

## **Desafios anestésicos no manejo de pacientes pediátricos com cranioestenose**

Anesthetic challenges in the management of pediatric patients with  
craniosynostosis

Retos anestésicos en el manejo de pacientes pediátricos con craneosinostosis

André Pinheiro Borges<sup>1</sup>

### **RESUMO**

Considerando a elevada complexidade das cirurgias de cranioestenose em crianças e a vulnerabilidade fisiológica dessa população, objetivou-se analisar os principais desafios anestésicos e as estratégias capazes de ampliar a segurança perioperatória. Para tanto, realizou-se revisão narrativa, qualitativa e descritiva da literatura, com buscas no PubMed, MEDLINE, SciELO e Google Acadêmico, priorizando estudos relacionados à via aérea, sangramento, monitorização, analgesia e recuperação pós-operatória. Os achados demonstraram que a dificuldade de ventilação e intubação se concentra sobretudo nas formas sindrômicas, enquanto a perda sanguínea representa risco transversal, agravado pela baixa volemia de lactentes. O ácido tranexâmico, o preparo transfusional, a monitorização hemodinâmica e térmica e os protocolos multimodais de recuperação mostraram associação com menor sangramento, menor exposição a hemocomponentes, redução do uso de opioides e menor permanência hospitalar. A analgesia permanece heterogênea e frequentemente insuficiente. Conclui-se que o manejo deve ser individualizado, multidisciplinar e orientado por protocolos, com planejamento antecipado da via aérea e do sangue, vigilância pós-operatória e decisões de extubação baseadas no risco clínico.

**Palavras-chave:** cranioestenose, anestesia pediátrica, manejo perioperatório, via aérea, hemorragia.

### **ABSTRACT**

Considering the complexity of craniosynostosis surgery in children and the limited physiological reserve of this population, this study aimed to analyze the main anesthetic challenges and the strategies that may improve perioperative safety. A qualitative, descriptive narrative review was conducted using PubMed, MEDLINE, SciELO, and Google Scholar, prioritizing studies on airway management, bleeding, monitoring, analgesia, and postoperative recovery. The evidence showed that difficult ventilation and intubation are particularly relevant in syndromic craniosynostosis, whereas major blood loss is a cross-cutting risk intensified by the small circulating blood volume of infants. Tranexamic

---

<sup>1</sup>Graduado em Medicina (Residência de Anestesiologia R3). Formação: Faculdade de Itaúna. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: borgesandre13@gmail.com.

acid, advance preparation for transfusion, hemodynamic and temperature monitoring, and multimodal enhanced-recovery protocols were associated with less bleeding, reduced exposure to blood products, lower opioid use, and shorter hospital stay. Pain management remains heterogeneous and may be insufficient. It is concluded that anesthetic care should be individualized, multidisciplinary, and protocol-driven, with early airway and blood-management planning, careful postoperative surveillance, and extubation decisions based on clinical risk.

**Keywords:** craniosynostosis, pediatric anesthesia, perioperative care, airway, hemorrhage.

## RESUMEN

Considerando la complejidad de la cirugía de craneosinostosis en niños y la limitada reserva fisiológica de esta población, el objetivo fue analizar los principales desafíos anestésicos y las estrategias capaces de aumentar la seguridad perioperatoria. Se realizó una revisión narrativa, cualitativa y descriptiva de la literatura en PubMed, MEDLINE, SciELO y Google Académico, priorizando estudios sobre vía aérea, sangrado, monitorización, analgesia y recuperación posoperatoria. Los hallazgos mostraron que la ventilación e intubación difíciles son especialmente relevantes en las formas sindrómicas, mientras que la pérdida sanguínea constituye un riesgo transversal, agravado por el bajo volumen circulante de los lactantes. El ácido tranexámico, la preparación transfusional, la monitorización hemodinámica y térmica y los protocolos multimodales de recuperación se asociaron con menor sangrado, menor exposición a hemoderivados, reducción del uso de opioides y menor estancia hospitalaria. El control del dolor sigue siendo heterogéneo y puede resultar insuficiente. Se concluye que el manejo debe ser individualizado, multidisciplinario y guiado por protocolos, con planificación anticipada de la vía aérea y de la sangre, vigilancia posoperatoria y decisiones de extubación basadas en el riesgo clínico.

**Palabras clave:** craneosinostosis, anestesia pediátrica, manejo perioperatorio, vía aérea, hemorragia.

## 1 INTRODUÇÃO

A cranioestenose, ou craniossinostose, caracteriza-se pela fusão prematura de uma ou mais suturas cranianas, com alterações do crescimento do crânio e possíveis repercussões neurológicas e craniofaciais. A correção cirúrgica busca tratar a deformidade e, quando presente, a restrição intracraniana, mas envolve crianças com reduzida reserva fisiológica e necessidades perioperatórias específicas (Johnson; Wilkie, 2011; Karsonovich; Das, 2026).

