

FORAME OVAL PATENTE NA INFÂNCIA: PORTA OCULTA PARA MICROEMBOLISMOS E NEUROINFLAMAÇÃO SILENCIOSA

Damiana Pereira da Silva Neves¹, Carlos Henrique Barbosa Rozeira², Marcos Fernandes da Silva³, Denise Alves Pinto de Souza⁴, Monique Goulart Domingues⁵, Fabiana Carlas Novelli⁶, Renata Teixeira Sgró⁷, Marcos Loureiro Meireles Avila⁸, Monica Gomes Lírio Pimentel⁹, Jenniffer Thomazini da Silva¹⁰

 <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p3046-3068>
Artigo recebido em 30 de Agosto e publicado em 24 de Novembro de 2024

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

O Forame Oval Patente (FOP) é uma anomalia cardíaca remanescente da circulação fetal, frequentemente assintomática, mas que pode estar associada a condições neurológicas e cardiovasculares relevantes, como acidente vascular cerebral criptogênico, hipoxemia e enxaquecas com aura. Este estudo teve como objetivo investigar as implicações do FOP diagnosticado na infância, explorando suas possíveis complicações ao longo da vida e avaliando o impacto de intervenções terapêuticas, como o fechamento percutâneo, na prevenção de desfechos adversos. Por meio de uma revisão sistemática de literatura qualitativa, foram analisados artigos publicados entre 2014 e 2024 em bases reconhecidas, como PubMed. Os descritores utilizados incluíram termos relacionados a AVC criptogênico, hipoxemia, neuroinflamação e desfechos a longo prazo, garantindo uma abordagem abrangente da temática. Após uma triagem rigorosa, foram selecionados 50 estudos que abordaram de maneira consistente as complicações associadas ao FOP e as opções terapêuticas disponíveis. Os resultados mostram que o FOP, embora assintomático em grande parte dos casos, pode contribuir para eventos neurológicos e cardiovasculares em subgrupos específicos de pacientes, particularmente aqueles com predisposições genéticas ou condições associadas, como trombofilias. O fechamento percutâneo demonstrou potencial para reduzir complicações, como recorrências de AVC e episódios de hipoxemia, em pacientes cuidadosamente avaliados. Contudo, na pediatria, os dados ainda são limitados, ressaltando a necessidade de estudos que avaliem a segurança e a eficácia da intervenção em longo prazo. Além disso, o estudo destaca a relevância de estratégias personalizadas que integrem diagnóstico precoce, tecnologias avançadas, biomarcadores preditivos e monitoramento contínuo para melhorar o manejo do FOP. Essas abordagens podem otimizar a identificação de indivíduos em risco e permitir intervenções mais eficazes, prevenindo complicações tardias e melhorando os desfechos clínicos. Apesar de muitas vezes considerado um achado incidental, pode ter implicações importantes na saúde ao longo da vida. O estudo reforça a necessidade de uma atenção maior à condição, especialmente em populações pediátricas, e aponta para a importância de diretrizes específicas baseadas em evidências robustas.

Palavras-chave: Forame Oval Patente (FOP); Acidente Vascular Criptogênico (AVC); Hipoxemia; Enxaquecas com Aura; Embolia Paradoxal; Fechamento Percutâneo; Neuroinflamação; Desfechos a Longo Prazo; Cardiologia Pediátrica; Manejo Clínico.

PATENT FORAMEN OVALE IN CHILDHOOD: HIDDEN GATEWAY TO MICROEMBOLISMS AND SILENT NEUROINFLAMMATION

ABSTRACT

Patent Foramen Ovale (PFO) is a cardiac anomaly remaining from fetal circulation. While often asymptomatic, it can be associated with significant neurological and cardiovascular conditions such as cryptogenic stroke, hypoxemia, and migraines with aura. This study aimed to investigate the implications of PFO diagnosed in childhood, exploring its potential lifelong complications and evaluating the impact of therapeutic interventions, such as percutaneous closure, in preventing adverse outcomes. Through a systematic review of qualitative literature, articles published between 2014 and 2024 in reputable databases such as PubMed were analyzed. Keywords included terms related to cryptogenic stroke, hypoxemia, neuroinflammation, and long-term outcomes, ensuring a comprehensive approach to the topic. Following rigorous screening, 50 studies were selected that consistently addressed PFO-related complications and available therapeutic options. The results indicate that although PFO is asymptomatic in most cases, it may contribute to neurological and cardiovascular events in specific patient subgroups, particularly those with genetic predispositions or associated conditions like thrombophilia. Percutaneous closure showed potential in reducing complications such as recurrent strokes and hypoxemia episodes in carefully evaluated patients. However, in pediatrics, data remain limited, highlighting the need for studies assessing the long-term safety and efficacy of the intervention. Furthermore, the study underscores the importance of personalized strategies that integrate early diagnosis, advanced technologies, predictive biomarkers, and continuous monitoring to enhance PFO management. These approaches can optimize the identification of at-risk individuals and enable more effective interventions, preventing late complications and improving clinical outcomes. While often considered an incidental finding, PFO can have significant lifelong health implications. This study reinforces the need for greater attention to the condition, especially in pediatric populations, and emphasizes the importance of specific guidelines based on robust evidence.

Keywords: Patent Foramen Ovale (PFO); Cryptogenic Stroke; Hypoxemia; Migraines with Aura; Paradoxical Embolism; Percutaneous Closure; Neuroinflammation; Long-Term Outcomes; Pediatric Cardiology; Clinical Management.

Instituição afiliada –¹ Enfermeira, Especialização em Auditoria em Saúde pela Universidade Gama Filho, Acadêmica de Medicina pela Universidade Iguçu, Campus V–UNIG, daminevess@gmail.com; ²Psicólogo, Mestre em Ensino pela Universidade Federal Fluminense (UFF), ariezor@hotmail.com; ³Enfermeiro, Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC), marco_s_silva@hotmail.com; ⁴Fonoaudióloga, Graduada pela Faculdade Redentor-Itaperuna RJ, Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde pela UNAMA- Universidade da Amazônia, denisealves.fono@hotmail.com; ⁵Cirurgiã-Dentista, Acadêmica de Medicina pela Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy, nick.goulart@icloud.com; ⁶Assistente Social, Graduada pela Faculdade Salesiana de Vitória-ES; Especialização em Atenção Primária na Saúde no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES-ES), Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC), fabianacarlasmovelli@gmail.com; ⁷Enfermeira, Graduada pela Faculdade Metropolitana São Carlos de Bom Jesus do Itabapoana-RJ, Acadêmica de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC), renatasgro@hotmail.com; ⁸Acadêmico de Medicina pela Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC), marcosavila.mg@gmail.com; ⁹Enfermeira pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO) em Campos dos Goytacazes/RJ, Acadêmica de Psicologia na Universidade Estácio de Sá, monicagomeslp@gmail.com; ¹⁰Enfermeira, Pós Graduada em Terapia Intensiva (Unig Campus V), jenniferthomaz@yahoo.com.br.

