et al.*, 2024).

Em relação à necessidade de cirurgia intrauterina, esta é indicada em casos especiais que considerem a conduta ética. Nesse contexto, a presença de estenose aórtica, estenose pulmonar com septo íntegro e forame oval restritivo são justificativas para a intervenção. A cirurgia deve ser realizada antes da 30^a semana de gestação, sendo necessária a certeza de que, caso não manipulada, haverá evolução para hipoplasia ventricular; nesse cenário, o risco de não realizar o procedimento torna-se mais significativo (Silva *et al.*, 2024).

No caso de cirurgias pós-natais, estas devem ser realizadas antes dos seis meses de idade, com o intuito de aumentar as chances de sucesso por meio da adaptação eficaz das correções realizadas durante o procedimento (Castro *et al.*, 2025).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. C. *et al.* O papel do ultrassom na medicina fetal e na avaliação do trabalho de parto. *Brazilian Journal of Implantology and*

Health Sciences, v. 6, n. 11, p. 3594-3608, 2024. DOI:
<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p3594-3608>.

BARDI, F. *et al.* Prenatal diagnosis and pregnancy outcome of major structural anomalies detectable in the first trimester: a population-based cohort study in the Netherlands. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, v. 36, n. 6, p. 804-814, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppe.12914>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia prático de anomalias congênitas. Disponível em: <http://plataforma.saude.gov.br/anomalias-congenitas/guia-pratico-anomalias-congenitas.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2025.

CARMO, T. H. F. *et al.* O papel da ultrassonografia na avaliação pré-natal de malformações uterinas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 5, p. 607-614, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i5.13884>.

CARDOSO-DOS-SANTOS, A. C. *et al.* Lista de anomalias congênitas prioritárias para vigilância no âmbito do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos do Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 30, n. 1, e2020835, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-49742021000100030>.

CASTRO, J. V. S. G. M. de S.; SILVA, L. F.; ALENCAR, A. M. F. de; VIEIRA, B. S.; NUNES, E. B. Tratamento de cardiopatias congênitas com intervenção cirúrgica. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 1, p. 2577-2589, 2025. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v11i1.18042>.

CHAUHAN, N. S.; NANDOLIA, K. Comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging findings in evaluation of fetal congenital anomalies: a single-institution prospective observational study. *Medical Journal Armed Forces India*, v. 79, n. 4, p. 439-450, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2021.12.002>.

FERRO, E. M. Abordagem cirúrgica na malformação congênita gastrointestinal em neonatos. *Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, v. 16, n. 2, p. 11, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36692/V16N2-33>. Disponível em:

<https://revista.cpaqv.org/index.php/CPAQV/article/view/1839>. Acesso em: 17 mar. 2025.

FABELO, C. *et al.* Factors impacting surgical decision making between prenatal and postnatal repair for myelomeningocele. *Prenatal Diagnosis*, v. 42, n. 1, p. 27-36, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/pd.6080>.

FERNANDES, Q. H. R. F. *et al.* Tendência temporal da prevalência e mortalidade infantil das anomalias congênitas no Brasil, de 2001 a 2018. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 4, p. 969-979, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232023284.13912022>.

FICAGNA, C. A. *et al.* Os avanços em cirurgia fetal para intervenção pré-natal de anomalias congênitas. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, v. 4, p. 16633-16653, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n4-204>.

GARCÍA-MORENO, C. M. *et al.* Papel de la resonancia magnética fetal en la valoración de las anomalías prenatales. *Anales de Radiología México*, v. 20, n. 2, p. 85-95, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24875/ARM.20000110>.

GONÇALVES, M. K. S. *et al.* Prevalência e fatores associados às malformações congênitas em nascidos vivos. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 34, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2021A000852>.

MENDES, I. C.; JESUINO, R. S. A.; PINHEIRO, D. S.; REBELO, A. C. S. Anomalias congênitas e suas principais causas evitáveis: uma revisão. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 28, p. e-1977, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20180011>.

NASCIMENTO, M. L. B. Aspectos epidemiológicos e etiológicos das anomalias congênitas no Brasil. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biomedicina) – Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Brasília, 2023.

OLIVEIRA, A. E. A. de; SANTOS, F. D. de M.; FARIA, G. M. de; NOBRE, I. M.; AZEVÊDO JÚNIOR, R. R. de; MENDES, K. K. P. Aspectos relacionados à prevalência das anomalias congênitas: uma revisão integrativa. *Revista da Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba*, v. 1, n. 1, p. 86-92, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29327/2274276.1.1-11>.

SILVA, C. L.; SILVA, E. A.; SANTOS, S. R.; MACHADO, M. das M. B. C. Diagnóstico e estratégias de intervenção pré-natal em cardiopatias congênitas. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 10, n. 11, p. 1128-1135, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i11.16541>. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16541>. Acesso em: 17 mar. 2025.

YAHYA, R. H. *et al.* Antenatal screening for fetal structural anomalies – routine or targeted practice?. Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology, v. 96, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2024.102521>.

Página deixada em branco de forma intencional



3

CIRURGIA FETAL: PRINCÍPIOS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Amanda Da Costa Silveira Sabbá; Allan Kardec Lima Brandão; Bárbara De Kós Araújo; Danille Monteiro Aguiar; Jenniffer Pamella Balan; Rubens de Paulo Rodrigues; Erivelton Silva Pinto Júnior



FUNDAMENTOS DA CIRURGIA FETAL

A cirurgia fetal representa um dos avanços mais significativos da medicina moderna, possibilitando a intervenção precoce em malformações congênitas e outras condições que podem comprometer a vida e o desenvolvimento do feto. Com o avanço das técnicas de imagem e das metodologias cirúrgicas, esse campo tem se expandido de maneira expressiva, aumentando as chances de sobrevivência e de qualidade de vida dos fetos submetidos a esses procedimentos (de Almeida, 2024).

Na década de 1960, quando se iniciou a medicina fetal, o diagnóstico era restritivo na subespecialidade obstetrícia. Com isso, o campo se desenvolveu a um ritmo constante, acompanhando o progresso tecnológico, de modo que os avanços na imagem e nas novas técnicas cirúrgicas permitiram a criação e adaptação de procedimentos para intervenções precoces e eficazes. Dessa forma, abriram-se novas opções de tratamento e melhorias no prognóstico para inúmeros fetos e suas mães (França, 2024).

Nesse contexto, a intervenção intrauterina é um procedimento que busca não apenas corrigir as anomalias, mas também considera dimensões éticas fundamentais que permeiam cada decisão clínica, envolvendo tanto a gestante quanto o feto (Reckziegel & Da Silva, 2018).

Ao longo deste capítulo, serão explorados os fundamentos da cirurgia fetal, sua evolução histórica, os principais procedimentos realizados atualmente e os desafios enfrentados nesse campo. Também serão discutidos os critérios de seleção de pacientes e as considerações éticas que envolvem essas intervenções. Compreender esses aspectos possibilita uma visão abrangente sobre o impacto da cirurgia intrauterina na medicina contemporânea e no prognóstico de diversas condições congênitas.

Histórico e evolução das técnicas cirúrgicas fetais.

Atualmente, diversas malformações e doenças fetais podem ser detectadas e tratadas precocemente. Isso só se tornou possível graças à medicina fetal, que surgiu por volta de 1960, inicialmente com foco no diagnóstico de patologias fetais, sendo considerada uma pequena parte do

pré-natal. No entanto, essa área foi ganhando espaço a partir do desenvolvimento de diversas tecnologias que tornaram mais acessível a observação dos fetos dentro do útero (Ficagna, 2023; Rocha, 2018).

As intervenções fetais invasivas em humanos tiveram início em 1963, na Nova Zelândia, com a realização da primeira transfusão intraperitoneal de sangue, utilizando células sanguíneas de um adulto para tentar tratar a doença hemolítica perinatal. O desenvolvimento dessas técnicas invasivas continuou principalmente nos Estados Unidos, uma vez que os métodos não invasivos só foram desenvolvidos no final da década de 1980 e início da década de 1990. No Brasil, a medicina fetal começou a ser introduzida na década de 1980, por profissionais especialistas em ginecologia e obstetrícia, que receberam treinamento em países europeus (Ficagna, 2023; Sá, 2017).

Considera-se que a história da cirurgia fetal começou a se consolidar a partir de 1980, com a criação da Sociedade Internacional de Medicina e Cirurgia Fetal (SIMCF) e o desenvolvimento de diversas técnicas inovadoras. Entre elas, destaca-se a fotocoagulação a laser das anastomoses placentárias para o tratamento da síndrome de transfusão feto-fetal. Inicialmente, o acesso à cavidade uterina era realizado por meio de laparotomia e histerotomia. Esses e vários outros estudos movimentaram diversos continentes, sobretudo a Europa, que, nesse mesmo período, realizava pesquisas para alternativas menos invasivas, considerando que as técnicas invasivas representavam um grande risco à saúde materna. Uma das inovações desse período foi a mudança da técnica de tratamento da transfusão feto-fetal para a forma percutânea, sem necessidade de laparotomia, melhorando os índices de morbidade do procedimento (Tuna, 2012; Sá, 2017).

Michael Harrison, médico cirurgião pediátrico, é considerado o “pai da medicina fetal”. Ele foi responsável pela criação do Centro de Tratamento Fetal na Universidade de São Francisco, em 1980, onde se iniciaram os tratamentos cirúrgicos abertos para algumas patologias fetais. Harrison e sua equipe organizaram diversos novos centros de tratamento fetal em hospitais nos Estados Unidos e foram responsáveis por delimitar muitas indicações e critérios para a realização de cirurgias fetais em 1982 (Evans, 2021; University of California, 2024).

Critérios de seleção de pacientes e considerações éticas

O momento das intervenções e o tipo de técnica a ser utilizada devem ser debatidos com os responsáveis e avaliados de acordo com a prática clínica e os aspectos éticos, sendo essencial considerar os direitos da mãe e do conceito na avaliação risco-benefício. Primeiramente, avalia-se a gestante e, caso ela não se encontre em situação de risco, realiza-se a avaliação dos riscos para o feto. O preenchimento da declaração de consentimento livre e esclarecido é sempre necessário, porém não isenta a responsabilidade do profissional de saúde sobre os procedimentos realizados (Moaddab, 2017).

A autonomia da gestante deve ser respeitada, garantindo que suas decisões sejam tomadas com base em informações claras e detalhadas sobre prognóstico, riscos e benefícios do procedimento. O princípio da beneficência deve nortear as indicações cirúrgicas, assegurando que a intervenção traga mais benefícios do que riscos. O princípio da não maleficência reforça a necessidade de evitar danos desnecessários à mãe e ao feto, enquanto o princípio da justiça envolve o acesso equitativo aos procedimentos cirúrgicos fetais (Miyadahira, 2012; Febrasgo, 2018).

Além desses aspectos, há o projeto de Lei nº 478/2007, aprovado em 2010 pela Comissão de Seguridade Social e Família, que assegura os direitos de todos os seres concebidos ainda não nascidos, garantindo que as intervenções pré-natais sejam realizadas mesmo que o feto não apresente expectativa de vida extrauterina. Em consonância, determina-se que todas as informações devem ser previamente apresentadas de maneira satisfatória aos pais, evitando a prática de riscos desnecessários ou desproporcionais à gestante e ao feto (Reckziegel, 2018; Gomes, 2004; Brasil, 2007).

É importante destacar que cada tipo de cirurgia intrauterina apresenta sua indicação específica, mas não se pode utilizar essas intervenções para selecionar determinadas características do feto, como cor dos olhos ou sexo. Tal prática é proibida pelo Conselho Federal de Medicina (CFM) no Brasil, com exceção dos casos em que o feto possa apresentar determinadas patologias ligadas ao sexo (CFM, 2015; Febrasgo, 2018).