Os principais desafios anestésicos incluem o manejo da via aérea, especialmente nas formas sindrômicas, a perda sanguínea proporcionalmente elevada e a manutenção da estabilidade fisiológica. No pós-operatório, dor e complicações respiratórias exigem planejamento integrado à técnica cirúrgica e às condições da criança (Thomas et al., 2012; Lionel et al., 2020).

Estratégias de conservação sanguínea e protocolos de recuperação aprimorada têm apresentado resultados favoráveis, porém a diversidade das populações, dos procedimentos e

dos delineamentos limita sua aplicação uniforme. A comparação crítica dessas evidências pode apoiar decisões perioperatórias mais adequadas ao risco individual (Coombs; Knackstedt; Patel, 2023; Belouaer et al., 2023).

Este estudo tem como objetivo analisar os principais desafios anestésicos no manejo perioperatório de pacientes pediátricos com cranioestenose e as estratégias associadas à redução de complicações, com foco na via aérea, no sangramento, na monitorização, na analgesia e na recuperação pós-operatória.

## **2 FUNDAMENTOS DO MANEJO ANESTÉSICO NA CRANIOESTENOSE PEDIÁTRICA**

### **2.1 CRANIOESTENOSE: ASPECTOS CLÍNICOS E REPERCUSSÕES NO MANEJO ANESTÉSICO**

A apresentação clínica varia conforme as suturas acometidas: a sinostose sagital associa-se à escafocefalia; a coronal, à plagiocefalia anterior ou à braquicefalia; a metópica, à trigonocefalia; e a lambdoide, à plagiocefalia posterior. A classificação síndrome ou não síndrome deve ser distinguida do número de suturas envolvidas, pois esses critérios não são equivalentes (Garrocho-Rangel et al., 2018; Johnson; Wilkie, 2011).

Nas síndromes de Apert, Crouzon e Pfeiffer, alterações como hipoplasia do terço médio da face, obstrução nasofaríngea e apneia obstrutiva do sono ampliam o risco respiratório. A avaliação pré-anestésica deve identificar esses achados e recuperar informações sobre anestésias anteriores, sem pressupor dificuldade de intubação apenas pelo diagnóstico síndrômico (Thomas et al., 2012; Kouga; Tanoue; Matsui, 2014).

O planejamento também considera idade, peso, comorbidades e procedimento proposto. Técnicas endoscópicas e reconstruções abertas apresentam demandas diferentes, sobretudo quanto à extensão da exposição e ao sangramento. Nos casos com hipertensão intracraniana ou hidrocefalia, a estabilidade ventilatória e hemodinâmica assume relevância adicional para a perfusão cerebral (Karsonovich; Das, 2026; Thomas et al., 2012).

A proptose e as deformidades craniofaciais requerem proteção ocular e posicionamento cuidadoso, com atenção à fixação do tubo e ao acesso à via aérea após a montagem do campo. Esses aspectos anatômicos complementam a avaliação clínica e orientam a preparação do ambiente anestésico (Kumar et al., 2014; Thomas et al., 2012).

## **2.2 PRINCIPAIS DESAFIOS ANESTÉSICOS EM PACIENTES PEDIÁTRICOS COM CRANIOESTENOSE**

A dificuldade de ventilação e intubação exige um plano de via aérea compatível com a anatomia e a idade, incluindo alternativas de resgate. A obstrução pode persistir no despertar, quando edema e efeitos residuais dos anestésicos se somam às alterações prévias (Thomas et al., 2012; Kathiravan K et al., 2025).

O sangramento constitui risco central nas reconstruções abertas: perdas aparentemente pequenas podem representar parcela importante da volemia de lactentes. A avaliação deve integrar estimativa das perdas, hemoglobina e resposta hemodinâmica, pois a observação visual isolada pode subestimar a necessidade de intervenção (Lopez Jr. et al., 2019; Lionel et al., 2020).

A exposição cirúrgica prolongada favorece hipotermia e alterações metabólicas, enquanto a manipulação óssea e venosa exige vigilância para embolia aérea. Esses riscos justificam controle térmico e monitorização ajustada à extensão da cirurgia, com reconhecimento precoce de mudanças ventilatórias e circulatórias (Hormozi et al., 2017; Kumar et al., 2014).