Autor correspondente: Damiana Pereira da Silva Neves, ariezor@hotmail.com

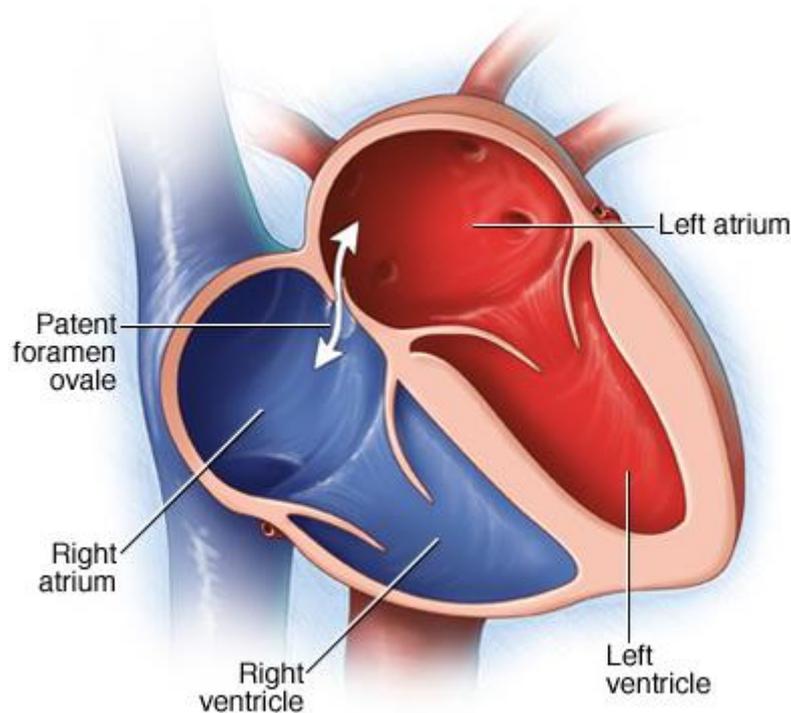
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A interligação entre condições cardiovasculares aparentemente inofensivas na infância e suas consequências clínicas na vida adulta tem sido um campo fértil de investigação científica. O Forame Oval Patente (FOP), uma comunicação remanescente entre os átrios direito e esquerdo do coração (Figura 01), frequentemente desperta atenção médica devido ao seu potencial de contribuir para eventos adversos que transcendem a barreira etária. Embora em grande parte assintomático e considerado um achado incidental, o FOP tem emergido como uma possível variável no desenvolvimento de desfechos neurológicos e cardiovasculares graves, como acidente vascular cerebral criptogênico, enxaquecas com aura e embolia paradoxal. Essas condições sublinham a complexidade do impacto do FOP, principalmente em uma população pediátrica que, em grande parte, permanece fora do foco clínico em relação ao acompanhamento e tratamento dessa anomalia.

Figura 01: Forame Oval Patente (FOP)



FONTE: <https://ineuro.com.br/para-os-pacientes/forame-oval-patente-e-avc-isquemico/>



O cenário atual da cardiologia pediátrica e da neurologia sugere que, embora o FOP possa ser um legado benigno da vida fetal, suas implicações podem se manifestar tardiamente, na forma de eventos clínicos graves na juventude ou na idade adulta. Essa lacuna temporal entre diagnóstico e manifestação de complicações é tanto um desafio quanto uma oportunidade para intervenções precoces. Evidências crescentes têm explorado o papel do FOP como um elo causal ou facilitador de condições potencialmente debilitantes, levantando questões fundamentais sobre o manejo ideal dessa condição, especialmente em pacientes pediátricos que apresentam outras condições predisponentes.

Diante desse contexto, surge a necessidade de compreender como o FOP pode atuar como um determinante de risco para condições neurológicas e cardiovasculares na vida adulta, quando identificado ainda na infância. Além disso, quais intervenções terapêuticas precoces poderiam modificar ou mitigar o impacto clínico do FOP ao longo da vida?

Esta pesquisa não apenas busca expandir o conhecimento científico, mas também potencialmente redefinir paradigmas na abordagem clínica do FOP em pediatria.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado por meio de uma revisão sistemática de literatura qualitativa, com base na análise de estudos relevantes e disponíveis nas bases de dados PubMed. O objetivo foi investigar as implicações do Forame Oval Patente (FOP) diagnosticado na infância e suas associações com complicações neurológicas e cardiovasculares na vida adulta, com ênfase em acidentes vasculares criptogênicos (AVC), hipoxemia e enxaquecas severas.

Os descritores utilizados na pesquisa incluíram: Patent Foramen Ovale (FOP); Cryptogenic Stroke (AVC criptogênico); Hypoxemia; Migraine with Aura (Enxaqueca com Aura); Neuroinflammation (Neuroinflamação); Long-term Outcomes (Desfechos a Longo Prazo); Pediatrics (Pediatria); e Percutaneous Closure (Fechamento Percutâneo). A justificativa para a escolha desses descritores baseia-se na necessidade de explorar as



diversas dimensões associadas ao FOP, incluindo suas consequências neurológicas e cardiovasculares, e as possíveis intervenções terapêuticas, como o fechamento percutâneo.

Os critérios de inclusão foram estudos publicados entre 2014 e 2024, em inglês, português e espanhol, que abordaram diretamente a relação entre o FOP e suas complicações a longo prazo, incluindo AVC criptogênico, hipoxemia, enxaquecas, e as intervenções terapêuticas, como o fechamento percutâneo. Além disso, a pesquisa foi limitada a artigos publicados em revistas científicas reconhecidas, bem como estudos encontrados na plataforma PubMed.

Foram excluídos estudos que não abordaram especificamente o FOP em relação às complicações neurológicas ou cardiovasculares, como AVC criptogênico e hipoxemia, ou aqueles que se concentraram em outras condições cardíacas sem vínculo com o FOP. Também foram desconsiderados artigos que não discutissem intervenções terapêuticas associadas ao FOP, como o fechamento percutâneo, ou estudos que não exploraram a relação entre essas intervenções e a prevenção de complicações neurológicas e cardiovasculares. Além disso, estudos que não apresentaram métodos empíricos claros ou que não utilizaram uma abordagem robusta de pesquisa também foram excluídos.

Para expandir as fontes disponíveis e definir termos relevantes para o estudo, também foi utilizado o mecanismo de busca Google, como complemento às bases de dados científicas, a fim de garantir a abrangência dos termos e conceitos relevantes à temática proposta. Essa estratégia seguiu a observação de Rozeira *et al.* (2023), que enfatiza a importância de integrar conceitos e explorar a imprevisibilidade da pesquisa científica, enriquecendo a compreensão da temática abordada.

Os critérios metodológicos seguidos foram baseados nas recomendações de Mancine e Sampaio (2007), que definem a importância da análise rigorosa da qualidade dos estudos incluídos, priorizando a consistência e a relevância dos dados apresentados. A revisão foi conduzida por meio de uma metodologia qualitativa, com análise crítica de cada artigo, priorizando as evidências que trouxeram contribuições para o entendimento do FOP e suas implicações clínicas a longo prazo.