TÉCNICAS CIRÚRGICAS MINIMAMENTE INVASIVAS

O campo da cirurgia minimamente invasiva tem vivenciado notáveis avanços, proporcionando benefícios significativos, como a redução da morbidade, recuperação mais rápida e cicatrizes menos evidentes. No âmbito da ginecologia e obstetrícia, tais inovações mostram-se especialmente promissoras, dada sua capacidade de impactar positivamente a saúde materno-fetal, garantindo melhores desfechos tanto para as mulheres quanto para os recém-nascidos (Leal *et al.*, 2023).

Na obstetrícia, essas técnicas são altamente úteis na realização de procedimentos como a cerclagem cervical, bem como na abordagem de complicações obstétricas, como gravidez ectópica e hemorragias pós-parto. Além de sua eficácia, essas inovações tecnológicas oferecem a vantagem de minimizar o desconforto materno e reduzir os riscos tanto para a mãe quanto para o feto, promovendo intervenções mais seguras e menos invasivas (Leal *et al.*, 2023).

No entanto, é imprescindível considerar que, apesar dos inúmeros benefícios, a utilização dessas tecnologias requer análise criteriosa de suas possíveis complicações e limitações. Assim, torna-se essencial que os profissionais de saúde estejam plenamente capacitados e bem informados, assegurando a aplicação segura e eficaz dessas abordagens (Leal *et al.*, 2023).

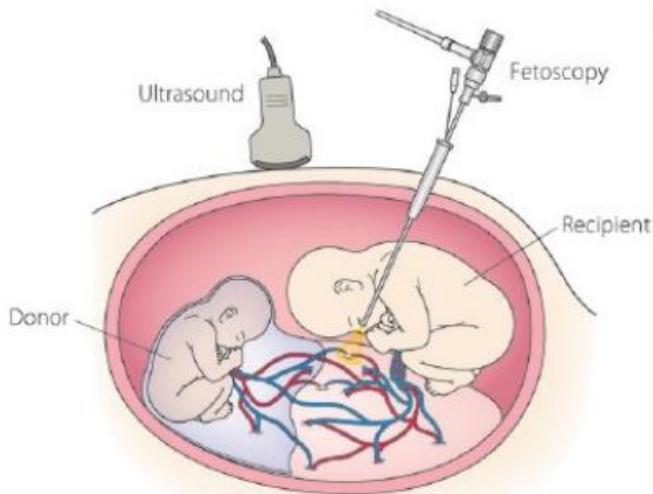
Fetoscopia: correção de anomalias

A cirurgia fetoscópica, também conhecida como cirurgia endoscópica fetal, emprega técnicas minimamente invasivas para a correção de anomalias estruturais e/ou funcionais do feto. Geralmente realizada por abordagem percutânea, essa intervenção possibilita a visualização direta do feto e das estruturas adjacentes, permitindo uma abordagem terapêutica mais precisa e menos invasiva (Pereira, 2023).

Uma das principais indicações dessa técnica cirúrgica é o tratamento da síndrome da transfusão feto-fetal, uma complicações grave das gestações gemelares monozigóticas decorrente da presença de anastomoses vasculares placentárias, que geram desequilíbrio crônico no fluxo sanguíneo entre os fetos. Nesses casos, a cirurgia fetoscópica

permite a identificação e coagulação seletiva dessas anastomoses patológicas, restabelecendo um equilíbrio hemodinâmico mais adequado e reduzindo os riscos de complicações fetais (Pereira, 2023).

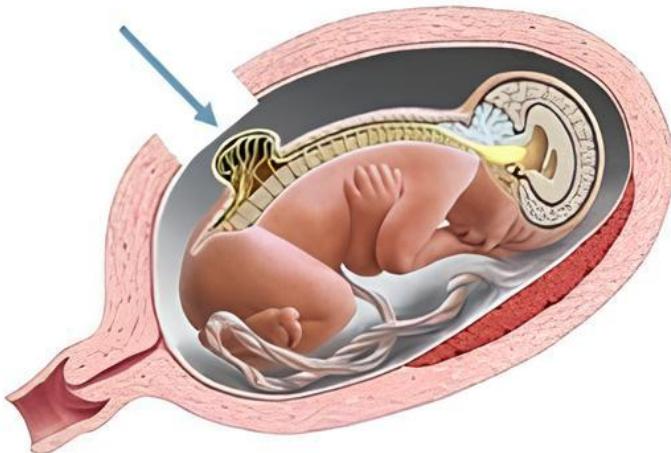
Figura 2 – Exemplo da realização de procedimento fetoscópico para o tratamento da síndrome da transfusão feto-fetal.



Fonte: Pereira, 2023.

Outra patologia que pode ser tratada por meio da fetoscopia é a mielomeningocele (MMC), uma malformação congênita da coluna vertebral decorrente do fechamento inadequado do tubo neural, o que leva à formação de um cisto saculiforme. Nesse processo, o tubo neural não se fecha corretamente entre a quarta e sexta semana de gestação, resultando na protusão da medula espinhal, das raízes nervosas e das meninges. A probabilidade de ocorrência é de 1 em cada 1.000 nascidos no Brasil (Soares, Alice, et al., 2023; Moore, 2022; Alencar, 2022).

Figura 3 – Representação de visão intrauterina de feto com mieloenocele.



Fonte: Cirurgia fetal, 2022.

Sua etiologia é multifatorial, envolvendo fatores genéticos e ambientais. Uma das principais causas da doença no Brasil é a deficiência de ácido fólico, especialmente em gestantes que não realizam o pré-natal, representando aproximadamente 30% das gestantes no país. O ácido fólico, ou vitamina B9, é uma vitamina hidrossolúvel essencial para o crescimento e desenvolvimento celular, sendo fundamental tanto na produção de hemácias quanto na síntese de DNA e na formação e manutenção do sistema nervoso (Moore, 2022).

Essa patologia pode ser classificada de acordo com diferentes graus de déficit neurológico, dependendo da extensão da lesão e da localização acometida da coluna vertebral. Apesar de poder afetar qualquer região da coluna, as regiões lombar e sacral são as mais comumente envolvidas. O quadro clínico varia, mas, em geral, caracteriza-se por paralisia esfíncteriana, anestesia e paralisia parcial ou completa da musculatura esquelética. Além disso, podem ocorrer diversas complicações pós-natais, como hidrocefalia, deficiência intelectual e deformidades esqueléticas (Soares, Alice, et al., 2023; Dewan, 2019).

Com o avanço das pesquisas e experimentações, desenvolveu-se a cirurgia fetal intrauterina para correção da mielomeningocele, sendo o primeiro caso bem-sucedido relatado em 1997. Esse procedimento tem como principal objetivo a correção do defeito congênito antes do nascimento. Entretanto, apesar de ser considerada uma técnica segura, nem todos os pacientes são elegíveis para essa abordagem. Em alguns casos, é mais indicado realizar a cirurgia após o nascimento, idealmente nas primeiras 48 horas de vida, com o objetivo de minimizar o acometimento do sistema nervoso central (Nogueira, 2024; Buzzi, 2018).

A cirurgia intrauterina geralmente é realizada entre 19 e 26 semanas de gestação, período em que o feto encontra-se em desenvolvimento. O procedimento pode ser realizado por método endoscópico ou por cirurgia invasiva. No método endoscópico, a equipe utiliza aparelhos de videolaparoscopia para realizar o fechamento do defeito com uma membrana artificial. Na cirurgia invasiva, realiza-se uma incisão na parede abdominal da gestante, expondo o útero, e, com o auxílio de ultrassonografia, a equipe localiza a área do defeito, retira parte do líquido amniótico e corrige a malformação. Por fim, a cavidade uterina é preenchida com soro, e as membranas e a parede abdominal são fechadas (Silveira, 2018; Rintoul *et al.*, 2020).

Tratamento de hérnia diafragmática congênita.

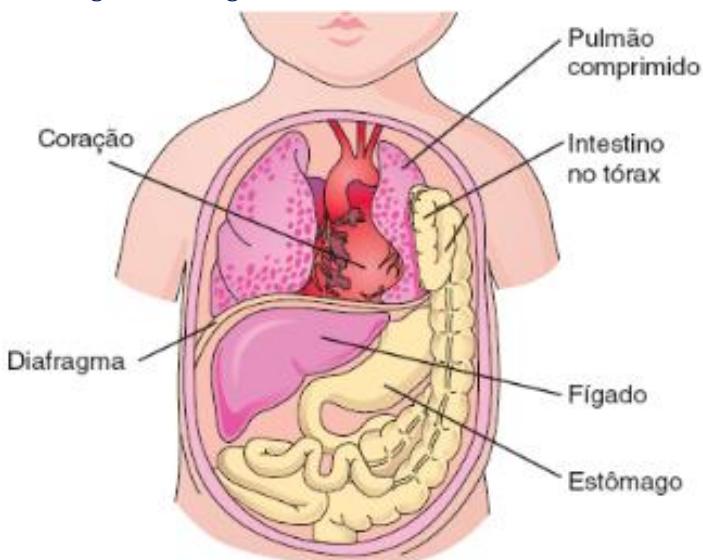
O diafragma é um dos músculos estriados mais importantes do corpo humano, com duas funções principais: separar a cavidade abdominal da torácica e auxiliar na respiração. Por isso, anomalias em sua estrutura podem ocasionar alterações respiratórias significativas e apresentam altas taxas de mortalidade, mesmo atualmente (Tannuri, 2020; Moore, 2022).

A hérnia diafragmática congênita é uma doença grave em que o diafragma não se forma corretamente entre a quinta e a oitava semana de gestação, permitindo a migração de órgãos intra-abdominais para a cavidade torácica e resultando na compressão do pulmão e de outros órgãos torácicos do lado acometido. Esse deslocamento pode desencadear hipoplasia pulmonar, caracterizada pelo desenvolvimento incompleto dos

pulmões e diminuição do tamanho dos alvéolos, além de levar à hipertensão pulmonar (Reuter, 2019).

A condição acomete aproximadamente 1 a cada 4.000 nascidos vivos. A classificação atual baseia-se na localização do defeito, dividindo-se nos tipos Bochdalek e Morgagni. As hérnias de Morgagni são menos comuns e ocorrem no segmento anterior do diafragma, enquanto as hérnias de Bochdalek são as mais frequentes e se apresentam como defeitos póstero-laterais (da Costa, 2022; Arias, 2022).

Figura 4 – Janela coronal mostrando tórax e abdome de paciente com hérnia diafragmática congênita.



Fonte: Moore, 2022.

O tratamento intrauterino é indicado apenas para fetos que não apresentem outras malformações graves e cujo diagnóstico tenha sido realizado precocemente na gestação. O procedimento é realizado entre a 26^a e a 28^a semana de gestação por meio da inserção de um balão traqueal via método endoscópico, o qual deve ser removido na 34^a semana (da Costa, 2022).

O tratamento cirúrgico pós-natal é recomendado apenas após a estabilização do recém-nascido, o que pode levar alguns dias. Entre os parâmetros clínicos a serem avaliados estão pressão arterial pulmonar inferior a 35 mmHg, pressão arterial média (PAM) adequada para a idade gestacional e ventilação convencional sem uso de óxido nítrico. A cirurgia pode ser realizada por laparotomia subcostal ou videotoracoscopia. A laparotomia subcostal oferece melhor acesso ao abdome, permitindo a correção do defeito independentemente de seu tamanho, enquanto a videotoracoscopia é mais indicada para defeitos menores.