A dor pós-operatória acrescenta o desafio de oferecer analgesia eficaz sem comprometer a ventilação e a avaliação neurológica. A heterogeneidade dos esquemas publicados e a vulnerabilidade respiratória de parte dos pacientes tornam necessária a titulação individual e a avaliação seriada com escalas apropriadas à idade (Kattail et al., 2018; Mortada et al., 2022).

## **2.3 ESTRATÉGIAS ANESTÉSICAS E CUIDADOS PERIOPERATÓRIOS**

O preparo pré-operatório deve articular avaliação da via aérea, hemoglobina, previsão de perdas e disponibilidade de hemocomponentes. A definição conjunta de acessos, monitorização e destino pós-operatório permite adequar os recursos à complexidade prevista (Thomas et al., 2012; McLay et al., 2025).

O manejo do sangue combina otimização hematológica, antifibrinolítico e critérios transfusionais. O ácido tranexâmico apresentou benefício na redução do sangramento, mas sua utilização não substitui o preparo hemoterápico; outras medidas de conservação

dependem da indicação e dos recursos institucionais (Fenger-Eriksen et al., 2019; Alabdulkarim et al., 2023; Coombs; Knackstedt; Patel, 2023).

Durante a cirurgia, a monitorização básica pode ser complementada por acesso arterial e avaliação seriada de hemoglobina, gasometria, eletrólitos e coagulação, conforme o risco. O aquecimento ativo e o controle de fluidos integram a prevenção da instabilidade fisiológica (Thomas et al., 2012; Lionel et al., 2020; Hormozi et al., 2017).

Os protocolos de recuperação aprimorada após cirurgia (Enhanced Recovery After Surgery — ERAS) organizam medidas pré, intra e pós-operatórias, incluindo analgesia multimodal, manejo de fluidos e recuperação funcional. Sua aplicação exige critérios individualizados de extubação e vigilância, além de acompanhamento da adesão e dos desfechos; a comparação dos resultados publicados é apresentada na discussão (Knackstedt; Patel, 2020; Belouaer et al., 2023).

### **3 METODOLOGIA**

Realizou-se revisão narrativa da literatura, com síntese descritiva e qualitativa de publicações sobre os desafios anestésicos e os cuidados perioperatórios na cirurgia de cranioestenose pediátrica.

#### **3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E FONTES DE DADOS**

As buscas foram realizadas entre março e maio de 2026 nas fontes informadas no levantamento: PubMed, MEDLINE, SciELO e Google Acadêmico. Priorizaram-se publicações dos quinze anos anteriores à busca, sem estabelecer esse intervalo como critério rígido de exclusão. PubMed e MEDLINE apresentam sobreposição de registros; a interface de consulta específica da MEDLINE não foi informada no registro metodológico disponível.

Foram empregados os termos em português e inglês “craniossinostose”, “cranioestenose”, “anestesia pediátrica”, “manejo anestésico”, “craniosynostosis”, “pediatric anesthesia”, “perioperative care” e “craniofacial surgery”, combinados com AND e OR. O levantamento contemplou via aérea, sangramento, monitorização, analgesia e recuperação. As expressões completas executadas em cada fonte e os respectivos filtros não constam do registro metodológico disponível, o que limita a reprodutibilidade da busca.

### **3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO**

Foram considerados artigos disponíveis na íntegra, em português ou inglês, que abordassem o manejo anestésico ou perioperatório de crianças com cranioestenose. A síntese incluiu ensaios clínicos, estudos observacionais, revisões e relatos clínicos pertinentes. Obras de referência foram utilizadas para contextualização, separadamente dos estudos clínicos resumidos no quadro.

Foram excluídos registros duplicados, publicações sem relação com o objetivo, textos incompletos ou sem acesso integral, dissertações não publicadas em periódicos e estudos exclusivamente cirúrgicos sem abordagem anestésica ou perioperatória. Também foram desconsideradas publicações em outros idiomas ou com informações insuficientes para a análise.

### **3.3 PROCESSO DE SELEÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS**

A seleção compreendeu leitura de títulos e resumos e, posteriormente, leitura integral dos trabalhos potencialmente pertinentes, com aplicação dos critérios de elegibilidade. O registro metodológico disponível não informa os quantitativos de identificação, exclusão e seleção por etapa, nem o número de revisores; por isso, não se apresenta fluxograma quantitativo ou alegação de seleção independente.

A síntese foi organizada por via aérea, sangramento e transfusão, estabilidade fisiológica, analgesia e recuperação. O Quadro 1 apresenta nove estudos selecionados para comparação de delineamento, amostra e principais resultados, sem representar a totalidade das referências utilizadas. A discussão confrontou convergências e diferenças entre os achados, considerando as características das populações e dos procedimentos.