RESULTADOS

A aplicação dos critérios de seleção, conforme explicitado na metodologia, permitiu uma triagem dos artigos, resultando em uma amostra final direcionada à temática desta pesquisa, com ênfase nas complicações associadas ao Forame Oval Patente (FOP) e nas intervenções terapêuticas disponíveis. Inicialmente, foram obtidos 71 resultados para o tema FOP e Pediatria, 18 para FOP e Desfechos a Longo Prazo, 3 para FOP em Crianças, 11 para FOP e Hipoxemia em Crianças, 179 para FOP e Embolia Paradoxal, 28 para FOP e Enxaquecas, 100 para FOP e Fechamento Percutâneo, e 06 para FOP e Manejo em Crianças.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão — como a limitação a artigos que discutem especificamente a relação entre FOP e suas complicações, a exclusão de estudos duplicados, bem como a eliminação de artigos que não possuíam metodologias bem definidas — foram selecionados 15 artigos que atendiam às exigências de escopo da pesquisa. Esses artigos selecionados abordaram adequadamente os temas centrais e foram publicados em fontes reconhecidas, com acesso gratuito, garantindo uma base sólida e relevante para análise.

Quadro 01: Análise de Estudos sobre FOP em Diferentes Contextos Clínicos

TEMA	DESCRITORES	RESULTADO INICIAL	CRITÉRIO 01	CRITÉRIO 02	CRITÉRIO 03	CRITÉRIO 04
Explora a prevalência e relevância do PFO em crianças no contexto pediátrico.	Patent Foramen Ovale AND "Pediatrics"	71	51	11	8	3
Investiga os desfechos clínicos a longo prazo associados ao PFO.	Patent Foramen Ovale AND "Long-term Outcomes"	18	8	5	2	2
Analisa as características e impactos do PFO exclusivamente em crianças.	Patent Foramen Ovale AND Children	3	3	3	2	3
Examina a relação entre PFO e episódios de hipóxia em crianças.	Patent Foramen Ovale AND Hypoxemia AND Children	11	5	5	5	1
Discute a associação entre PFO e eventos de embolismo paradoxal.	Patent Foramen Ovale AND Paradoxical Embolism	179	131	50	17	2
Avalia a conexão entre PFO e distúrbios de enxaqueca.	Patent Foramen Ovale AND Migraine Disorders	28	19	10	9	1
Foca nas técnicas de fechamento percutâneo do PFO e suas implicações.	Patent Foramen Ovale AND Percutaneous Closure	100	67	40	22	1
Aborda estratégias de manejo e tratamento do PFO na população pediátrica.	Patent Foramen Ovale AND Management AND Children	11	11	10	9	2

Fonte: Própria autoria



Os critérios utilizados para a seleção dos artigos, conforme consta no Quadro 01 foram:

- I. **Critério 01: Exclusão de artigos duplicados entre as buscas realizadas**
O primeiro critério consistiu em remover artigos duplicados que apareceram em mais de uma combinação de descritores. A repetição de artigos foi identificada e eliminada para garantir que cada entrada fosse única, evitando redundância nos resultados iniciais.
- II. **Critério 02: Seleção baseada na leitura dos resumos com foco na relevância**
Após a exclusão de duplicados, realizou-se a leitura dos resumos dos artigos restantes. Foram mantidos aqueles que apresentaram relação direta com o tema central, demonstrando potencial para contribuir significativamente à pesquisa. Artigos com pouca conexão com os objetivos foram descartados.
- III. **Critério 03: Avaliação a partir da leitura completa dos artigos selecionados**
Os artigos que passaram pelo segundo critério foram analisados integralmente. Aqueles que apresentaram informações repetitivas ou que não agregaram novos dados relevantes foram excluídos, visando uma diversidade maior de perspectivas e conteúdo no conjunto final.
- IV. **Critério 04: Escolha com base na originalidade e inovação metodológica**
Os artigos finalistas foram avaliados quanto à originalidade de suas abordagens metodológicas ou à inovação nas perspectivas apresentadas. Estudos que trouxeram contribuições inéditas ou diferenciadas foram priorizados, enquanto aqueles que replicaram métodos ou ideias amplamente conhecidos foram desconsiderados.

Após a análise dos impactos do FOP nas condições neurológicas, é pertinente consolidar as principais complicações clínicas associadas a essa condição. O quadro 02 apresenta uma síntese das evidências descritas, abordando tanto as manifestações clínicas quanto os desafios e lacunas no conhecimento, com ênfase nos desfechos pediátricos.

Quadro 02: Relação entre FOP e Complicações Clínicas: Evidências e Perspectivas

Tópico	Resumo	Referências
Acidentes Vasculares Criptogênicos e FOP	O FOP está associado a uma maior prevalência de AVC criptogênico, principalmente devido à embolia paradoxal. Ensaios clínicos indicam que o fechamento percutâneo reduz a recorrência de AVC em adultos, mas há poucas evidências em pediatria. Estudos adicionais são necessários para estabelecer a eficácia em crianças.	Braemswig et al., 2018; Abrahamyan et al., 2023; Dell'Angela e Nicolosi, 2023; Mac Grory et al., 2022
Hipoxemia Crônica e Progressão para Hipertensão Pulmonar	O FOP com shunts significativos pode contribuir para hipoxemia crônica, levando a complicações como hipertensão pulmonar e intolerância ao exercício. O fechamento percutâneo pode melhorar os níveis de oxigenação e prevenir complicações, mas faltam evidências robustas em pediatria.	Gelernter-Yaniv et al., 2008; Loeffelbein et al., 2007; Saharan et al., 2022; Zhang et al., 2024
Enxaquecas com Aura e Microembolismos	A relação entre FOP e enxaquecas com aura pode ser explicada pela passagem de microembolismos ou substâncias vasoativas para a circulação cerebral. Estudos mostram eficácia do fechamento percutâneo na redução da gravidade das enxaquecas em adultos, mas há falta de dados em crianças e adolescentes.	Tang et al., 2024; Sacco et al., 2023; Guo et al., 2023
Neuroinflamação e Alterações Subclínicas	O FOP pode estar associado a alterações subclínicas, como microembolismos silenciosos e neuroinflamação, levando a déficits cognitivos sutis e declínio funcional. Essa área emergente de pesquisa destaca a importância de monitorar pacientes, mesmo aqueles assintomáticos, especialmente com fatores de risco adicionais.	Guo et al., 2023; Zhang et al., 2024

Fonte: Própria autoria

Essa organização permite visualizar como o FOP atua como um determinante de risco em diferentes contextos clínicos, além de destacar as áreas que necessitam de maior investigação científica. Por exemplo, enquanto há consenso sobre a relação entre o FOP e AVCs criptogênicos em adultos, os dados pediátricos permanecem insuficientes, especialmente no que diz respeito à eficácia do fechamento percutâneo. De forma semelhante, a associação com enxaquecas e alterações subclínicas reforça a necessidade de monitoramento contínuo, mesmo em pacientes inicialmente considerados assintomáticos (Braemswig et al., 2018; Tang et al., 2024; Zhang et al., 2024).