Durante o procedimento, o cirurgião avalia as membranas pulmonares e o esôfago, corrige eventuais vícios de rotação intestinal associados à patologia e realiza a síntese das bordas diafragmáticas. Em casos de hérnias extensas, pode ser necessário o uso de próteses para assegurar o fechamento completo do defeito (Tannuri, 2020; Arias, 2022).

Intervenções em casos de obstrução das vias aéreas fetais.

A obstrução das vias aéreas fetais é uma condição rara, porém grave, que pode comprometer a respiração do recém-nascido ao dificultar a passagem adequada de ar logo após o nascimento. Entre suas principais causas estão a síndrome da obstrução das vias aéreas fetais congênita (CHAOS), tumores cervicais e malformações laríngeas ou traqueais. Essas condições podem provocar insuficiência respiratória grave, representando risco de vida imediato e exigindo intervenções intraútero ou abordagem especializada no momento do parto (Cunningham *et al.*, 2022; Lopes *et al.*, 2019).

A principal técnica cirúrgica utilizada nesses casos é o procedimento EXIT (*Ex Utero Intrapartum Treatment*). Essa abordagem permite a manutenção da circulação feto-placentária enquanto a equipe médica realiza intervenções para garantir a perviedade das vias aéreas antes do completo desprendimento do feto do útero materno. Durante o EXIT, a via aérea pode ser desobstruída por traqueostomia, ressecção tumoral ou colocação de tubo traqueal, dependendo da etiologia da obstrução (Brown *et al.*, 2020; Adzick, 2018).

A indicação para cirurgia fetal em casos de obstrução das vias aéreas depende da gravidade da malformação e da possibilidade de

melhora do prognóstico com a intervenção. Em situações de comprometimento severo da via aérea superior, pode ser considerada uma abordagem intrauterina para criar uma via alternativa de drenagem do líquido pulmonar e prevenir o desenvolvimento de hipoplasia pulmonar (Morgan *et al.*, 2021).

Assim como em outras cirurgias fetais, a decisão sobre a realização do EXIT ou de uma abordagem intrauterina requer análise rigorosa do risco-benefício, assegurando que a intervenção proporcione mais vantagens do que riscos para mãe e feto. O acompanhamento pré-natal com exames de imagem detalhados, como ultrassonografia e ressonância magnética fetal, é fundamental para o planejamento cirúrgico e a definição da melhor estratégia terapêutica (Peña *et al.*, 2019).

Cirurgias modernas e seus desafios

O uso de técnicas cirúrgicas assistidas por robôs tem se expandido exponencialmente em diversas especialidades médicas, incluindo a obstetrícia. Destaca-se, nesse contexto, a aplicação da robótica na realização de procedimentos como histerectomias, miomectomias e cerclagens. Dentre as principais vantagens da cirurgia robótica, ressaltam-se a ampliação da acurácia visual, a redução do tempo de internação hospitalar, a minimização da perda sanguínea e a diminuição das taxas de complicações (Girardi *et al.*, 2024).

No entanto, é fundamental reconhecer que a cirurgia robótica ainda enfrenta desafios, como o elevado custo dos equipamentos e a exigência de capacitação especializada. A complexidade do treinamento necessário representa um obstáculo considerável para a ampla implementação dessa tecnologia em diferentes instituições hospitalares. Além disso, sua disponibilidade e acessibilidade podem ser restrinvidas em sistemas de saúde com recursos financeiros limitados, dificultando sua adoção em larga escala (Girardi *et al.*, 2024).

A adoção de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas na obstetrícia apresenta desafios significativos. Primeiramente, a curva de aprendizado para essas abordagens é mais longa e exige que cirurgiões e equipes médicas adquiram novas habilidades e se familiarizem com equipamentos avançados. Ademais, a implementação dessas técnicas

requer a reformulação de protocolos anestésicos, pré e pós-operatórios, para garantir a segurança e eficácia dos procedimentos. A seleção criteriosa de pacientes também se destaca como um fator crucial, pois nem todas as gestantes são candidatas ideais, e a escolha inadequada pode aumentar o risco de complicações (Mungo *et al.*; 2023).

Outro desafio relevante está na necessidade de uma equipe multidisciplinar altamente coordenada, envolvendo cirurgiões, anestesiologistas, enfermeiros e outros profissionais de saúde. Além disso, os altos custos associados à aquisição e manutenção de equipamentos especializados podem dificultar a adoção dessas técnicas em muitas instituições de saúde. Por fim, a resistência à mudança por parte de profissionais acostumados com abordagens tradicionais também pode ser um obstáculo à implementação dessas inovações. Deste modo, para superar esses desafios, faz-se necessário investir em treinamento contínuo, desenvolvimento de diretrizes específicas e fortalecimento da colaboração entre as equipes médicas (Mungo *et al.*; 2023).

RESULTADOS E PROGNÓSTICOS

Taxas de sucesso e complicações associadas.

A taxa de sucesso de uma cirurgia é um dos principais indicadores da eficácia desses procedimentos, especialmente no contexto das cirurgias fetais. Quando comparadas a métodos tradicionais, as técnicas modernas e menos invasivas evidenciam diferenças significativas no impacto sobre os resultados. Entretanto, esses desfechos dependem de fatores como o tipo de cirurgia escolhida, a gravidade da condição e o nível de experiência da equipe cirúrgica. Com os avanços na tecnologia e nas técnicas minimamente invasivas, os resultados atuais indicam que as operações se tornaram mais seguras. Um exemplo do sucesso da intervenção fetal é observado na redução da taxa anual de mortalidade de conceptos com um ano de vida, atualmente próxima de zero, acompanhada da diminuição expressiva das sequelas potenciais e das complicações maternas (Universidade da Califórnia, 2024).

No que diz respeito à correção do mielomeningocele, é possível preveni-la por meio da cirurgia intrauterina. Além disso, há melhorias na

capacidade motora da criança, e bebês operados antes do nascimento frequentemente apresentam desenvolvimento mais avançado, uma vez que o cérebro não foi comprometido por deficiências nutricionais ou doenças intercorrentes em fases críticas, como a puberdade. Por outro lado, o risco de nascimento prematuro ainda é elevado, com aproximadamente 80% de probabilidade de o parto ocorrer antes de 37 semanas de gestação. (da Costa-Santos, 2022; Nogueira, 2024; Bizzi, 2018).

Também é relevante mencionar a incidência de complicações na correção da hérnia diafragmática congênita. Nesse contexto, técnicas como a oclusão traqueal fetal podem aumentar as chances de sobrevivência no útero, embora a maioria dos recém-nascidos ainda necessite de suporte respiratório após o parto (da Costa-Santos, 2022; Nogueira, 2024; Bizzi, 2018).

Apesar dos avanços, as cirurgias fetais ainda apresentam riscos, e nem todas as gestantes são candidatas adequadas. Entre as complicações mais comuns, destaca-se a ruptura prematura das membranas, que ocorre em cerca de 30% dos casos e pode se iniciar durante a cirurgia, aumentando os riscos fetais. Além disso, podem ocorrer infecções — especialmente nosocomiais —, hemorragias ou até mesmo falha no reparo, comprometendo os benefícios esperados (Silveira, 2018; Rintoul *et al.*, 2020).

Há também riscos maternos, como hemorragias, infecções e lesões em órgãos adjacentes. Para o feto, o maior perigo é o parto prematuro, que pode afetar o desenvolvimento físico e mental, assim como as chances de sobrevivência. Ademais, a cirurgia tradicional também apresenta riscos, incluindo infecções, tromboses e falhas no reparo da condição (Tannuri, 2020; De Almeida, 2024). Portanto, qualquer intervenção cirúrgica requer supervisão rigorosa no pré e no pós-operatório, garantindo a segurança tanto da mãe quanto do feto.

Seguimento a longo prazo de pacientes submetidos a cirurgia fetal

A cirurgia fetal é uma fronteira emergente na medicina moderna, proporcionando a correção de malformações congênitas ou a diminuição de seus impactos antes do nascimento. Nesse prisma, o procedimento é

realizado, mas não é suficiente por si só, sendo essencial o acompanhamento gestacional ou neonatal e o cuidado contínuo ao longo da vida da criança. O monitoramento contínuo desses pacientes é crucial para avaliar sua progressão, prevenir complicações tardias e otimizar sua qualidade de vida (de Almeida, 2024; Peixoto-Filho, 2022).

Esse acompanhamento é um esforço multidisciplinar, incluindo especialistas em medicina fetal, neonatologistas, pediatras, neurologistas, ortopedistas, fisioterapeutas e psicólogos. Nesse contexto, o acompanhamento neonatal em casos de intervenção cirúrgica intrauterina (mielomeningocele, hérnia diafragmática congênita, obstruções das vias aéreas etc.) exige a avaliação contínua da criança em relação ao crescimento, desenvolvimento motor e cognitivo, função pulmonar e adaptação social. Portanto, o tratamento deve ser específico aos detalhes de cada caso e às dificuldades associadas a cada patologia (Tunnuri, 2020; Peña *et al.*, 2019).

Estudos de longo prazo demonstram que, embora a cirurgia fetal tenha vantagens significativas, muitos pacientes, eventualmente, precisam de suporte terapêutico. Por exemplo, crianças submetidas a cirurgia para correção de mielomeningocele podem desenvolver diversos graus de disfunções neurológicas e necessitar de reabilitação motora e acompanhamento urológico contínuo. Em contraste, indivíduos que receberam intervenção intrauterina para hérnia diafragmática congênita podem apresentar desafios pulmonares persistentes e necessitar de assistência ventilatória adicional durante a infância (Reuter, 2019; Nogueira, 2024).

Outro aspecto importante para o acompanhamento a longo prazo é o impacto psicológico e emocional sobre o paciente e sua família. A adaptação pode ser desafiadora quando há pouca ou nenhuma assistência regular em cuidados médicos, reabilitação e suporte para funções comprometidas. Assim, o suporte psicológico é essencial para auxiliar na aceitação da condição e no enfrentamento do estresse (Morgan *et al.*, 2021; Brown *et al.*, 2020).

Se a intervenção fetal deve ser aplicada, é fundamental fomentar inovações nas abordagens cirúrgicas que ofereçam melhores prognósticos, com menos complicações e taxas de sobrevivência mais elevadas para mãe e filho. No entanto, o acompanhamento a longo prazo

é indispensável para garantir que os benefícios da intervenção se mantenham ao longo da vida (Evans, 2021).

AVANÇOS EM IMAGEM E DIAGNÓSTICO

A tecnologia vem sendo utilizada com o intuito de facilitar as atividades humanas e, na área da saúde, tem assumido um papel fundamental ao fornecer suporte aos profissionais na oferta de cuidados. Nesse sentido, ela abrange tanto os processos que promovem o vínculo entre usuário e profissional quanto os dispositivos, equipamentos e sistemas integrados que, quando somados, embasam o exercício profissional a partir do conhecimento científico (Barros *et al.*, 2021).

A inovação na área da saúde está em constante crescimento, trazendo novas possibilidades e impulsionando reflexões sobre aspectos essenciais no debate tecnológico. As tecnologias atuais e futuras têm aplicação prática em diversos ambientes de assistência, como clínicas, consultórios e hospitais. Nesse contexto, englobam recursos voltados para a promoção da saúde, prevenção e tratamento de doenças, além da reabilitação de pacientes. Quando utilizadas corretamente, essas tecnologias contribuem para o cuidado e auxiliam na tomada de decisão ao fornecer informações relevantes (Gomes *et al.*, 2017).

No campo da obstetrícia, a tecnologia desempenha um papel cada vez mais significativo, transformando a forma como os cuidados pré-natais, o parto e o acompanhamento pós-natal são prestados às pacientes (Santos, 2002).