Não houve metanálise própria nem avaliação formal do risco de viés. Os resultados foram interpretados de forma narrativa, sem atribuir equivalência de evidência a ensaios, estudos observacionais e relatos clínicos. As limitações desse processo são discutidas na seção 4.4.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O estudo utilizou exclusivamente literatura científica publicada, sem recrutamento de participantes ou acesso a dados individuais identificáveis. As fontes utilizadas foram citadas no texto e relacionadas ao final.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise qualitativa das publicações selecionadas revelou cinco núcleos recorrentes no manejo anestésico da cranioestenose pediátrica: avaliação e proteção da via aérea; prevenção e tratamento da hemorragia; manutenção da estabilidade hemodinâmica, térmica e metabólica; controle multimodal da dor; e organização do cuidado pós-operatório. Esses núcleos não se apresentam de forma isolada. Ao contrário, interagem durante todo o percurso perioperatório e assumem intensidade distinta conforme o fenótipo sindrômico, a idade, o peso, o número de suturas comprometidas e a extensão da técnica cirúrgica (Thomas et al., 2012; Lionel et al., 2020).

A literatura também mostrou uma diferença importante entre a robustez das evidências. O controle do sangramento concentra ensaios randomizados, revisões sistemáticas e metanálises, ao passo que vários aspectos da via aérea, da monitorização e da extubação ainda se apoiam em séries retrospectivas, estudos de coorte e relatos clínicos. Essa assimetria impede a formulação de um protocolo universal, mas permite reconhecer medidas com benefício mais consistente e pontos nos quais a decisão deve permanecer individualizada (Coombs; Knackstedt; Patel, 2023; Kathiravan K et al., 2025).

O Quadro 1 reúne os estudos que ofereceram resultados diretamente relacionados aos eixos desta revisão. Os dados não representam uma metanálise própria, mas uma síntese descritiva das amostras e dos desfechos informados pelos autores, preservando as diferenças de delineamento e de população.

**Quadro 1 - Síntese dos estudos com maior contribuição para os eixos analisados**

| Estudo e delineamento                                       | Principais resultados                                                                                                                                                           | Contribuição para a revisão                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lopez Jr. et al. (2019) - coorte retrospectiva, 43 crianças | Na cirurgia aberta, a perda calculada média correspondeu a 44,3% da volemia estimada; o volume transfundido médio foi 26,5% da volemia e 86% das crianças receberam transfusão. | Demonstra a magnitude relativa do sangramento pediátrico e a maior consistência da perda calculada em comparação à estimativa visual. |

| Estudo e delineamento                                                          | Principais resultados                                                                                                                                                                                                                      | Contribuição para a revisão                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fenger-Eriksen et al. (2019) - ensaio randomizado, 30 crianças                 | A infusão perioperatória prolongada de ácido tranexâmico reduziu a perda total de 52 para 28 mL/kg e diminuiu a utilização de concentrado de hemácias e plasma fresco congelado.                                                           | Oferece evidência experimental favorável ao antifibrinolítico, embora com amostra pequena e regime específico.                                 |
| Kattail et al. (2018) - coorte retrospectiva, 54 crianças                      | Dor moderada ou intensa ocorreu em 56,5% no dia da cirurgia e em 60,9% no primeiro dia pós-operatório.                                                                                                                                     | Contesta a subestimação da dor após correção aberta e sustenta avaliação sistemática e analgesia multimodal.                                   |
| Knackstedt e Patel (2020) - comparação antes/depois, 55 ERAS e 23 controles    | O protocolo reduziu transfusão intraoperatória (13/53 versus 23/23), necessidade de morfina/hidromorfona (12/55 versus 22/23) e permanência hospitalar (2,3 versus 3,6 noites).                                                            | Indica que intervenções combinadas podem produzir benefícios simultâneos em hemoterapia, analgesia e recuperação.                              |
| Mortada et al. (2022) - revisão sistemática, 17 estudos e 893 pacientes        | Predominou a analgesia multimodal com opioides e paracetamol; houve ampla variação de fármacos, vias e esquemas.                                                                                                                           | Evidencia prática heterogênea e necessidade de ensaios comparativos de combinações analgésicas.                                                |
| Coombs, Knackstedt e Patel (2023) - revisão sistemática, 52 estudos            | Foram identificadas evidências de nível I favoráveis à eritropoietina, recuperação celular e ácido tranexâmico, isolados ou combinados; a maioria dos estudos, porém, apresentou nível III ou IV.                                          | Sustenta manejo multimodal do sangue e, simultaneamente, revela fragilidade e heterogeneidade da base de evidências.                           |
| Alabdulkarim et al. (2023) - revisão sistemática e metanálise, 1.564 operações | A síntese quantitativa demonstrou efeito benéfico significativo do ácido tranexâmico na redução do sangramento perioperatório.                                                                                                             | Reforça a incorporação do fármaco a protocolos, com dose e duração ajustadas ao paciente e ao procedimento.                                    |
| Cuperus et al. (2024) - coorte multicêntrica, 275 pacientes síndrômicos        | Após cirurgia do terço médio da face, pneumonia ocorreu em 0% dos extubados imediatamente e em 15% dos submetidos à extubação tardia; cada dia adicional de intubação associou-se a aumento de 21% na chance de complicações relacionadas. | Favorece extubação individualizada e precoce quando critérios clínicos são atendidos, sem extrapolação automática para todos os procedimentos. |
| McLay et al. (2025) - coorte institucional com comparação multicêntrica        | A via padronizada associou eritropoietina, antifibrinolítico, critérios transfusionais e cuidado multidisciplinar; em 2020-2021, a mediana institucional de hemocomponentes com hemácias foi 0 mL/kg.                                      | Mostra o potencial de protocolos adaptados ao contexto, inclusive em centros com limitações geográficas e assistenciais.                       |