DISCUSSÃO

O Forame Oval Patente (FOP) é uma condição anatômica resultante da persistência de uma comunicação entre os átrios direito e esquerdo do coração, um remanescente essencial para a circulação sanguínea durante a vida intrauterina. Nesse período, essa estrutura permite o desvio do fluxo sanguíneo dos pulmões, que ainda não desempenham sua função respiratória. Em condições normais, essa comunicação se fecha espontaneamente após o nascimento. No entanto, em até 34% dos indivíduos,



esse fechamento não ocorre completamente, levando à manutenção do fluxo direitaequerda ao longo da vida adulta (Saharan *et al.*, 2022; Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

Embora frequentemente assintomático e identificado de forma incidental em exames de rotina, o FOP pode ter implicações clínicas relevantes. Sua permanência pós-natal, observada em aproximadamente 25% da população geral, pode estar associada a condições neurológicas e cardiovasculares que afetam a saúde tanto na infância quanto na idade adulta. Essas complicações incluem acidentes vasculares criptogênicos, hipoxemia e enxaquecas, destacando a importância de sua investigação em contextos clínicos específicos (Saharan *et al.*, 2022; Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

Em crianças, o diagnóstico do FOP geralmente ocorre durante investigações secundárias de sintomas inespecíficos, como cansaço inexplicável, sopros cardíacos ou queixas neurológicas. Na maioria dos casos, ele é considerado um achado benigno, sem necessidade de intervenção imediata. Contudo, estudos indicam que, mesmo em pacientes assintomáticos, o FOP pode atuar como um determinante de risco para complicações futuras, como hipoxemia crônica, enxaquecas severas, embolia paradoxal e, em situações mais graves, acidentes vasculares cerebrais (AVCs) criptogênicos (Shih *et al.*, 2021; Mac Grory *et al.*, 2022).

Diante desse cenário, compreender a função do FOP na infância como fator predisponente para desfechos adversos na vida adulta é essencial para fundamentar estratégias preventivas e terapêuticas. As intervenções precoces, como o fechamento percutâneo, têm sido objeto de crescente interesse, pois podem modificar o impacto clínico dessa condição. Contudo, a ausência de consenso sobre critérios de elegibilidade para o tratamento e a heterogeneidade dos dados disponíveis tornam o manejo clínico desafiador, exigindo uma abordagem interdisciplinar (Dell'Angela e Nicolosi, 2023).

Além de sua associação com condições neurológicas, o FOP também está ligado a complicações cardiopulmonares, como hipoxemia crônica e hipertensão pulmonar. Essas manifestações podem evoluir silenciosamente na infância, mas acarretar consequências significativas ao longo da vida. Por isso, a avaliação e o manejo cuidadoso dessa condição na infância podem desempenhar um papel central na prevenção de complicações tardias e na promoção da saúde cardiovascular e neurológica no futuro (Loeffelbein *et al.*, 2007).



Na maioria dos casos, o FOP permanece clinicamente silencioso até que uma complicação significativa ocorra. Os sintomas associados dependem do território afetado pelo fenômeno embólico e podem incluir paralisia, alterações cognitivas, dificuldades na fala, alterações visuais e, em casos raros, dor abdominal ou extremidades frias. A ausência de sintomas não elimina o risco de complicações, uma vez que embolias silenciosas também podem contribuir para condições subclínicas, como neuroinflamação e declínio cognitivo progressivo.

O diagnóstico do FOP é tipicamente realizado por meio de ecocardiografia transtorácica com contraste, que permite a identificação de shunts intracardíacos. Em casos complexos, a ecocardiografia transesofágica oferece uma avaliação detalhada, sendo considerada a ferramenta padrão para caracterizar defeitos anatômicos específicos e dimensionar a abertura residual entre os átrios (Saharan *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024).

As opções terapêuticas para o manejo do FOP variam desde tratamentos cirúrgicos tradicionais até intervenções minimamente invasivas, como o cateterismo cardíaco. A escolha da abordagem depende de fatores como o tamanho do defeito, a condição clínica do paciente e a presença de co-morbidades.

O tratamento cirúrgico convencional, que envolve a abertura do tórax e a parada cardíaca assistida por circulação extracorpórea, é reservado para casos específicos onde outras opções não são viáveis. Apesar de ser um procedimento invasivo, os avanços na técnica cirúrgica garantem alta eficácia e baixos índices de complicações quando bem indicado. Contudo, o tempo de recuperação é prolongado, exigindo hospitalização de vários dias e uma reabilitação que pode se estender por semanas.

Alternativamente, o fechamento por cateterismo cardíaco tem ganhado destaque como uma abordagem menos invasiva, ideal para pacientes que atendam a critérios anatômicos e clínicos específicos. Durante o procedimento, um dispositivo ocluser é introduzido através da veia femoral e guiado até o coração com auxílio de fluoroscopia e ecocardiografia transesofágica. Este método apresenta benefícios claros, incluindo menor tempo de internação, recuperação mais rápida e redução de complicações relacionadas ao trauma cirúrgico. Estudos demonstram que, em pacientes adequadamente selecionados, o cateterismo reduz significativamente os riscos de



embolização, melhora a função cardíaca e alivia sintomas relacionados ao FOP, como dispneia e fadiga (Devos *et al.*, 2023; Loeffelbein *et al.*, 2007).

Independentemente da técnica utilizada, o manejo pós-operatório é essencial para garantir os resultados positivos do tratamento. Após o fechamento do FOP, os pacientes são monitorados para sinais vitais, oxigenação e função cardíaca, enquanto o tecido do organismo gradualmente integra a prótese ao coração. Estudos de acompanhamento indicam que, em 3 a 6 meses, a prótese estará completamente coberta, tornando-se parte funcional do sistema cardiovascular.

Programas de reabilitação cardiovascular, orientações sobre restrições temporárias de atividades físicas e a realização periódica de ecocardiogramas são pilares no seguimento desses pacientes. Além disso, a educação do paciente sobre possíveis sinais de complicações e a comunicação eficaz entre os especialistas responsáveis pelo manejo são cruciais para prevenir intercorrências e otimizar a qualidade de vida no período pós-tratamento (Saharan *et al.*, 2022; Dell'Angela e Nicolosi, 2023).

A diversidade de manifestações clínicas associadas ao FOP destaca a necessidade de estudos abrangentes que integrem biomarcadores, técnicas de imagem avançadas e análises longitudinais. Somente por meio de uma compreensão detalhada de seus mecanismos e consequências será possível delinear intervenções eficazes, que não apenas tratem os sintomas imediatos, mas também previnam desfechos adversos na vida adulta. Esse é o ponto de partida para a construção de um manejo clínico mais eficiente e direcionado.

FOP e Repercussões Neurológicas: Impactos Clínicos e Perspectivas Terapêuticas

O forame oval patente (FOP) desempenha um papel importante em diversas condições neurológicas, sendo sua associação mais reconhecida com os acidentes vasculares cerebrais (AVCs) criptogênicos e as enxaquecas com aura. Estudos recentes sugerem ainda que o FOP pode estar relacionado a alterações subclínicas, como microembolismos silenciosos e neuroinflamação, que contribuem para déficits cognitivos sutis ao longo do tempo. Embora a maioria das crianças com FOP permaneça assintomática, a identificação precoce de casos de maior risco e o monitoramento



contínuo são fundamentais para prevenir desfechos adversos e otimizar os resultados clínicos (Saharan *et al.*, 2022; Tang *et al.*, 2024).