Como exemplo, dispositivos médicos avançados possibilitam o monitoramento contínuo da saúde materno-fetal, acompanhando parâmetros como frequência cardíaca do feto, pressão arterial materna e atividade uterina, permitindo a detecção precoce de problemas. Além disso, exames de imagem, como a ultrassonografia avançada, oferecem visualizações detalhadas do feto, auxiliando na avaliação do desenvolvimento, na identificação de anomalias e de complicações — como restrição de crescimento intrauterino e malformações — e possibilitando, dessa maneira, intervenções mais precisas e oportunas, o que evidencia os avanços e a importância da tecnologia na área (Amorim, 2010; Rodrigues *et al.*, 2022).

Uso de tecnologias de imagem avançadas e modelos 3d em planejamento cirúrgico

O uso de ferramentas tecnológicas que possibilitem a otimização de procedimentos e a qualidade de vida dos pacientes é imprescindível no contexto da obstetrícia, uma vez que o uso da ultrassonografia, por exemplo, possibilita uma assistência voltada à segurança da paciente, proporcionando à equipe um aprimoramento no atendimento e uma melhoria na qualidade de vida e segurança da mãe e do filho, sendo, portanto uma prática essencial para a qualificação do exercício profissional de áreas como a enfermagem (Rageli *et al.*, 2018).

Ainda em relação à ultrassonografia, ela destaca-se por ser uma ferramenta de imagem que também serve para detectar a presença de anormalidades anatômicas no feto, sendo fortemente indicada nos casos em que há fatores de risco gestacional (abuso de substâncias, pré-eclâmpsia, idade materna avançada, por exemplo) a fim de detectar a restrição do crescimento fetal (RCF) (Chew, 2023).

Para além disso, outras tecnologias atreladas a imagens geradas em modelos 3D surgem possibilitando um melhor planejamento, tomada de decisão, treinamento e prática no que se refere ao ensino e capacitação de profissionais, em relação às cirurgias obstétricas (Vaz *et al.* 2024).

Isso porque, os biomodelos gerados por impressoras 3D proporcionam uma visão detalhada do procedimento, sendo valiosos, ainda, para o treinamento cirúrgico e pesquisas médicas, ao tornarem tangível à realidade o contato físico do profissional com o objeto de estudo. A impressão 3D permite, nesse sentido, a criação de modelos em escala real, colaborando com o planejamento cirúrgico e garantindo uma maior precisão e rapidez do cirurgião na execução dos procedimentos relacionados às operações (Cardoso *et al.*, 2021; Matozinhos *et al.*, 2017).

EDIÇÃO GENÉTICA E CRISPR-CAS9

Diversas patologias têm origem em mutações que afetam a expressão genética. Para mitigar esse cenário, surgiu a tecnologia de **edição genética**, que permite a modificação precisa da sequência

genômica, possibilitando a inserção, deleção ou substituição de bases nitrogenadas no próprio DNA (Li *et al.*, 2023).

Ao longo da história, a edição genética evoluiu por três principais gerações, cada uma marcada pelo desenvolvimento de ferramentas distintas. Atualmente, na terceira geração, destaca-se o uso do sistema **CRISPR-Cas9** (*CRISPR-associated protein 9*). A tecnologia CRISPR utiliza proteínas Cas para direcionar a edição genética a um local específico do genoma, guiadas por um segmento de RNA projetado para reconhecer a sequência-alvo. Essa abordagem aprimora a precisão e a eficiência do processo, ampliando significativamente a aplicabilidade da edição genética em diversas áreas (Li *et al.*, 2023).

Os avanços expressivos na pesquisa clínica e laboratorial ao longo das últimas décadas impulsionaram significativamente o diagnóstico genético durante a gestação. Esse progresso tornou-se uma ferramenta essencial no rastreamento de anomalias fetais, permitindo uma abordagem mais precisa e precoce para a identificação de alterações genéticas (Wapner; Norton, 2021).

Além disso, cientistas de diversas nações têm se dedicado intensamente ao estudo da modificação genética em embriões humanos, visando à prevenção de doenças hereditárias. No entanto, essa abordagem suscita profundas reflexões éticas, religiosas e bioéticas, exigindo um debate criterioso sobre os limites e as implicações da edição genética em seres humanos (Ribeiro, 2020).

Crispr-cas9: avanços, aplicações e controvérsias éticas

A sigla CRISPR refere-se a Repetições Palindrômicas Curtas Agrupadas e Regularmente Interespacadas, designação que, apesar de complexa, descreve um mecanismo de compreensão relativamente simples. Nessa técnica, a enzima Cas9 — uma nuclease — realiza o corte das duas fitas da dupla hélice do DNA, criando uma abertura que possibilita a inserção de um novo segmento genético. Por essa razão, a tecnologia é frequentemente descrita como uma “tesoura molecular”, destacando sua precisão e eficiência na edição do genoma (Sganzerla; Pessini, 2020).

A principal finalidade dessa técnica é viabilizar a cura de doenças genéticas na linha germinativa do paciente. Isso implica que a correção genética não beneficiaria diretamente o indivíduo portador da mutação, mas sim seus descendentes e futuras gerações da família. Estudos conduzidos em modelos animais, como ratos e macacos, têm demonstrado a eficácia dessa abordagem, reforçando seu potencial para aplicações terapêuticas no futuro (Sganzerla; Pessini, 2020).

Um exemplo notável ocorreu na Universidade Sun Sat-Sem, em Guangzhou, China, onde pesquisadores realizaram a edição genética de embriões inviáveis com o objetivo de corrigir uma mutação no gene responsável pela beta-talassemia — forma de anemia hemolítica hereditária potencialmente fatal (Sganzerla; Pessini, 2020).

Entretanto, é importante destacar que essa técnica permanece proibida nos países que possuem regulamentação específica sobre embriologia humana. Essa restrição decorre, sobretudo, de preocupações bioéticas e do intenso debate acerca dos limites éticos e morais da ciência, refletindo a necessidade de equilíbrio entre o avanço tecnológico e a preservação de princípios fundamentais da dignidade humana (Sganzerla; Pessini, 2020).

Correção de mutações genéticas *in utero*

Inicialmente, é fundamental salientar que o feto em desenvolvimento apresenta características biológicas que favorecem a aplicação da edição genética *in vivo*. Entre essas, destaca-se o reduzido tamanho corporal, que representa uma vantagem significativa, sobretudo pela menor quantidade de dose necessária para a administração intravascular da terapia genética ao longo da gestação (Peranteau; Flake, 2020).

Outros fatores intrínsecos ao ambiente fetal também contribuem para o sucesso dessa abordagem. A tolerância imunológica natural do feto facilita a aceitação das modificações genéticas sem desencadear respostas imunológicas adversas. Além disso, a presença de células-tronco altamente proliferativas em diversos órgãos fetais possibilita que as alterações genéticas sejam incorporadas de forma eficiente e duradoura, garantindo a correção da mutação ao longo do desenvolvimento celular.

Esse cenário contrasta com o período pós-natal, no qual a taxa reduzida de proliferação celular pode limitar a eficácia das terapias gênicas (Peranteau; Flake, 2020).

Nesse contexto, a edição genética *in utero* por meio da tecnologia CRISPR-Cas9 desponta como uma estratégia promissora para o tratamento de doenças genéticas graves que, sem intervenção precoce, resultam em elevada morbimortalidade neonatal. Entre essas patologias, destacam-se a Doença de Gaucher neuronopática — caracterizada por degeneração neurológica progressiva devido à deficiência da enzima glucocerebrosidase — e a Deficiência de Surfactante B, condição letal provocada pela incapacidade de produção do surfactante pulmonar essencial para a respiração. Em ambos os casos, não existem terapias pós-natais eficazes, o que torna a intervenção antes do nascimento uma alternativa potencialmente curativa (Peranteau; Flake, 2020).

Apesar do grande potencial terapêutico, a aplicação clínica dessa tecnologia ainda enfrenta desafios técnicos e dilemas bioéticos. Entre as principais preocupações estão os possíveis efeitos sobre as células germinativas fetais — que poderiam resultar em modificações hereditárias — e os impactos no organismo materno, considerando que a intervenção envolve dois pacientes simultaneamente (Peranteau; Flake, 2020).

REFERÊNCIAS

ADZICK, N. S. Fetal surgery for life-threatening anomalies. *The New England Journal of Medicine*, 2018.

ALENCAR, G. S. Cirurgia fetal para correção de mielomeningocele. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 15, n. 8, 2022.

AMORIM, T. O resgate da formação e inserção da enfermeira obstétrica na assistência ao parto no Brasil. 2010. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ARIAS, Valesca Naciff *et al.* Correção cirúrgica como tratamento definitivo em casos de hérnia diafragmática: uma revisão de literatura.

Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 12, p. 79318-79329, dez. 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n12-164.

BARROS, E. N. L. *et al.* O uso das tecnologias auxiliadoras à saúde: desafios e benefícios. Diversitas Journal, v. 6, n. 1, p. 698-712, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1472>. Acesso em: 9 mar. 2025.

BIZZI, J. W. J.; MACHADO, A. Mielomeningocele: conceitos básicos e avanços recentes. Jornal Brasileiro de Neurocirurgia, v. 23, n. 2, p. 138-151, 2018. DOI: <https://doi.org/10.22290/jbnc.v23i2.1161>. Disponível em: <https://jbnc.emnuvens.com.br/jbnc/article/view/1161>.

BRASIL. Projeto de Lei n. 478, de 2007. Dispõe sobre o Estatuto do Nascituro e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=345103>.

BRITO, Clara Costa *et al.* Desafios e soluções na cirurgia obstétrica: reduzindo complicações e melhorando resultados maternos e fetais. Research, Society and Development, 2024.

BROWN, D. N. *et al.* The EXIT procedure: indications, techniques, and outcomes. Journal of Pediatric Surgery, 2020.

CARDOSO, Gabriela Camargo *et al.* Impressão 3D: um futuro promissor para a medicina. Revista Thêma et Scientia, v. 11, n. 1E, p. 204-210, 2021. Disponível em: <https://ojsrevistas.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/1256>. Acesso em: 9 mar. 2025.

CIRURGIA FETAL. Tudo sobre mielomeningocele: entenda o que é. Disponível em: <https://cirurgiafetal.com/blog/o-que-e-mielomeningocele-diagnostico-causas-e-cirurgia/>. Acesso em: 2 mar. 2025.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (Brasil). Resolução CFM n. 2.121, de 23 de setembro de 2015. Dispõe sobre as normas éticas para a utilização das técnicas de reprodução assistida. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 24 set. 2015.

- CUNNINGHAM, F. G. *et al.* Williams obstetrics. 26. ed. New York: McGraw-Hill, 2022.
- DA-COSTA-SANTOS, Juliana; BENNINI, João Renato. Avaliação de fatores prognósticos por métodos de imagem em casos de hérnia diafragmática congênita isolada: revisão integrativa. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, 2022.
- DE ALMEIDA, Lívia Medeiros *et al.* Cirurgia fetal para tratamento de defeitos do tubo neural: abordagem obstétrica e avaliação neurológica pós-natal. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, 2024.
- DEWAN, M. C.; WELLONS, J. C. Fetal surgery for spina bifida. Journal of Neurosurgery: Pediatrics, v. 24, n. 2, p. 105-114, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3171/2019.4.PEDS18383>.
- EVANS, L. L.; HARRISON, M. R. Modern fetal surgery: a historical review of the happenings that shaped modern fetal surgery and its practices. Translational Pediatrics, v. 10, n. 5, p. 1401-1417, 2021.
- FAGERLI, T. A. *et al.* Midwives' and obstetricians' views on appropriate obstetric sonography in Norway. Sexual & Reproductive Healthcare, v. 16, p. 5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.srhc.2017.12.006>. Acesso em: 9 mar. 2025.
- FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA (FEBRASGO). Fetoscopia. São Paulo: FEBRASGO, 2018. (Linha original também menciona "Fetal Diagnosis and Therapy, p. 1-8, 31 ago. 2020, DOI: 10.1159/000509245", mas sem título/autores; mantive como você enviou, sem completar dados.)
- FICAGNA, Camila *et al.* Os avanços em cirurgia fetal para intervenção pré-natal de anomalias congênitas. Revista Brasileira de Revisão de Saúde, v. 6, n. 4, p. 16633-16653, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n4-204>.
- FRANÇA, Isabelle Melo da Camara. Medicina fetal: o avanço que levou à cirurgia intrauterina. Revista FT, Rio de Janeiro, v. 28, n. 139, 2024. DOI: <https://doi.org/10.69849/revistaft/ar10202410082029>.