Fonte: elaboração do autor com base nos estudos citados no quadro (2026).

## 4.1 VIA AÉREA E RISCO RESPIRATÓRIO

Os achados confirmam que a via aérea constitui desafio central sobretudo na cranioestenose síndrômica. Hipoplasia do terço médio da face, estreitamento nasofaríngeo, palato ogival, proptose e apneia obstrutiva do sono aumentam a probabilidade de ventilação difícil sob máscara, obstrução após a indução e dificuldade para intubação. Nas formas não síndrômicas, a intubação pode transcorrer sem dificuldade relevante, mas o risco não deve ser presumido apenas pela classificação diagnóstica; exame anatômico, sintomas respiratórios, cirurgias anteriores e posição planejada precisam integrar a avaliação (Kouga; Tanoue; Matsui, 2014; Kumar et al., 2014).

Essa constatação tem implicação prática imediata: o plano de via aérea deve anteceder a indução e incluir estratégia primária, alternativas de resgate e definição dos critérios de interrupção das tentativas. Videolaringoscópio, fibroscópio, dispositivos supraglóticos e material para acesso cirúrgico devem estar disponíveis conforme a idade e a anatomia. Também é necessário verificar se o tubo permanecerá acessível após o posicionamento, porque a rotação da cabeça e a cobertura do campo cirúrgico limitam intervenções durante a operação (Thomas et al., 2012; Kathiravan K et al., 2025).

No pós-operatório, a decisão entre extubação imediata e ventilação prolongada exige ponderar edema facial, sangramento, duração cirúrgica, comorbidades, apneia obstrutiva, troca gasosa e nível de consciência. Cuperus et al. (2024), em estudo multicêntrico de cirurgias de avanço do terço médio da face em pacientes síndrômicos, observaram pneumonia em 0% dos pacientes extubados imediatamente, contra 15% entre os submetidos à extubação tardia; além disso, cada dia adicional de intubação associou-se a aumento de 21% na chance de complicações relacionadas. Por se tratar de estudo observacional, a associação não demonstra causalidade. O resultado questiona a manutenção rotineira do tubo quando critérios seguros de extubação são atendidos.

Entretanto, os dados de Cuperus et al. (2024) dizem respeito principalmente a procedimentos de avanço facial e não podem ser transferidos automaticamente para toda correção de abóbada craniana. A contribuição mais adequada é sustentar uma extubação orientada por risco, evitando tanto a retirada precipitada quanto a ventilação prolongada sem indicação. A disponibilidade de unidade intensiva pediátrica e a comunicação entre anesthesiologista, cirurgião e intensivista são condições essenciais para essa decisão (Belouaer et al., 2023; McLay et al., 2025).

## 4.2 SANGRAMENTO, TRANSFUSÃO E ESTABILIDADE FISIOLÓGICA

O sangramento foi o achado mais consistente entre os estudos. Em lactentes, perdas absolutas relativamente pequenas correspondem a grande fração da volemia e podem produzir deterioração rápida da perfusão. Lopez Jr. et al. (2019) identificaram, em 43 correções abertas, perda calculada média de 318 mL, equivalente a 44,3% da volemia estimada, enquanto a estimativa visual média foi de 28,1%. Apenas 14% não receberam transfusão. A diferença reforça que a observação do campo isoladamente pode subestimar o sangramento e deve ser integrada a hematócrito, balanço, peso de compressas, volume aspirado e resposta hemodinâmica.