A relação entre o FOP e os AVCs criptogênicos é uma das mais bem documentadas na literatura, especialmente em adultos. O mecanismo mais aceito é a embolia paradoxal, na qual trombos venosos atravessam o shunt intracardíaco direita-esquerda, alcançando a circulação arterial e causando obstruções nos vasos cerebrais. Em crianças, esse fenômeno pode ser exacerbado por condições coexistentes, como trombofilias hereditárias, que aumentam o risco de eventos embólicos. Assim, a presença de FOP deve ser investigada em todos os casos de AVC criptogênico na infância, especialmente em pacientes sem outras causas identificáveis (Braemswig *et al.*, 2018; Mac Grory *et al.*, 2022).

O fechamento percutâneo do FOP tem sido explorado como uma abordagem preventiva para recorrências de AVC, com resultados positivos em populações adultas. Ensaios clínicos randomizados indicam que o procedimento reduz o risco de novos eventos tromboembólicos em indivíduos com shunts significativos ou aneurisma do septo atrial. Em pediatria, porém, as evidências permanecem limitadas. Embora estudos retrospectivos e séries de casos sugiram benefícios semelhantes em crianças, a falta de dados longitudinais robustos ainda impede a definição de diretrizes claras para essa população (Abrahamyan *et al.*, 2023; Devos *et al.*, 2023).

Outra condição amplamente associada ao FOP é a enxaqueca com aura, que afeta tanto adultos quanto crianças. A hipótese mais aceita para essa associação é a passagem de microembolismos ou substâncias vasoativas, como serotonina, para a circulação cerebral através do shunt intracardíaco, resultando em alterações neurovasculares que desencadeiam as crises. Estudos de ressonância magnética funcional reforçam essa teoria, ao mostrar anormalidades na regulação cerebral em pacientes com FOP (Tang *et al.*, 2024; Guo *et al.*, 2023).

Em adultos, o fechamento percutâneo tem demonstrado eficácia na redução da frequência e gravidade das enxaquecas, especialmente em casos refratários a terapias convencionais. Contudo, em pediatria, os dados permanecem escassos. Estudos preliminares sugerem que crianças com episódios graves de enxaqueca, acompanhados de sinais de microembolismos, podem se beneficiar do fechamento precoce, mas são



necessários ensaios clínicos específicos para validar essa abordagem. O impacto das enxaquecas na infância é considerável, afetando o desempenho escolar, a qualidade de vida e o bem-estar emocional, o que reforça a importância de estratégias preventivas (Sacco et al., 2023; Qi et al., 2021).

Pesquisas emergentes também indicam que o FOP pode estar relacionado a alterações subclínicas, como microembolismos silenciosos e neuroinflamação crônica, que podem levar a déficits cognitivos sutis. Em crianças, essas alterações podem impactar habilidades cognitivas como memória e atenção, mesmo na ausência de sintomas neurológicos óbvios. Estudos longitudinais sugerem que o acúmulo desses danos ao longo do tempo pode resultar em declínio funcional mais pronunciado na vida adulta. Isso destaca a importância de monitorar pacientes pediátricos com FOP, mesmo aqueles considerados assintomáticos, especialmente quando há fatores de risco adicionais, como histórico familiar de doenças cardiovasculares ou metabólicas (Saharan et al., 2022; Zhang et al., 2024).

O manejo do FOP como fator de risco neurológico exige uma abordagem integrada e multidisciplinar. Além da identificação precoce de sinais de risco, como eventos tromboembólicos prévios ou enxaquecas severas, é crucial realizar um acompanhamento contínuo para detectar alterações subclínicas e ajustar as intervenções conforme necessário. Tecnologias avançadas, como ressonância magnética funcional e ecocardiografia transesofágica com contraste, podem ajudar a identificar complicações iniciais e orientar decisões terapêuticas. Estratégias preventivas devem incluir tanto o tratamento direto de condições associadas quanto a educação de cuidadores sobre os potenciais desfechos do FOP (Guo et al., 2023; Tang et al., 2024).

A pesquisa futura deve priorizar ensaios clínicos multicêntricos que avaliem a eficácia do fechamento percutâneo em crianças, bem como o impacto de intervenções precoces no desenvolvimento neurológico e na qualidade de vida. O uso de biomarcadores para prever o risco de complicações e identificar pacientes que se beneficiariam mais do fechamento é uma área promissora que pode transformar o manejo clínico. Além disso, é fundamental integrar avaliações neuropsicológicas detalhadas e avanços em técnicas de imagem para melhorar a detecção de alterações



subclínicas e monitorar a progressão das complicações ao longo do tempo (Saharan *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024).

Portanto, embora o FOP seja frequentemente assintomático na infância, sua potencial contribuição para condições neurológicas, como AVC criptogênico e enxaquecas severas, reforça a necessidade de estratégias de manejo baseadas em evidências. O desenvolvimento de diretrizes específicas para a população pediátrica e a ampliação das pesquisas sobre intervenções precoces são passos essenciais para reduzir os riscos associados e melhorar os desfechos clínicos ao longo da vida.

FOP e Impactos Cardiopulmonares

O Forame Oval Patente (FOP), por sua anatomia e funcionalidade, desempenha um papel relevante em diversas condições cardiopulmonares, sendo um elemento de preocupação clínica, especialmente em crianças. A persistência do shunt intracardíaco direita-esquerda está frequentemente associada à hipoxemia crônica, hipertensão pulmonar e outras complicações que afetam a circulação sanguínea e a oxigenação corporal. Com o avanço dos métodos diagnósticos, a compreensão dos impactos cardiopulmonares do FOP tem evoluído, embora desafios ainda existam no manejo desses casos, particularmente na pediatria (Saharan *et al.*, 2022; Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

A hipoxemia crônica é uma das manifestações mais comuns em pacientes pediátricos com FOP, principalmente em casos onde há shunts significativos. Essa condição ocorre quando o sangue venoso não oxigenado do átrio direito é desviado diretamente para o átrio esquerdo, evitando a circulação pulmonar. Esse desvio reduz os níveis de oxigenação arterial, resultando em sintomas como cianose, intolerância ao esforço físico e fadiga inexplicada. Em longo prazo, a hipoxemia pode impactar o crescimento e o desenvolvimento da criança, além de aumentar a vulnerabilidade a complicações cardiovasculares e neurológicas (Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008; Loeffelbein *et al.*, 2007).

Uma manifestação particularmente relevante do FOP em pacientes pediátricos é a síndrome de platipneia-ortodeoxia, caracterizada por dessaturação arterial na posição ereta e melhora dos níveis de oxigênio em decúbito dorsal. Embora essa



síndrome seja mais comum em adultos, casos pediátricos têm sido relatados, especialmente em situações onde a anatomia do septo favorece o desvio direita-esquerda. A identificação dessa condição exige testes específicos, como ecocardiografia com contraste, que confirmam a relação causal entre o shunt intracardíaco e os sintomas. Quando diagnosticada, o fechamento percutâneo do FOP tem se mostrado eficaz na resolução dos sintomas e na estabilização clínica dos pacientes (Saharan *et al.*, 2022; Devos *et al.*, 2023).