GIRARDI, A. M. S. *et al.* Procedimentos cirúrgicos robóticos em obstetrícia: histerectomia, miomectomia e cerclagem. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 7, 2024.

GOMES, Júlio Cézar Meirelles. Aspectos éticos do diagnóstico pré-natal. *Bioética*, Brasília, v. 11, n. 2, p. 117-128, 2004.

STATESBORO WOMEN'S HEALTH SPECIALISTS. Laparoscopic surgery for endometriosis. 2025. Disponível em: <https://statesboro.com/blog-1/laparoscopic-surgery-for-endometriosis>. Acesso em: 23 fev. 2025.

LEAL, L. H. R. *et al.* Avanços nas técnicas cirúrgicas minimamente invasivas para o tratamento de patologias ginecológicas e obstétricas. *Brazilian Journal of Development*, v. 9, n. 10, 2023.

LI, T. *et al.* CRISPR/Cas9 therapeutics: progress and prospects. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, v. 8, n. 36, 2023.

LOPES, M. A. *et al.* Obstrução congênita das vias aéreas superiores e intervenções fetais. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 2019.

M. J. *et al.* The Management of Myelomeningocele Study: short-term neonatal outcomes. [S.l.: s.n., s.d.]

MATOZINHOS, Isabela Penido *et al.* Impressão 3D: inovações no campo da medicina. *Revista Interdisciplinar Ciências Médicas*, v. 1, n. 1, p. 143-162, 2017. Disponível em:

<https://revista.fcmmg.br/index.php/RICM/article/view/63>. Acesso em: 9 mar. 2025.

MIYADAHIRA, Seizo; FRANCISCO, Rossana Pulcineli Vieira; ZUGAIB, Marcelo. Aspectos éticos da terapêutica fetal. In: MELO, Nilson Roberto; FONSECA, Eduardo Borges (org.). Coleção FEBRASGO: Medicina Fetal. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MOADDAB, A.; NASSR, A. A.; BELFORT, M. A.; SHAMSHIRSAZ, A. A. Ethical issues in fetal therapy. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2017.02.005>.

MOORE, Keith L.; PERSAUD, T. V. N.; TORCHIA, Mark G. Embriologia básica. 10. ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2022. E-book. p.

89. ISBN 9788595159020. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595159020/>. Acesso em: 1 mar. 2025.

MORGAN, T. A. *et al.* Prenatal management of congenital airway obstruction. *Fetal Diagnosis and Therapy*, 2021.

MOTA, G. P. S. *et al.* Cirurgia minimamente invasiva na gravidez: explorando o papel da laparoscopia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 10, n. 6, 2024.

MUNGO, I. K. *et al.* Abordagens avançadas em cirurgia obstétrica: técnicas, desafios e resultados. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 8, 2023.

NOGUEIRA, M. P.; COSTA, L. L. Cirurgia fetal intrauterina para correção de meningomielocele. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, v. 1, p. 395-406, 2024. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n1-029>.

PEIXOTO-FILHO, Fernando Maia *et al.* Resultados clínicos históricos de crianças com mielomeningocele com critérios para cirurgia fetal: um estudo de coorte retrospectivo de pacientes brasileiros. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 44, p. 238-244, 2022.

PEÑA, A. *et al.* Prenatal imaging and surgical planning in congenital airway obstruction. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 2019.

PERANTEAU, W. H.; FLAKE, A. W. The future of in utero gene therapy. *Molecular Diagnosis & Therapy*, v. 24, n. 2, 2020.

PEREIRA, I. B. M. Fetal interventions: a closer look at fetoscopic laser surgery: a literature review. Universidade da Beira Interior, 2023.

RECKZIEGEL, Janaína; DA SILVA, Simone Tatiana. Limites das intervenções fetais: uma análise ética e jurisprudencial. *Revista Brasileira de Direito, Passo Fundo*, v. 14, n. 3, p. 98-118, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18256/2238-0604.2018.v14i3.2485>. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/revistadedireito/article/view/2485/2031>. Acesso em: 2 mar. 2025.

REUTER, Cristina; SOUZA, José de; MAURICI, Rosemeri. Hérnia diafragmática congênita: fatores associados ao óbito. Arquivos Catarinenses de Medicina, v. 48, n. 1, p. 82-93, jan./mar. 2019.

RIBEIRO, S. P. Modificação genética do embrião humano para prevenção de doenças. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2020.

ROCHA, Luana S. N. da; AMORIM FILHO, Antonio G. de; BUNDUKI, Victor; CARVALHO, Mario Henrique B. de; LOPES, Marco Antonio B.; ZUGAIB, Marcelo; FRANCISCO, Rossana P. V.; BERNARDES, Lisandra S. Cirurgia fetal no contexto atual. Revista de Medicina (São Paulo), v. 97, n. 2, p. 216-225, mar./abr. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v97i2p216-225>.

RODRIGUES, D. P. et al. Percepção de mulheres na assistência ao parto e nascimento: obstáculos para a humanização. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 75, e20210215, 2022.

SÁ, Renato Augusto Moreira de; LAPA, Denise Araujo; BERNARDES, Lisandra Stein; REZENDE FILHO, Jorge de. Fetoscopia. Jornal Brasileiro de Ginecologia, v. 110, n. 127(1), p. 20-25, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5533/JBG-0368-1416-2017110127104>.

SANTOS, M. L. D. Humanização da assistência ao parto e nascimento: um modelo teórico. [S.l.: s.n.], 2002.

SGANZERLA, A.; PESSINI, L. Edição de humanos por meio da técnica do CRISPR-Cas9: entusiasmo científico e inquietações éticas. Saúde em Debate, v. 44, n. 125, 2020.

SILVEIRA, A. Z. da; RUBERTO, M. S.; ROMANINI, A. L. M.; REZENDE, L. Correção cirúrgica intrauterina da mielomeningocele. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.unaerp.br/revista-cientifica-integrada/edicoes-anteriores/volume-3-edicao4/2975-rci-correcao-cirurgica-intrauterina-da-mielomeningocele-06-2018/file>.

SOARES, Alice Maria Barbosa; SOARES, Beatriz Rayanne Barbosa; CAROLINO, Rodolfo de Abreu; SARMENTO, Thaise de Abreu Brasileiro; FEITOSA, Ankilma do Nascimento Andrade. Mielomeningocele: classificação, abordagens terapêuticas e desdobramentos na vida adulta.

Revista Interdisciplinar em Saúde, Cajazeiras, v. 10, n. 1, p. 631-641, 2023. DOI: <https://doi.org/10.35621/23587490.v10.n1.p631-641>.

TANNURI, Uenis; TANNURI, Ana Cristina A. Doenças cirúrgicas da criança e do adolescente (Coleção Pediatria). 2. ed. Barueri: Manole, 2020. E-book. p. 159. ISBN 9786555760118.

TUNA, Tiago Alexandre Ferreira. Cirurgia fetal: atualidade e perspectivas futuras. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina – Cirurgia Pediátrica) – Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, 2012.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SAN FRANCISCO. Michael R. Harrison, MD – Full Story. 2024.

VAZ, M. H. V. *et al.* Aplicação da tecnologia tridimensional no ensino de obstetrícia e medicina fetal. Estudos em Ciências da Saúde, v. 1, p. 480-500, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54022/shsv5n1-033>. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/shs/article/view/3574>. Acesso em: 9 mar. 2025.

WAPNER, R. J.; NORTON, M. E. Gene therapy in obstetrics. Clinical Obstetrics and Gynecology, v. 64, n. 4, 2021.

Página deixada em branco de forma intencional



4

PROCEDIMENTOS INVASIVOS DIAGNÓSTICOS: AMNIOCENTESE E CORDOCENTESE NA MEDICINA FETAL

Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Priscila Xavier de Araújo; João Vitor Dias Pereira; Itallo Oliveira Dias Correia; Sarah Menezes Albuquerque de Oliveira; Jenniffer Pamella Balan; Camila Ferreira Alves; Rafael Alves Freires



INTRODUÇÃO AO DIAGNÓSTICO INVASIVO

A medicina fetal moderna dispõe de métodos invasivos altamente especializados que possibilitam o acesso direto ao ambiente intrauterino, tanto para fins diagnósticos quanto terapêuticos. Entre esses métodos, destacam-se a amniocentese e a cordocentese, amplamente utilizadas para a análise genética, hematológica, infecciosa e metabólica do feto. A escolha do procedimento, o momento de sua realização e os riscos associados devem ser criteriosamente avaliados por uma equipe multiprofissional capacitada (Nicolaides *et al.*, 2011).

Os procedimentos invasivos diagnósticos desempenham papel crucial na medicina fetal, permitindo a detecção precoce de anomalias genéticas, infecções intrauterinas e distúrbios hematológicos. Embora envolvam invasão do ambiente intrauterino, essas técnicas fornecem informações essenciais para o manejo clínico, auxiliando na tomada de decisões terapêuticas e no aconselhamento familiar (Nicolaides, 2018).

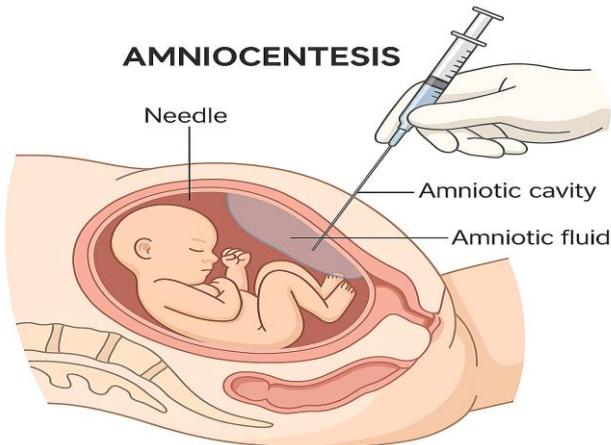
Com o avanço das tecnologias de imagem e das técnicas laboratoriais, esses procedimentos tornaram-se mais seguros e precisos; no entanto, ainda exigem rigor na indicação e execução (ACOG, 2020).

AMNIOCENTESE: DEFINIÇÃO E TÉCNICA

A amniocentese é um procedimento invasivo (Imagem gerada por inteligência artificial – ChatGPT, 2025) que consiste na coleta de líquido amniótico por meio de punção transabdominal guiada por ultrassom. Geralmente, é realizada entre a 15^a e a 18^a semanas de gestação, embora possa ser indicada até o terceiro trimestre em casos específicos (Alfirevic *et al.*, 2017).

O líquido amniótico contém células fetais descamadas, proteínas e metabólitos que possibilitam análises genéticas, bioquímicas e microbiológicas. O procedimento é realizado com a adequada esterilização da pele e utiliza agulhas de calibre 20G a 22G, com a aspiração de aproximadamente 15 a 20 mL de líquido amniótico (Souza *et al.*, 2019).