A maior convergência terapêutica ocorreu em torno do ácido tranexâmico. No ensaio de Fenger-Eriksen et al. (2019), a infusão intra e pós-operatória reduziu a perda total média de 52 para 28 mL/kg e diminuiu o volume transfundido de hemácias e plasma. Em escala mais ampla, a metanálise de Alabdulkarim et al. (2023), com 1.564 operações, confirmou efeito benéfico significativo na redução do sangramento. A coerência entre ensaio controlado e síntese quantitativa fortalece o uso do antifibrinolítico em cirurgias abertas, desde que contraindicações, função renal, dose e duração sejam avaliadas individualmente.

Apesar dessa convergência, o ácido tranexâmico não elimina a necessidade de planejamento hemoterápico. Coombs, Knackstedt e Patel (2023) analisaram 52 estudos e identificaram heterogeneidade acentuada nos procedimentos, nas metas transfusionais e nos desfechos, embora evidências de nível I tenham favorecido ácido tranexâmico, eritropoietina e recuperação celular. Assim, a literatura apoia uma estratégia combinada: otimização pré-operatória da hemoglobina, disponibilidade antecipada de hemocomponentes, limiares transfusionais definidos, antifibrinolítico e técnicas de conservação sanguínea quando viáveis.

A experiência descrita por McLay et al. (2025) ilustra a relevância dessa combinação. A instituição rural estudada articulou eritropoietina, ácido tranexâmico, monitorização arterial, critérios restritivos de transfusão e comunicação multidisciplinar; no recorte de 2020-2021, a mediana de produtos contendo hemácias foi reduzida a 0 mL/kg. Embora o delineamento observacional não permita atribuir o resultado a um componente isolado, ele mostra que padronização, auditoria e adaptação local podem aproximar centros com diferentes recursos das melhores práticas.

A estabilidade fisiológica depende ainda da prevenção da hipotermia, da correção de distúrbios ácido-base e eletrolíticos e da detecção de coagulopatia. O aquecimento ativo do

paciente e dos fluidos é particularmente importante, pois a hipotermia agrava a disfunção da coagulação e prolonga a recuperação. Em operações extensas, acesso arterial, avaliação seriada de hemoglobina e gasometria e reposição guiada pelo quadro clínico oferecem maior capacidade de reconhecer mudanças rápidas (Hormozi et al., 2017; Lionel et al., 2020).

Também permanece a preocupação com embolia aérea venosa durante exposição óssea e manipulação de seios venosos. Embora a literatura selecionada não permita estimar frequência uniforme, a gravidade potencial justifica vigilância de queda súbita do dióxido de carbono expirado, dessaturação e instabilidade cardiovascular, bem como comunicação imediata com o cirurgião. Esse exemplo demonstra que parte do cuidado anestésico se baseia menos na incidência do evento e mais na necessidade de reconhecimento precoce de complicações raras e de alto impacto (Kumar et al., 2014; Thomas et al., 2012).

#### **4.3 ANALGESIA, PROTOCOLOS ERAS E RECUPERAÇÃO**

A dor pós-operatória mostrou-se relevante e possivelmente subestimada. Kattail et al. (2018) verificaram dor moderada ou intensa em 56,5% das crianças no dia da cirurgia e em 60,9% no primeiro dia pós-operatório. Esses percentuais se opõem à ideia de que a cirurgia craniana pediátrica produziria desconforto limitado e indicam a necessidade de escalas validadas para idade, reavaliações frequentes e analgesia iniciada antes do despertar.

A revisão sistemática de Mortada et al. (2022), com 17 estudos e 893 pacientes, encontrou predomínio de esquemas multimodais baseados em opioides e paracetamol, acompanhados, em parte dos trabalhos, por anti-inflamatórios e outros adjuvantes. A diversidade de fármacos e regimes impediu a definição de uma combinação superior. Dessa forma, analgesia multimodal deve ser entendida como princípio organizador, e não como prescrição rígida, devendo considerar risco de sangramento, função renal, sedação, apneia obstrutiva e possibilidade de avaliação neurológica.

Os protocolos ERAS integram essas medidas a objetivos de recuperação. Knackstedt e Patel (2020) compararam 55 crianças tratadas por protocolo com 23 controles e observaram menor transfusão intraoperatória, menor necessidade de morfina ou hidromorfona e redução da permanência de 3,6 para 2,3 noites. O protocolo não se limitou à analgesia: reuniu otimização da hemoglobina, recuperação celular, ácido tranexâmico, algoritmo transfusional, ajuste de fluidos e uso programado de analgésicos não opioides.