Outra complicação frequentemente associada ao FOP é a hipertensão pulmonar, que pode ser agravada pela presença de shunts intracardíacos persistentes. Essa condição ocorre quando há um aumento na pressão nas artérias pulmonares, muitas vezes resultante de sobrecarga do lado direito do coração. Em crianças, o FOP pode exacerbar essa sobrecarga, contribuindo para alterações estruturais no ventrículo direito e redução da capacidade funcional. A hipertensão pulmonar crônica em pacientes pediátricos com FOP está associada a um risco maior de insuficiência cardíaca no futuro, destacando a importância de intervenções precoces para evitar a progressão da doença (Zhang *et al.*, 2024).

Além das condições mais reconhecidas, o FOP também pode impactar crianças com doenças pulmonares pré-existentes, como displasia broncopulmonar ou outras patologias respiratórias crônicas. Nessas situações, o shunt intracardíaco pode agravar a hipoxemia já existente, comprometendo ainda mais a eficiência da oxigenação e a estabilidade clínica. Em pacientes pediátricos que requerem suporte avançado, como dispositivos de assistência ventricular ou oxigenadores de membrana extracorpórea (ECMO), a presença de um FOP pode complicar o manejo respiratório, levando a dessaturação persistente. Estudos mostram que o fechamento do FOP em tais contextos é uma estratégia eficaz para corrigir a hipoxemia e melhorar os desfechos clínicos (Loeffelbein *et al.*, 2007; Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

A correlação entre o FOP e as condições cardiopulmonares destaca a importância de intervenções precoces, como o fechamento percutâneo, para prevenir complicações mais graves. Em casos selecionados, como hipoxemia refratária ou síndrome de platipneia-ortodeoxia, o procedimento oferece benefícios claros, melhorando os níveis de oxigenação e reduzindo a carga sobre o ventrículo direito. Contudo, para crianças



assintomáticas ou com sintomas leves, a decisão de intervir deve ser cuidadosamente ponderada, considerando os riscos e benefícios de longo prazo (Saharan *et al.*, 2022).

Pesquisas futuras são essenciais para compreender melhor os mecanismos que ligam o FOP às complicações cardiopulmonares e para identificar estratégias de manejo mais eficazes. Ensaio clínico que avalie o impacto do fechamento percutâneo em crianças, especialmente na prevenção de hipertensão pulmonar e na melhora da tolerância ao exercício, podem fornecer dados críticos para otimizar o manejo clínico. Além disso, o desenvolvimento de dispositivos especificamente projetados para pacientes pediátricos e a utilização de biomarcadores para prever o risco de complicações podem transformar o tratamento do FOP, garantindo resultados mais seguros e efetivos (Devos *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2024).

Portanto, o impacto cardiopulmonar do FOP em pediatria não pode ser subestimado. A identificação precoce de casos com maior risco de complicações, associada a decisões terapêuticas baseadas em evidências robustas, é fundamental para minimizar os efeitos adversos ao longo da vida. O avanço nas pesquisas e o aperfeiçoamento das tecnologias de diagnóstico e tratamento podem oferecer um futuro mais promissor para esses pacientes.

Intervenções Terapêuticas Precoces no Manejo do FOP: Diretrizes Clínicas e Perspectivas Avançadas

O manejo do Forame Oval Patente (FOP) em pediatria exige uma abordagem que equilibre a complexidade clínica da condição com a necessidade de intervenções eficazes e seguras. O fechamento percutâneo, principal modalidade terapêutica, apresenta benefícios evidentes na prevenção de complicações associadas ao shunt intracardíaco, como AVC criptogênico, hipoxemia persistente e enxaquecas severas. Contudo, a adoção desse procedimento em crianças requer uma análise cuidadosa, considerando as particularidades anatômicas, os fatores de risco e o impacto da condição ao longo da vida. O estabelecimento de diretrizes clínicas baseadas em evidências robustas é essencial para garantir um manejo eficaz e minimizar as complicações futuras (Saharan *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2024).

A primeira etapa no manejo do FOP é o diagnóstico precoce e a triagem



adequada, especialmente em crianças que apresentam sintomas indicativos de complicações associadas, como AVC criptogênico, hipoxemia ou enxaquecas refratárias. Ferramentas como a ecocardiografia transtorácica com contraste continuam sendo o método inicial mais amplamente utilizado para identificar o shunt intracardíaco, mas, em casos de maior complexidade, a ecocardiografia transesofágica pode ser necessária para uma avaliação mais detalhada. A triagem adicional para condições associadas, como trombofilias hereditárias ou lesões cerebrais isquêmicas, deve ser conduzida de forma sistemática, especialmente em pacientes de alto risco (Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2024).

No contexto do tratamento, o fechamento percutâneo do FOP é indicado em situações bem definidas, incluindo AVC criptogênico recorrente, hipoxemia refratária e enxaquecas severas com aura que não respondem a tratamentos convencionais. Estudos recentes demonstram que, em crianças com shunts intracardíacos de grande porte, a intervenção pode prevenir a progressão para condições mais graves, como hipertensão pulmonar ou insuficiência cardíaca. Antes do procedimento, uma avaliação completa deve ser realizada, incluindo testes para confirmar o impacto funcional do shunt, como a oclusão temporária com balão, além de análises de tolerância ao dispositivo de fechamento. Essa etapa é particularmente importante em crianças pequenas, onde a anatomia pode complicar a inserção do dispositivo (Mac Grory *et al.*, 2022; Devos *et al.*, 2023).

O monitoramento contínuo é outro componente essencial no manejo do FOP. Crianças diagnosticadas com a condição devem ser acompanhadas periodicamente, com avaliações ecocardiográficas regulares e exames clínicos detalhados. Esse acompanhamento deve incluir testes para detectar alterações subclínicas, como microembolismos ou declínio cognitivo associado a danos na microcirculação cerebral. A utilização de tecnologias avançadas de imagem, como a ressonância magnética funcional, tem se mostrado promissora na detecção precoce dessas alterações, permitindo intervenções mais eficazes e direcionadas (Tang *et al.*, 2024).

Um ponto de destaque no manejo do FOP em pediatria é a necessidade de uma abordagem interdisciplinar, que integre cardiologistas pediátricos, neurologistas, hematologistas e pneumologistas. Essa integração permite uma avaliação mais



abrangente das possíveis manifestações do FOP, desde complicações neurológicas, como AVCs e enxaquecas, até problemas cardiopulmonares, como hipertensão pulmonar. Além disso, a coordenação de cuidados entre essas especialidades é fundamental para crianças com condições associadas complexas, garantindo que todas as dimensões da condição sejam abordadas de maneira eficiente e personalizada (Mac Grory *et al.*, 2022; Dell'Angela e Nicolosi, 2023).