Figura 5 – Procedimento Amniocentese



Fonte: ChatGPT, 2025

Indicações e idade gestacional recomendada

As principais indicações da amniocentese incluem:

- Diagnóstico de anomalias cromossômicas (ex.: trissomia do 21 (síndrome de Down), trissomia do 18 (síndrome de Edwards) e trissomia do 13 (síndrome de Patau)) (Nicolaides, 2018).
- Investigação de doenças genéticas por meio de técnicas como PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) e sequenciamento genético (ex.: fibrose cística, atrofia muscular espinhal) (ACOG, 2020)
- Detecção de infecções congênitas, como toxoplasmose, citomegalovírus (CMV) e parvovírus B19, que podem causar sequelas graves no feto (Alfirevic *et al.*, 2017).
- Avaliação de maturidade pulmonar fetal em gestações de alto risco, analisando a relação lecitina/esfingomielina no líquido amniótico (Souza *et al.*, 2019).

O período ideal para realização da amniocentese é entre 15 e 20 semanas de gestação, quando há volume adequado de líquido amniótico e menor risco de complicações (Nicolaides, 2018). Em casos específicos, como suspeita de infecção ou avaliação de maturidade pulmonar, o procedimento pode ser realizado no terceiro trimestre (ACOG, 2020).

Riscos, complicações e benefícios

Embora a amniocentese seja considerada segura, apresenta riscos como:

- Abortamento (0,1% a 0,3% dos casos) (Alfirevic *et al.*, 2017).
- Ruptura prematura de membranas (1% dos casos).
- Sangramento ou infecção intrauterina (raro, <0,1%).
- Sensibilização Rh em gestantes Rh-negativas, exigindo profilaxia com imunoglobulina anti-D (Souza *et al.*, 2019).

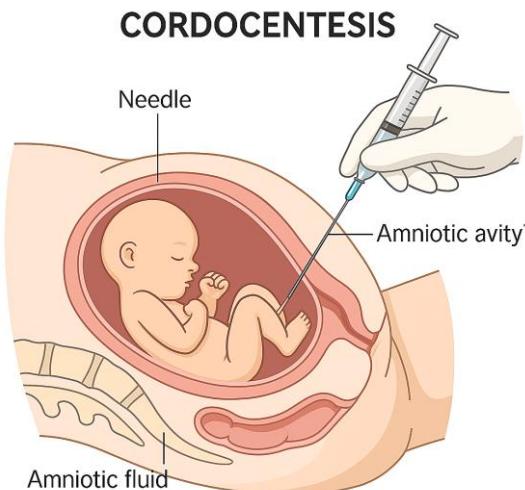
Como benéficos tem-se:

- Alta acurácia diagnóstica ($\geq 99\%$ para cariótipo).
- Possibilidade de diagnóstico precoce, permitindo intervenções intraútero ou planejamento pós-natal.
- Menor risco em comparação a técnicas mais invasivas, como a biópsia de vilo corial em alguns casos (Nicolaides, 2018).

CORDOCENTSE (FUNIPUNÇÃO): DEFINIÇÃO E TÉCNICA

A cordocentese, também conhecida como funipunção, consiste na punção percutânea do cordão umbilical sob visão ultrassonográfica para coleta de sangue fetal (Weiner *et al.*, 2020). O acesso é geralmente realizado na veia umbilical, próximo à inserção placentária, utilizando agulha 20G a 25G (Alfirevic *et al.*, 2017).

Figura 6 – Procedimento de Cordocentese



Fonte: ChatGPT, 2025

Indicações e idade gestacional recomendada

- Diagnóstico de doenças hematológicas (ex.: anemia fetal, trombocitopenia aloimune).
- Terapia intrauterina (ex.: transfusão de sangue em casos de isoimunização Rh).
- Avaliação de infecções congênitas quando a amniocentese não é conclusiva.
- Estudos genéticos rápidos (cariótipo em 48-72h) em casos de malformações fetais graves (Weiner *et al.*, 2020).

A cordocentese é realizada preferencialmente a partir da 18^a semana de gestação, quando o cordão umbilical apresenta calibre adequado para punção (Souza *et al.*, 2019). Em emergências, como hidropsia fetal, pode ser feita a partir da 16^a semana (Nicolaides, 2018).

Riscos, complicações e benefícios

- Perda fetal (1% a 2% dos casos, maior que a amniocentese) (ACOG, 2020).
- Hematoma de cordão ou vasoespasmo umbilical.
- Bradicardia fetal transitória (5-10% dos casos).
- Infecção ou sangramento materno-fetal (Weiner *et al.*, 2020).

Como benéficos tem-se:

- Diagnóstico rápido de condições hematológicas e genéticas.
- Possibilidade de tratamento imediato (ex.: transfusão intrauterina).
- Maior precisão em casos de mosaicismo confinado à placenta (Alfirevic *et al.*, 2017).

COMPARATIVO ENTRE AMNIOCENTESE E CORDOCENTESE

Enquanto a amniocentese é indicada predominantemente para análises genéticas e bioquímicas, a cordocentese constitui o método de escolha para a avaliação direta de parâmetros hematológicos e imunológicos do feto. O tempo gestacional ideal também difere: a amniocentese é realizada mais precocemente e apresenta menor risco, sendo preferida em protocolos de rastreamento genético. Por outro lado, a cordocentese tem seu papel mais consolidado em intervenções fetais em estágios mais avançados da gestação (Oliveira *et al.*, 2022).

Em termos técnicos, a amniocentese depende principalmente da integridade do líquido amniótico, enquanto a cordocentese exige maior domínio ecográfico e experiência profissional para evitar lesões no cordão umbilical. A precisão diagnóstica da cordocentese em casos hematológicos ou infecciosos, no entanto, supera a da amniocentese em situações específicas (Benacerraf, 2020).

Portanto, a escolha entre ambos os procedimentos deve ser pautada na individualização do caso clínico, na competência da equipe médica e na ponderação cuidadosa entre os riscos e os benefícios esperados.

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E TECNOLÓGICAS

As intervenções invasivas no feto, como a amniocentese e a cordocentese, suscitam importantes reflexões éticas e tecnológicas no contexto da medicina fetal moderna. A incorporação dessas práticas exige não apenas habilidades técnicas, mas também uma sólida compreensão dos limites éticos, especialmente diante do princípio da autonomia materna, da beneficência fetal e da proporcionalidade dos riscos.

Do ponto de vista ético, a realização de procedimentos invasivos requer um consentimento informado robusto, com esclarecimento detalhado sobre os riscos, as alternativas e os benefícios potenciais. Como destacam Costa *et al.* (2020), a vulnerabilidade da gestante, aliada à complexidade das decisões envolvendo o feto, demanda acolhimento e abordagem bioética cuidadosa. Além disso, quando o diagnóstico aponta para anomalias graves, muitas vezes incompatíveis com a vida, surgem dilemas sobre a manutenção da gestação ou a possibilidade de interrupção, exigindo que os profissionais atuem com empatia e respaldo legal.

No campo tecnológico, os avanços na genética molecular e na ultrassonografia de alta resolução possibilitaram maior precisão diagnóstica, reduzindo a necessidade de métodos invasivos em alguns casos. Testes genéticos não invasivos (NIPT), por exemplo, têm ampliado o rastreamento de aneuploidias com alta sensibilidade, minimizando a realização de procedimentos como a amniocentese (Bianchi *et al.*, 2010; Cuckle *et al.*, 2013). Entretanto, como pondera Diniz (2017), o acesso desigual a essas tecnologias pode aprofundar disparidades no cuidado pré-natal, sobretudo em sistemas públicos de saúde.

Por fim, destaca-se a importância da formação ética e técnica dos profissionais, da constante atualização científica e da manutenção de um diálogo multidisciplinar entre obstetras, geneticistas, bioeticistas e

neonatologistas, garantindo que as decisões clínicas sejam baseadas em evidências e respeitem os direitos reprodutivos da mulher.

REFERÊNCIAS

ACOG. Practice Bulletin No. 162: Prenatal Diagnostic Testing for Genetic Disorders. *Obstet Gynecol*, v. 127, n. 5, p. e108–e122, 2020.

ALFIREVIC, Z. *et al.* Amniocentesis and chorionic villus sampling for prenatal diagnosis. *Cochrane Database Syst Rev*, v. 9, 2017.

AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS (ACOG). Practice Bulletin No. 162: Prenatal Diagnostic Testing for Genetic Disorders. *Obstetrics & Gynecology*, v. 127, n. 5, p. e108–e122, 2016.

BENACERRAF, B. R. *Ultrasound of Fetal Syndromes*. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020.

BIANCHI, D. W.; CROMBLEHOLME, T. M.; DUFFY, T. G. *Fetology: Diagnosis and Management of the Fetal Patient*. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

CAVALCANTE, R. D. *et al.* Cordocentese: Revisão Atualizada das Indicações, Técnicas e Complicações. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 44, n. 3, p. 192–198, 2022.

NICOLAIDES, K. H. *Fetal Medicine: Obstetric and Genetic Diagnosis*. London: Parthenon Publishing, 2021.

ISFER, A. P. *Medicina Fetal: Diagnóstico e Terapia Intrauterina*. São Paulo: Atheneu, 2023.

COSTA, S. H. R. *et al.* Bioética em Diagnóstico Pré-natal: Considerações sobre o Consentimento e Decisões Reprodutivas. *Revista Bioética*, Brasília, v. 28, n. 2, p. 276–285, 2020.

CUCKLE, H.; BIANCHI, D. W.; SEHNERT, A. J. Non-Invasive Prenatal Testing (NIPT): Current Status and Future Prospects. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, v. 40, n. 2, p. 241–261, 2013.

DINIZ, D. Diagnóstico Pré-Natal, Aborto Legal e Direitos Reprodutivos: Um Debate Ético. Revista Estudos Feministas, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 533–543, 2017.

CARRERAS, E. *et al.* Maternal and fetal outcomes after fetoscopic laser coagulation for twin-twin transfusion syndrome. American Journal of Obstetrics and Gynecology, New York, v. 202, n. 4, p. 401.e1–401.e6, 2010.

CARVALHO, R. *et al.* Avaliação ultrassonográfica morfológica do feto. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 157–164, 2020. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbgo/a/3zJ3XDh5QxHw9vQ8rfYn4Zb>. Acesso em: 26 maio 2025.

CAVALCANTE, T. *et al.* Diagnóstico pré-natal: importância e implicações para o tratamento fetal. Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba, Sorocaba, v. 21, n. 2, p. 89–95, 2019.

NICOLAIDES, K. H. Prenatal Diagnosis: Clinical and Biochemical Screening for Fetal Aneuploidy. 2. ed. Londres: Cambridge University Press, 2018.

NICOLAIDES, K. H. First-trimester screening for chromosomal abnormalities. Seminars in Perinatology, New York, v. 35, n. 5, p. 276–285, 2011.

OPENAI. Imagem gerada por inteligência artificial – Procedimento de Amniocentese. ChatGPT, 26 maio 2025. Disponível em:
<https://chat.openai.com>. Acesso em: 26 maio 2025.

OPENAI. Imagem gerada por inteligência artificial – Procedimento de Cordocentese. ChatGPT, 26 maio 2025. Disponível em:
<https://chat.openai.com>. Acesso em: 26 maio 2025.

RUANO, R.; FONSECA, E. S. Diagnóstico e tratamento fetal intrauterino: aspectos técnicos e bioéticos. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 433–439, 2017.

SOUZA, A. S. R. *et al.* Procedimentos invasivos em medicina fetal: amniocentese, cordocentese e biópsia de vilo corial. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 41, n. 3, p. 176–182, 2019.