Resultados semelhantes em direção, embora provenientes de amostra menor, foram descritos por Belouaer et al. (2023), que compararam 35 pacientes anteriores à implementação com 10 submetidos ao protocolo ERAS. O principal ganho inicial foi o aumento expressivo da adesão aos itens pré, intra e pós-operatórios. Essa evidência sugere que a eficácia de um protocolo depende de mensurar cumprimento e resultados, pois a existência formal de uma diretriz não garante aplicação consistente à beira do leito.

A discussão dos protocolos também revela um limite importante: os benefícios decorrem de um conjunto de intervenções e não autorizam concluir que cada componente seja igualmente necessário em todos os pacientes. Crianças submetidas a procedimentos endoscópicos, correções abertas, avanços fronto-orbitários ou cirurgias do terço médio da face apresentam perfis diferentes. Por isso, padronizar deve significar definir processos mínimos e critérios de decisão, mantendo flexibilidade para ajustar monitorização, transfusão, analgesia, extubação e destino pós-operatório (Belouaer et al., 2023; McLay et al., 2025).

#### **4.4 IMPLICAÇÕES, LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS**

Em conjunto, os resultados respondem ao problema de pesquisa ao demonstrar que os desafios predominantes são a via aérea potencialmente difícil, a hemorragia proporcionalmente elevada, a instabilidade hemodinâmica e térmica, a dor e as complicações respiratórias no pós-operatório. As estratégias mais sustentadas pela literatura são planejamento multidisciplinar, disponibilidade de dispositivos de via aérea, ácido tranexâmico, preparação hemoterápica, monitorização proporcional ao risco, normotermia, analgesia multimodal e protocolos assistenciais auditáveis (Coombs; Knackstedt; Patel, 2023; Kathiravan K et al., 2025).

Na prática, recomenda-se estratificar o paciente antes da cirurgia em vez de aplicar o mesmo nível de intervenção a todos. Fenótipo sindrômico, apneia obstrutiva, múltiplas suturas, baixo peso, anemia, técnica aberta e longa duração prevista sinalizam maior necessidade de recursos e vigilância. A comunicação estruturada entre anestesiologia, neurocirurgia, cirurgia craniofacial, hemoterapia e terapia intensiva reduz improvisações e favorece resposta precoce às alterações (Cuperus et al., 2024; McLay et al., 2025).

Esta revisão apresenta limitações relacionadas ao delineamento narrativo, à ausência de avaliação formal do risco de viés e à heterogeneidade das populações, técnicas e desfechos. A restrição a estudos em português e inglês e a exigência de texto completo podem ter excluído evidências pertinentes. Além disso, parte da literatura deriva de centros altamente

especializados ou de relatos de casos, o que limita a generalização para instituições com menor volume cirúrgico.

Pesquisas futuras devem priorizar coortes prospectivas e multicêntricas, desfechos padronizados de perda sanguínea, transfusão, dor e complicações respiratórias, além de estudos comparativos sobre dose e duração do ácido tranexâmico. Também são necessários algoritmos de via aérea estratificados por síndrome, ensaios de combinações analgésicas e avaliações de custo-efetividade dos protocolos ERAS. O acompanhamento de desfechos neurocognitivos e qualidade de vida poderá demonstrar se ganhos perioperatórios se mantêm além da alta hospitalar.

## **5 CONCLUSÃO**

Os principais desafios anestésicos na cranioestenose pediátrica são a via aérea potencialmente difícil, o sangramento proporcionalmente elevado, a instabilidade fisiológica e o controle da dor e da função respiratória no pós-operatório. O cuidado deve ser ajustado ao fenótipo, à idade, às comorbidades e à extensão da cirurgia.

O ácido tranexâmico apresenta evidência favorável à redução das perdas sanguíneas e deve integrar o manejo multimodal do sangue. Analgesia multimodal e protocolos ERAS também apresentam resultados promissores, embora a heterogeneidade dos estudos limite a definição de um regime único. Planejamento multidisciplinar, monitorização proporcional ao risco e critérios individualizados de transfusão e extubação constituem as principais implicações práticas desta revisão.