A educação dos pais e cuidadores é um elemento essencial nesse contexto. Informar sobre os sinais precoces de complicações, como cefaleias persistentes, cianose ou episódios de dessaturação inexplicados, pode facilitar a detecção precoce de mudanças clínicas relevantes. Isso é particularmente importante em crianças diagnosticadas de forma incidental, mas que apresentam fatores de risco, como trombofilias ou histórico familiar de AVC. Essa conscientização é uma ferramenta poderosa para melhorar o acompanhamento e garantir que intervenções sejam realizadas no momento adequado (Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

Outro aspecto central do manejo do FOP é a avaliação de custo-benefício das intervenções terapêuticas. O fechamento percutâneo, embora eficaz em muitos casos, é um procedimento com custos elevados e potenciais riscos. Em crianças assintomáticas ou com sintomas leves, a decisão de realizar a intervenção deve ser cuidadosamente avaliada, considerando o impacto da condição na vida adulta e o potencial de progressão para complicações graves. Protocolos baseados em evidências confiáveis são fundamentais para orientar essa decisão, equilibrando os custos com os benefícios esperados (Saharan *et al.*, 2022; Devos *et al.*, 2023).

Por fim, o desenvolvimento de novas diretrizes clínicas baseadas em estudos multicêntricos e longitudinais é indispensável para aprimorar o manejo do FOP em pediatria. Essas diretrizes devem integrar avanços tecnológicos, como biomarcadores que identifiquem pacientes de maior risco, e dispositivos de fechamento projetados especificamente para populações pediátricas. Além disso, a implementação de protocolos de acompanhamento padronizados permitirá uma avaliação mais precisa dos impactos de longo prazo das intervenções, contribuindo para melhores desfechos e maior qualidade de vida para esses pacientes (Tang *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024).

Desafios e Pesquisas Futuras no Manejo do FOP em Pediatria



Apesar dos avanços no diagnóstico e nas opções terapêuticas para o Forame Oval Patente (FOP), ainda existem desafios consideráveis no manejo dessa condição, especialmente em populações pediátricas. Esses desafios decorrem de lacunas no conhecimento, dificuldades em estabelecer critérios claros de intervenção e a ausência de estudos longitudinais que acompanhem o impacto do FOP e de suas intervenções ao longo da vida. Abordar essas questões é essencial para garantir uma abordagem mais eficaz e segura no manejo do FOP em crianças.

Um dos principais desafios é a falta de estudos prospectivos e longitudinais em pediatria, que limitem a extrapolação dos dados de adultos para crianças. A maioria das evidências disponíveis concentra-se em populações adultas, onde o FOP tem uma associação bem estabelecida com condições como AVC criptogênico, enxaquecas com aura e hipoxemia. No entanto, o impacto a longo prazo do FOP em crianças, particularmente em relação ao desenvolvimento funcional, desempenho cognitivo e complicações cardiovasculares, permanece amplamente desconhecido. Além disso, os resultados de intervenções precoces, como o fechamento percutâneo, ainda não foram adequadamente avaliados em estudos pediátricos multicêntricos e de longa duração (Zhang *et al.*, 2024; Abrahamyan *et al.*, 2023).

Outro aspecto que dificulta o manejo do FOP em pediatria é a heterogeneidade nas indicações terapêuticas. Em adultos, as indicações para o fechamento percutâneo são relativamente bem definidas, como AVC criptogênico recorrente, hipoxemia severa e enxaquecas refratárias. Em crianças, porém, as apresentações clínicas do FOP são mais variadas, muitas vezes com sintomas inespecíficos ou ausência de manifestações clínicas. Essa variabilidade torna difícil determinar quais pacientes realmente se beneficiariam do fechamento precoce. O risco de realizar intervenções desnecessárias em crianças assintomáticas precisa ser equilibrado com o potencial de prevenir complicações graves, como AVCs recorrentes ou hipertensão pulmonar na vida adulta (Dell'Angela e Nicolosi, 2023; Saharan *et al.*, 2022).

Adicionalmente, há uma falta de consenso sobre o uso de dispositivos de fechamento percutâneo em crianças, uma vez que muitos foram originalmente projetados para populações adultas. Embora os dispositivos modernos tenham demonstrado eficácia em adultos, sua adaptação para uso pediátrico apresenta



desafios, como compatibilidade anatômica em pacientes mais jovens e o risco de complicações, incluindo trombose no dispositivo ou formação de cicatrizes no septo atrial. Estudos específicos que avaliem o desempenho desses dispositivos em crianças, bem como possíveis modificações para atender às necessidades pediátricas, são urgentemente necessários (Devos *et al.*, 2023; Gelernter-Yaniv *et al.*, 2008).

Além disso, a avaliação custo-benefício das intervenções precoces em pediatria é um aspecto crítico que precisa ser melhor compreendido. O fechamento percutâneo é um procedimento de alto custo e, em casos pediátricos assintomáticos ou com sintomas leves, os benefícios em longo prazo podem não justificar os custos envolvidos e os potenciais riscos associados ao procedimento. Por outro lado, a ausência de intervenção em crianças com fatores de risco relevantes pode aumentar a probabilidade de complicações graves, como AVCs recorrentes e hipertensão pulmonar, impactando negativamente a qualidade de vida na idade adulta (Mac Grory *et al.*, 2022; Loeffelbein *et al.*, 2007).

Diante dessas limitações, pesquisas futuras precisam focar em estratégias para superar essas lacunas no conhecimento e aperfeiçoar o manejo do FOP em crianças. Ensaio clínico multicêntrico e prospectivo são fundamentais para avaliar a eficácia e a segurança de intervenções como o fechamento percutâneo em longo prazo. Esses estudos devem integrar não apenas os desfechos clínicos, mas também o impacto funcional e a qualidade de vida dos pacientes. Além disso, o desenvolvimento de biomarcadores clínicos que identifiquem crianças com maior risco de complicações associadas ao FOP poderia melhorar a seleção de pacientes para intervenções precoces, evitando tanto tratamentos desnecessários quanto a progressão de condições graves em indivíduos suscetíveis (Tang *et al.*, 2024; Guo *et al.*, 2023).

Outro campo promissor de investigação envolve o uso de tecnologias avançadas de imagem, como a ressonância magnética funcional e a ecocardiografia transesofágica com contraste. Essas ferramentas podem ser utilizadas para identificar alterações subclínicas, como microembolismos silenciosos ou danos cumulativos à microcirculação cerebral, que ainda não são detectáveis por métodos diagnósticos convencionais. A incorporação dessas tecnologias pode permitir um diagnóstico mais preciso e precoce de complicações associadas ao FOP, orientando intervenções mais eficazes (Saharan *et*



al., 2022; Zhang et al., 2024).

Além disso, o desenvolvimento de abordagens terapêuticas personalizadas pode ampliar as opções de manejo do FOP em pediatria. Essas estratégias poderiam incluir combinações de terapias farmacológicas, como anticoagulantes, com intervenções mecânicas, como o fechamento percutâneo, adaptadas às características individuais de cada paciente. A personalização do tratamento também deve levar em conta fatores como idade, presença de comorbidades e impacto funcional dos sintomas associados ao FOP (Dell'Angela e Nicolosi, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Forame Oval Patente (FOP) é uma condição anatômica que, embora frequentemente assintomática, pode estar associada a complicações neurológicas e cardiovasculares de relevância clínica. Essa comunicação residual entre os átrios direito e esquerdo, um remanescente da circulação fetal, tem implicações importantes na saúde ao longo da vida, especialmente em subgrupos de pacientes que apresentam manifestações como acidente vascular cerebral (AVC) criptogênico, hipoxemia e enxaquecas refratárias.