WEINER, C. P. *et al.* Percutaneous umbilical blood sampling: current trends and outcomes. J Matern Fetal Neonatal Med, v. 33, n. 5, p. 758–764, 2020.



5

CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS E FUTURAS

Jackson Luís Ferreira Cantão; Mariana de Sousa Ribeiro de Carvalho; Anderson Bentes de Lima; Marcus Vinícius Henriques Brito; Tauane Sacramento Pereira; Anderson Quadros de Alcantara; Gabriel Ferreira Alves; Jenniffer Pamella Balan; Jackson Roberto Sousa de Oliveira; Brenda Caroline de Andrade Camelo



DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO CLÍNICA

Barreiras técnicas e logísticas na aplicação de novas tecnologias.

A utilização de tecnologias na saúde tem sido continuamente desenvolvida, reaproveitada e otimizada em diversas áreas da medicina, incluindo ginecologia e obstetrícia, apresentando potencial para aprimorar o cuidado materno-fetal. Contudo, existem desafios técnicos e logísticos que limitam a adoção ampla dessas tecnologias, especialmente em contextos com recursos restritos (Corey, Vezina, Gala, 2020; Perez, Oliveira, Reis, 2023).

A aquisição de equipamentos de alta complexidade, como ultrassons 3D e 4D, dispositivos portáteis com inteligência artificial e sistemas de telemedicina obstétrica, demanda elevado investimento financeiro (Tohirova, Nuralieva, 2025). Além disso, em regiões com infraestrutura elétrica limitada e conexão de internet instável, a implementação dessas tecnologias torna-se ainda mais desafiadora (OMS, 2021).

Outro ponto crítico refere-se à incompatibilidade entre softwares de prontuários eletrônicos, que dificulta a integração de dados. Caso os sistemas de monitoramento do cuidado materno não estejam conectados às plataformas de saúde pública, ocorre fragmentação do atendimento. Por outro lado, quando há interoperabilidade nos registros eletrônicos, observa-se melhora na continuidade do cuidado e maior segurança para a paciente (Li *et al.*, 2022; Alves *et al.*, 2019). É importante destacar que a coleta e o armazenamento de dados das pacientes exigem sistemas de cibersegurança, ainda ausentes em diversos hospitais (Korytnikova, 2023).

Além disso, a distribuição desigual de tecnologias é evidente: enquanto centros urbanos podem contar com cirurgias robóticas para cesarianas de alto risco, comunidades ribeirinhas na Amazônia frequentemente dependem apenas de ultrassons básicos (UNFPA, 2021). Diante disso, torna-se necessário estabelecer diretrizes claras para a adoção e regulamentação de tecnologias emergentes na medicina obstétrica (Yadav, 2024).

Necessidades de treinamento e educação continuada para profissionais de saúde.

Devido à crescente quantidade de inovações tecnológicas na saúde, a promoção de treinamento e educação para os profissionais de saúde é necessária para garantir o uso adequado dessas tecnologias e a melhoria no atendimento aos pacientes (Muntaz *et al.*, 2023; Hoxhaj, 2022). Aparelhos como monitores fetais *wearable* exigem não apenas compreensão técnica, mas também conhecimento de sua aplicação clínica em tempo real, visto que contribuem significativamente para o aprimoramento do monitoramento fetal (Imtiaz, 2023).

Além disso, o treinamento em cibersegurança é fundamental para proteger os prontuários obstétricos, garantindo a confidencialidade das informações das pacientes. A segurança dos dados, em plataformas como a telemedicina, tornou-se crítica devido à rápida expansão desse serviço durante a pandemia de Covid-19 (Barbalho *et al.*, 2022; Solimini *et al.*, 2021).

Nesse contexto, educar os alunos durante a graduação pode resultar em maior conformidade com regulamentos locais, estaduais e federais, promovendo melhor proteção das informações dos pacientes (Swede, Scovetta, Eugène-Colin, 2019).

A simulação por meio da realidade virtual configura-se como uma ferramenta promissora para a educação e o treinamento médico, fornecendo um ambiente realista para que os alunos possam desenvolver habilidades clínicas e de tomada de decisão (Lee *et al.*, 2023). Aliada à simulação clínica, a realidade virtual possibilita aprendizagem a partir do erro, promove o trabalho em equipe e favorece a reflexão sobre processos de trabalho em ginecologia e obstetrícia (Vidotti, Batista, 2023).

A interdisciplinaridade na obstetrícia também é essencial. A cooperação entre profissionais da área e especialistas em tecnologia da informação permite o desenvolvimento de *softwares* e programas voltados para otimizar o atendimento às pacientes. Ressalta-se, portanto, a importância do trabalho conjunto entre diferentes áreas durante os treinamentos, uma vez que esse esforço é responsável pela criação de ferramentas tecnológicas para a prática obstétrica (Lepore *et al.*, 2023; Wu, Gu, 2025; Widimsky, Stetkarova, Tousek, 2023).

Diante dos diversos avanços na medicina, o compromisso com a aprendizagem ao longo da vida dos profissionais de obstetrícia e ginecologia é imprescindível. A educação médica continuada possibilita a atualização em relação às técnicas mais recentes e às melhores práticas na área (Recker, Scheele, 2024).

Esses programas devem ser acessíveis e flexíveis, atendendo às diferentes necessidades dos profissionais de saúde. Sob essa perspectiva, os programas de desenvolvimento profissional contínuo incluem treinamentos baseados em simulação, simulação aprimorada com tecnologia e simulação interprofissional, contribuindo para a educação pré-serviço e promovendo o crescimento contínuo e o aprimoramento de parteiras e demais profissionais da área (Musie *et al.*, 2025).

PERSPECTIVAS FUTURAS NA CIRURGIA OBSTÉTRICA

A cirurgia obstétrica tem evoluído consideravelmente ao longo das décadas, impulsionada pelo avanço tecnológico, pela inovação em técnicas cirúrgicas e por uma abordagem cada vez mais centrada na segurança materno-fetal. Essa área da medicina tem passado por transformações significativas, destacando-se pelo desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas e pela incorporação de tecnologias inovadoras (Alves *et al.*, 2024).

Entre as tecnologias promissoras, destacam-se as cirurgias robóticas, as terapias celulares regenerativas, o uso de biomateriais para bioimpressão e o auxílio de Inteligências Artificiais (IA) no planejamento cirúrgico e na tomada de decisões. Essas inovações têm potencial para melhorar significativamente os resultados clínicos, a qualidade de vida das pacientes e a eficiência dos procedimentos cirúrgicos. Espera-se que tais avanços promovam redução dos riscos operatórios, facilitem a recuperação materna pós-cirúrgica e otimizem o rastreio, o diagnóstico e o acompanhamento das pacientes.

Cirurgia Robótica

O desenvolvimento da cirurgia robótica teve início com a empresa Computer Motion Inc., que criou o *System for Optimal Positioning* e o

sistema cirúrgico robótico ZEUS. Este último é composto por braços mecânicos projetados para replicar com precisão os movimentos dos cirurgiões. A primeira intervenção documentada utilizando essa tecnologia ocorreu em julho de 1998, quando foi realizada uma anastomose de tubas uterinas (Morrell *et al.*, 2024).

Segundo a literatura, o futuro da tecnologia robótica na medicina tende a concentrar-se no aprimoramento tanto do hardware quanto dos softwares utilizados. Espera-se o desenvolvimento de instrumentos cada vez menores, sistemas de troca automática de ferramentas, *feedback* tático do tecido, integração com imagens radiológicas e a aplicação de inteligência artificial (Carvalho *et al.*, 2024).

Esse avanço tecnológico tem sido progressivamente integrado a diversas especialidades médicas, com destaque para a ginecologia e a obstetrícia. No campo obstétrico, as técnicas cirúrgicas assistidas por robôs têm se destacado em procedimentos como histerectomias, miomectomias, sacrocolpopexia e cirurgias oncológicas. Entre as principais vantagens dessa abordagem, em comparação às técnicas tradicionais, destacam-se a melhoria na visualização do campo operatório, a redução do tempo de internação hospitalar, a diminuição da perda sanguínea e a redução das taxas de complicações (Pardini *et al.*, 2020).

Além disso, a cerclagem cervical robótica tem se consolidado como uma opção inovadora para prevenir o parto prematuro em mulheres com insuficiência cervical, proporcionando uma gestação mais segura. Pesquisas recentes também investigam a aplicação dessa tecnologia em cesarianas complexas e na correção de anomalias uterinas congênitas, ampliando ainda mais o leque de possibilidades da cirurgia robótica na obstetrícia (Marcolan *et al.*, 2024).

A eficácia da cirurgia robótica na obstetrícia é medida pela sua capacidade de aumentar a precisão cirúrgica, reduzir os tempos de recuperação e minimizar as taxas de complicações. Um exemplo é a histerectomia robótica, que representa uma alternativa minimamente invasiva para a remoção do útero. Da mesma forma, a miomectomia robótica possibilita a remoção precisa de miomas uterinos, preservando a integridade do órgão e proporcionando melhores desfechos reprodutivos (Marcolan *et al.*, 2024).

Terapias Celulares Regenerativas

A terapia celular, baseada no uso de células-tronco mesenquimais (CTMs), tem se consolidado como uma abordagem promissora na medicina regenerativa. Essas células, também denominadas células progenitoras adultas multipotentes (CPAMs), estão presentes em diversos tecidos e desempenham papel crucial na manutenção da homeostase e na reparação tecidual ao longo da vida (Giugni, 2024).

As CPAMs destacam-se por sua capacidade de migrar para áreas lesionadas por meio de quimiotaxia, onde contribuem para a regeneração celular. Esse efeito ocorre principalmente pela secreção de fatores tróficos, que modulam a resposta imunológica e estimulam processos como angiogênese e redução do estresse oxidativo (Souza *et al.*, 2010). O potencial terapêutico dessas células tem sido amplamente investigado, especialmente no contexto da recuperação de lesões teciduais (Faita, 2016).

Paralelamente, a nanotecnologia tem se evidenciado como uma área de grande relevância na medicina, permitindo o desenvolvimento de sistemas inovadores para transporte e liberação controlada de fármacos, bem como dispositivos biomédicos avançados. A integração dessa tecnologia com a terapia celular originou a chamada "nanotecnologia aplicada às células-tronco", com potencial significativo para impulsionar avanços na engenharia tecidual e na medicina regenerativa (Mazzeo, 2018).

Inteligência Artificial e a saúde materno-fetal

Historicamente, as técnicas de inteligência artificial (IA) eram empregadas principalmente em sistemas autônomos, sem interação direta com imagens médicas. Com o avanço tecnológico, surgiu o conceito de “tomada de decisão conjunta” entre humanos e IA, capaz de potencializar o desempenho em análise de imagens médicas e melhorar os resultados clínicos (Savadjiev, 2018).

Na obstetrícia, a aplicação da IA no processamento de imagens pré-natais tem apresentado avanços significativos. Essa tecnologia permite o acompanhamento detalhado do desenvolvimento fetal, a análise da

funcionalidade placentária e a detecção precoce de complicações gestacionais. Ferramentas baseadas em IA têm se mostrado eficazes na identificação de condições complexas, como síndrome da banda amniótica, hérnia diafragmática congênita, obstruções das vias aéreas fetais, malformações intestinais, gastrosquise, onfalocele, sequestro pulmonar e teratoma sacrococcígeo. Entretanto, estudos complementares ainda são necessários para aprimorar a precisão diagnóstica e reduzir a necessidade de intervenções invasivas que possam comprometer a segurança fetal (Alzubaidi, 2022).