## **REFERÊNCIAS**

- ALABDULKARIM, A. et al. Effect of tranexamic acid on the reduction of blood loss in craniostygnosis surgery: a systematic review and meta-analysis. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, v. 11, n. 6, e5021, 2023. DOI: 10.1097/GOX.0000000000005021.
- BELOUAER, A. et al. The Enhanced Recovery After Surgery protocol for the surgical management of craniostygnosis: Lausanne experience. *Neurosurgical Focus*, v. 55, n. 6, E14, 2023. DOI: 10.3171/2023.9.FOCUS23540.
- COOMBS, D. M.; KNACKSTEDT, R.; PATEL, N. Optimizing blood loss and management in craniostygnosis surgery: a systematic review of outcomes over the last 40 years. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, v. 60, n. 12, p. 1632-1644, 2023. DOI: 10.1177/10556656221116007.
- CUPERUS, I. E. et al. A European multicenter outcome study of perioperative airway management policies following midface surgery in syndromic craniostygnosis. *Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 154, n. 6, p. 1281-1292, 2024. DOI: 10.1097/PRS.00000000000011317.

- FENGER-ERIKSEN, C. et al. Reduced perioperative blood loss in children undergoing craniostynostosis surgery using prolonged tranexamic acid infusion: a randomised trial. *British Journal of Anaesthesia*, v. 122, n. 6, p. 760-766, 2019. DOI: 10.1016/j.bja.2019.02.017.
- GARROCHO-RANGEL, A. et al. Non-syndromic craniostynostosis in children: scoping review. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 23, n. 4, p. e421-e428, 2018. DOI: 10.4317/medoral.22328.
- HORMOZI, A. K. et al. Effect of perioperative management on outcome of patients after craniostynostosis surgery. *World Journal of Plastic Surgery*, v. 6, n. 1, p. 48-53, 2017.
- JOHNSON, D.; WILKIE, A. O. M. Craniostynostosis. *European Journal of Human Genetics*, v. 19, n. 4, p. 369-376, 2011. DOI: 10.1038/ejhg.2010.235.
- KARSONOVICH, T.; DAS, J. M. Craniostynostosis. In: STATPEARLS [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2026. Atualizado em: 19 jan. 2025. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544366/>. Acesso em: 15 set. 2026.
- KATHIRAVAN K; RANJAN RV; ESHVANTHNI V; RAJARAJACHOLAN D. Anesthetic considerations in pediatric craniostynostosis repair: multidisciplinary insights and challenges. *Cureus*, v. 17, n. 7, e87313, 2025. DOI: 10.7759/cureus.87313.
- KATTAIL, D. et al. Pain management for nonsyndromic craniostynostosis: adequate analgesia in a pediatric cohort? *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 29, n. 5, p. 1148-1153, 2018. DOI: 10.1097/SCS.0000000000004406.
- KNACKSTEDT, R.; PATEL, N. Enhanced recovery protocol after fronto-orbital advancement reduces transfusions, narcotic usage, and length of stay. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, v. 8, n. 10, e3205, 2020. DOI: 10.1097/GOX.0000000000003205.
- KOUGA, T.; TANOUE, K.; MATSUI, K. Airway statuses and nasopharyngeal airway use for airway obstruction in syndromic craniostynostosis. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 25, n. 3, p. 762-765, 2014. DOI: 10.1097/SCS.0000000000000763.
- KUMAR, N.; ARORA, S.; BINDRA, A.; GOYAL, K. Anesthetic management of craniostynostosis repair in patient with Apert syndrome. *Saudi Journal of Anaesthesia*, v. 8, n. 3, p. 399-401, 2014. DOI: 10.4103/1658-354X.136631.
- LIONEL, K. R.; MOORTHY, R. K.; SINGH, G.; MARIAPPAN, R. Anaesthetic management of craniostynostosis repair: a retrospective study. *Indian Journal of Anaesthesia*, v. 64, n. 5, p. 422-425, 2020. DOI: 10.4103/ija.IJA\_823\_19.
- LOPEZ JR., M. M. et al. Calculated blood loss and transfusion requirements in primary open repair of craniostynostosis. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*, v. 7, n. 2, e2112, 2019. DOI: 10.1097/GOX.0000000000002112.
- MCLAY, B. et al. Multidisciplinary collaborative efforts in craniostynostosis surgery: a Rural Appalachian institutional experience in patient care and outcomes. *International Journal of Pediatrics*, v. 2025, n. 1, 7477204, 2025. DOI: 10.1155/ijpe/7477204.
- MORTADA, H. et al. The management of perioperative pain in craniostynostosis repair: a systematic literature review of the current practices and guidelines for the future. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 44, n. 1, 33, 2022. DOI: 10.1186/s40902-022-00363-5.
- THOMAS, K.; HUGHES, C.; JOHNSON, D.; DAS, S. Anesthesia for surgery related to craniostynostosis: a review. Part 1. *Paediatric Anaesthesia*, v. 22, n. 11, p. 1033-1041, 2012. DOI: 10.1111/j.1460-9592.2012.03927.x.