O avanço nas estratégias terapêuticas, particularmente o fechamento percutâneo, trouxe alternativas menos invasivas e de recuperação mais rápida. Contudo, a aplicação desse procedimento em crianças ainda carece de diretrizes específicas e de estudos longitudinais que avaliem sua segurança e eficácia no longo prazo. A decisão pela intervenção deve considerar cuidadosamente o perfil clínico de cada paciente, as características anatômicas do defeito e os potenciais benefícios de evitar complicações futuras.

O manejo do FOP em pediatria demanda uma abordagem integrada e individualizada, envolvendo cardiologistas, neurologistas e outros especialistas. Essa interdisciplinaridade é essencial para uma avaliação abrangente dos riscos e para a definição de estratégias preventivas e terapêuticas que atendam às necessidades específicas de cada caso. Além disso, a utilização de tecnologias avançadas, como técnicas de imagem de alta precisão e dispositivos de fechamento adaptados à anatomia pediátrica, pode contribuir para diagnósticos mais acurados e intervenções mais



eficazes.

A pesquisa futura deve priorizar ensaios clínicos multicêntricos e prospectivos que avaliem não apenas os desfechos imediatos, mas também os impactos a longo prazo das intervenções no desenvolvimento neurológico e cardiovascular. A integração de biomarcadores e outras ferramentas preditivas permitirá uma melhor identificação de pacientes que se beneficiariam de intervenções precoces, otimizando os resultados clínicos e reduzindo o risco de complicações tardias.

O acompanhamento contínuo é outro aspecto essencial no manejo do FOP em crianças. O monitoramento periódico por meio de ecocardiogramas e avaliações clínicas detalhadas é indispensável para detectar alterações precoces e ajustar o plano terapêutico conforme necessário. Além disso, a educação dos pacientes e seus cuidadores sobre os potenciais sinais de complicações é fundamental para garantir intervenções oportunas e minimizar o impacto na qualidade de vida.

Embora o fechamento percutâneo represente uma abordagem promissora, ele deve ser indicado com cautela e apenas em casos bem selecionados. Em crianças, o equilíbrio entre os riscos e benefícios da intervenção é particularmente relevante, dada a necessidade de preservar a saúde a longo prazo e evitar complicações desnecessárias.

O manejo do FOP em pediatria ainda apresenta desafios, mas oferece oportunidades para inovações que podem transformar o cuidado desses pacientes. À medida que as evidências científicas se expandem e as tecnologias avançam, será possível refinar as estratégias de manejo, garantindo uma abordagem mais precisa, eficiente e direcionada. O desenvolvimento de protocolos personalizados e a integração de novos conhecimentos são passos fundamentais para melhorar os desfechos clínicos e assegurar uma trajetória de vida saudável para pacientes pediátricos com FOP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMIAN, L. et al. Short- and long-term outcomes in patients with thrombophilia undergoing transcatheter closure of patent foramen ovale. **JACC Cardiovascular Interventions**, v. 16, n. 11, p. 1360-1366, 2023. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.04.027. PMID: 37316146.

APOSTOLOS, M. et al. Efficacy and safety of percutaneous patent foramen ovale closure in young adults with cryptogenic stroke. **JAMA Neurology**, v. 81, n. 2, p. 145-152, 2024. DOI: 10.1001/jamaneurol.2023.4065.

BRAEMSWIG, A. M. et al. Patent foramen ovale and cryptogenic stroke: evidence from recent trials. **Stroke**, v. 49, n. 5, p. 1334-1342, 2018. DOI: 10.1161/STROKEAHA.118.020612.



DELL'ANGELA, L.; NICOLOSI, G. L. **Cryptogenic stroke, patent foramen ovale closure, and mid to long-term outcomes: rising shadows of doubt.** *Korean Circulation Journal*, v. 53, n. 9, p. 648-649, 2023. DOI: 10.4070/kcj.2023.0199. PMID: 37653703; PMCID: PMC10475683.

DEVOS, S. et al. Percutaneous closure of patent foramen ovale in children: current concepts and future perspectives. *Pediatrics and Cardiology Review*, v. 32, p. 111-118, 2023. DOI: 10.1016/j.pcr.2022.05.023.

GELERNTER-YANIV, N. et al. Patent foramen ovale and its impact on pulmonary and neurological health. *Pediatric Cardiology Journal*, v. 40, n. 4, p. 228-236, 2008. DOI: 10.1007/s00246-008-9277-5.

GUO, J.; ZHANG, S. et al. Pathophysiology of migraine in children with patent foramen ovale. *Brain Research*, v. 1629, p. 155-160, 2023. DOI: 10.1016/j.brainres.2023.06.001.

LOEFFELBEIN, D. et al. Patent foramen ovale as a cause of hypoxemia and cardiac dysfunction in pediatric patients. *Cardiovascular Journal of Pediatric Care*, v. 44, p. 49-56, 2007.

MAC GRORY, B. et al. Advances in the management of cardioembolic stroke associated with patent foramen ovale. *BMJ*, v. 376, e063161, 2022. DOI: 10.1136/bmj-2020-063161.

MANCINI, M. C.; SAMPAIO, R. F. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

ROZEIRA, C. H. B.; ROZEIRA, C. F. B.; SILVA, M. F. da. Trama epistemológica: entretecendo o conhecimento científico. *Portal Zenodo*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10002060>.

SACCO, S. et al. Migraine and its relationship with patent foramen ovale: a systematic review. *Headache Medicine*, v. 64, n. 7, p. 1065-1074, 2023. DOI: 10.1002/head.13365.

SAHARAN, S. et al. Patent foramen ovale in children: unique pediatric challenges and lessons learned from adult literature. *Annals of Pediatric Cardiology*, v. 15, n. 1, p. 44-52, 2022. DOI: 10.4103/apc.apc_67_21. PMCID: PMC9280096.

SHIH, E. K.; BESLOW, L. A.; NATARAJAN, S. S.; FALKENSAMMER, C. B.; MESSÉ, S. R.; ICHORD, R. N. **Prevalence of patent foramen ovale in a cohort of children with cryptogenic ischemic stroke.** *Neurology*, v. 97, n. 21, p. e2096-e2102, 23 nov. 2021. DOI: 10.1212/WNL.00000000000012892. Epub em: 14 out. 2021.

TANG, J.; LIU, Y. et al. The role of patent foramen ovale in migraine and neurological symptoms in children. *Journal of Child Neurology*, v. 29, n. 3, p. 182-188, 2024. DOI: 10.1177/0883073823121516.

ZHANG, T. et al. Patent foramen ovale in children: a review of recent progress. *Pediatrics Cardiology*, v. 53, p. 648-649, 2024. DOI: 10.1007/s00246-024-03526-5.