Atualmente, métodos de imagem como ultrassonografia, ressonância magnética e tomografia computadorizada são integrados a algoritmos de IA, otimizando a avaliação fetal. A ultrassonografia, em especial, é amplamente utilizada ao longo da gestação para monitorar o crescimento fetal e fornecer informações anatômicas detalhadas com alta precisão. A incorporação da IA nesses exames contribui para imagens mais nítidas e diagnósticos mais precisos, promovendo um acompanhamento obstétrico aprimorado e melhores desfechos para mãe e feto (Chen, 2021).

Bioimpressão: Avanços e Aplicações na Medicina Regenerativa

Evidentemente, a bioimpressão tem se consolidado como uma tecnologia inovadora na replicação de tecidos biológicos, permitindo a criação de estruturas tridimensionais que reproduzem características de órgãos e tecidos naturais. Na Cirurgia Obstétrica, essa inovação possibilita a construção de modelos em miniatura de órgãos e tecidos artificiais, com aplicações em pesquisas biomédicas, incluindo testes para o desenvolvimento de novos medicamentos e terapias oncológicas (Oliveira, 2017).

Atualmente, *softwares* como o InVesalius se integram a impressoras 3D, permitindo a impressão de biomodelos que refletem com precisão as características individuais de cada paciente submetido a procedimentos cirúrgicos. Nesse contexto, a impressão 3D desempenha papel essencial no treinamento das equipes médicas, possibilitando a realização de simulações das etapas do procedimento cirúrgico em modelos com propriedades físicas e morfológicas semelhantes às dos

tecidos biológicos. Essa prática contribui para a redução de riscos e para um planejamento cirúrgico mais eficaz (Oliveira, 2017; Varela, 2020).

Além disso, o uso de biomodelos favorece a compreensão do paciente sobre sua condição, proporcionando maior clareza no diagnóstico e aprimorando o planejamento terapêutico (Varela, 2020).

Os avanços na cirurgia obstétrica, incluindo cirurgia robótica, terapias celulares regenerativas, inteligência artificial e bioimpressão, têm transformado a área, tornando os procedimentos mais precisos, seguros e minimamente invasivos. Essas inovações melhoram o diagnóstico, a recuperação materna e os desfechos gestacionais, promovendo um cuidado mais eficaz e personalizado. Com a evolução contínua dessas tecnologias, a assistência obstétrica tende a se tornar ainda mais eficiente, beneficiando pacientes e profissionais de saúde.

REFERÊNCIAS

ALVES, Danielle Santos; MARANHÃO, Pricila A.; PEREIRA, Ana Margarida; BACELAR-SILVA, Gustavo M.; SILVA-COSTA, Tiago; BEALE, Thomas William; CRUZ-CORREIA, Ricardo J. Can openEHR represent the clinical concepts of an obstetric-specific EHR-ObsCare software? IOS Press Ebooks, v. 264, p. 773–777, 2019. DOI: 10.3233/SHTI190328.

ALVES, L. P. *et al.* Cirurgia ginecológica: inovações, desafios e perspectivas futuras. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 7, p. 2452–2464, 24 jul. 2024.

ALZUBAIDI, M. *et al.* Toward deep observation: a systematic survey on artificial intelligence techniques to monitor fetus via ultrasound images. iScience, v. 25, n. 8, p. 104713, ago. 2022.

BARBALHO, Ingridy M. P.; FERNANDES, Felipe; BARROS, Daniele M. S.; PAIVA, Jailton C.; HENRIQUES, Jorge; MORAIS, Antonio H. F.; COUTINHO, Karilany D.; NETO, Giliate C.; COELHO, Arthur; CHIORO, Arthur; VALENTIM, Ricardo A. M. Electronic health records in Brazil: prospects and technological challenges. Frontiers in Public Health, v. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.963841>.

BATISTA, Nildo Alves. Clinical simulation in the training of obstetrics and gynecology resident from the perspective of medical residency

programs. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 45, n. 5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770127>.

CARVALHO, T. *et al.* Cirurgia robótica na cirurgia geral: impactos, avanços e desafios. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 9, p. 1406–1416, 10 set. 2024.

CHEN, Z. *et al.* Artificial intelligence in obstetric ultrasound: an update and future applications. Frontiers in Medicine, v. 8, 27 ago. 2021.

COREY, Logan; VEZINA, Aléx; GALA, Rajiv B. Using technology to improve women's health care. Ochsner Journal, v. 20, n. 4, p. 422–425, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31486/toj.19.0113>.

FAITA, T. *et al.* Membrana amniótica: fonte alternativa de células-tronco mesenquimais em diversas espécies animais. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 36, n. 6, p. 520–525, jun. 2016.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A POPULAÇÃO. State of the World's Midwifery 2021. Nova York: Fundo de População das Nações Unidas, 2021. Disponível em: <https://www.unfpa.org/sowmy>. Acesso em: 14 ago. 2025.

GIUGNI, F. R. *et al.* Segurança e eficácia da terapia com células-tronco mesenquimais derivadas do tecido adiposo para cardiopatia isquêmica: revisão sistemática. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 121, n. 9, p. e20230830, 2024.

HOXHAJ, Ilda; CASTAGNA, Carolina; CALABRÒ, Giovanna Elisa; BOCCIA, Stefania. HTA training for healthcare professionals: international overview of initiatives provided by HTA agencies and organizations. Frontiers in Public Health, v. 10, 795763, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.795763>.

IMTIAZ, Anika Alime Masudul H. Wearable sensors for the monitoring of maternal health—A systematic review. MDPI Sensors, v. 23, n. 5, 2411, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23052411>.

KORYTNIKOVA, Elena. Artificial intelligence and women's health: innovations, challenges, and ethical considerations. Advances in Clinical

Medical Research, v. 4, n. 3, p. 1–6, 2023. DOI:
[https://doi.org/10.52793/ACMR.2023.4\(3\)-59](https://doi.org/10.52793/ACMR.2023.4(3)-59).

LEE, M.; KIM, H.; LEE, H.; JANG, J.; LEE, K.; SUN, D.; PARQUE, J. Immersive virtual reality simulation training for Caesarean section: a randomised controlled trial. *Obstetrics and Gynaecology*, v. 62, p. 117, 2023. DOI:
<https://doi.org/10.1002/uog.26662>.

LEPORE, Dominique; DOLUI, Koustabh; TAMASHCHUK, Oleksandr; SHIM, Heereen; PURI, Chetanya; LI, Yuan; CHEN, Nuoya; SPIGARELLI, Francesca. Interdisciplinary research unlocking innovative solutions in healthcare. Elsevier, v. 120, 2023. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102511>.

LI, Edmundo; CLARKE, Jonathan; ASHRAFIAN, Hutan; DARZI, Ara; NEVES, Ana Luisa. The impact of electronic health record interoperability on safety and quality of care in high-income countries: systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, v. 24, n. 9, e38144, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2196/38144>.

MARCOLAN, S. G. A. *et al.* Procedimentos cirúrgicos robóticos em obstetrícia: histerectomia, miomectomia e cerclagem. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 7, p. 2104–2117, 23 jul. 2024.

MAZZEO, A.; SANTOS, E. J. C. Nanotechnology and multipotent adult progenitor cells in reparative medicine: therapeutic perspectives. *Einstein (São Paulo)*, v. 16, n. 4, p. eRB4587, 2018.

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

MUNTAZ, Hassan *et al.* Current challenges and potential solutions to the use of digital health technologies in evidence generation: a narrative review. *Frontiers in Digital Health*, v. 5, 2023. DOI:
<https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1203945>.

MUSIE, Maurine Rofhiwa *et al.* A scoping review on continuing professional development programs for midwives. *BMC Medical Education*, v. 25, n. 1, 296, 2025. DOI: 10.1186/s12909-025-06830-7.

OLIVEIRA, N. A. *et al.* Bioimpressão e produção de mini-órgãos com células-tronco. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 37, n. 9, p. 1032–1039, set. 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Digital health guidelines for maternal and newborn care. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2019. Disponível em:
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240045989>.

PARDINI, T. *et al.* Cirurgia robótica em ginecologia: atualidade e perspectivas. *Femina*, v. 48, n. 1, p. 43–48, 2020.

PEREZ, Murilo Pissinati *et al.* Aplicações da saúde digital no cuidado obstétrico. *Revista de Medicina*, v. 102, n. 4, e-199087, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v102i4e-199087>.

RECKER, Florian; SCHEELE, Fedde. Editorial: education in obstetrics and gynecology. *Frontiers in Medicine*, v. 11, 1490673, 2024. DOI: [10.3389/fmed.2024.1490673](https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1490673).

SAVADJIEV, P. *et al.* Demystification of AI-driven medical image interpretation: past, present and future. *European Radiology*, v. 29, n. 3, p. 1616–1624, 13 ago. 2018.

SOLIMINI, Renata; BUSARDO, Francisco Paulo; GIBELLI, Filippo; SIRIGNANO, Ascânio; RICCI, Giovanna. Ethical and legal challenges of telemedicine in the era of the COVID-19 pandemic. *MDPI Medicina*, v. 57, n. 12, 1314, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina57121314>.

SWEDE, M. J.; SCOVETTA, V.; EUGENE-COLIN, M. Protecting patient data is the new scope of practice: a recommended cybersecurity curricula for healthcare students to prepare for this challenge. *J Allied Health*, v. 48, n. 2, p. 148–155, 2019. PMID: 31167018.

TOHIROVA, Farrida Olimjonovna; NURALIEVA, Mekhrubon Akmalovna. New technologies in obstetrics and gynecology. *International Journal of Pediatrics and Genetics*, v. 3, n. 1, p. 9–14, 2025. Disponível em: <http://eprints.umsida.ac.id/15494/>.

VIDOTTI, S. P.; BATISTA, N. A. Clinical simulation in the training of obstetrics and gynecology resident from the perspective of medical

residency programs. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 45, n. 5, p. 266–272, 2023. DOI: 10.1055/s-0043-1770127.

WU, Jinhui; GU, Ning. New orientation of interdisciplinarity in medicine: engineering medicine. Elsevier, v. 45, p. 252–261, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.09.009>.

WIDIMSKY, Petr; STETKAROVA, Ivana; TOUSEK, Petr. The importance of interdisciplinary research. European Heart Journal Supplements, v. 25, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suad108>.

YADAV, Sankalp. Transformative frontiers: a comprehensive review of emerging technologies in modern healthcare. Cureus, v. 16, n. 3, e56538, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.56538>.



ÍNDICE REMISSIVO



A

Acompanhamento Pré-Natal, 19
Amniocentese, 69
Anomalias Congênitas, 31
Anomalias Estruturais, 33
Avanços Tecnológicos, 43

H

Hérnia Diafragmática Congênita, 50

B

Bioimpressão, 85

I

Indicações Cirúrgicas, 36
Inteligência Artificial, 84
Intervenções Cirúrgicas, 31
Intervenções, 20

C

Cirurgia Fetal, 43
Cirurgia Obstétrica, 82
Cirurgia Robótica, 82
Considerações Éticas, 46, 75
Contexto Cirúrgico Intrauterino, 17
Cordocentese, 69
Crispr-Cas9, 58
Cronologia Gestacional, 24

M

Medicina Fetal, 18, 69

D

Decisões Terapêuticas, 20
Defeitos Estruturais, 32
Diagnóstico Precoce, 22
Diagnóstico Pré-Natal, 33
Diagnósticos, 69

N

Novas Tecnologias, 80

E

Ecocardiografia Fetal, 23
Edição Genética, 58
Educação Continuada, 81
Exames Pré-Natais, 22

Pré-Natal, 17
Procedimentos Invasivos, 69
Prognósticos, 54

F

Fetoscopia, 47
Funipunção, 72

S

Saúde Materno-Fetal, 84

