






Desfecho cirúrgico do avanço fronto-orbital com fixação menos rígida na fossa craniana anterior em pacientes com craniossinostose

Surgical Outcome of Fronto-Orbital Advancement Using Less Rigid Fixation on the Anterior Cranial Fossa in Patients with Craniosynostosis

Rebecca Xin Yi Choy^{1,2} Wan Azman Wan Sulaiman¹ Che Zubaidah Bt Che Daud³
Hamidah Mohd Zainal² Johari Yap Abdullah^{4,5}

¹Unidade de Ciências Reconstructivas, School of Medical Sciences, Universiti Sains Malaysia, Kota Bahru, Kelantan, Malásia

²Departamento de Cirurgia Plástica e Reconstructiva, Hospital Kuala Lumpur, Jalan Pahang, Kuala Lumpur, Malásia

³Departamento de Radiologia, Hospital Tunku Azizah, Jalan Raja Muda Abdul Aziz, Kampung Baru, Kuala Lumpur, Malásia

⁴Unidade de Pesquisa e Inovação do Conjunto de Imagens Médicas Craniofaciais, School of Dental Sciences, Universiti Sains Malaysia, Kelantan, Malásia

Endereço para correspondência Rebecca Choy Xin Yi, Reconstructive Sciences Unit, School of Medical Sciences, Universiti Sains Malaysia, 16150, Kota Bahru, Kelantan, Malaysia
(e-mail: rebecca.tusc@gmail.com).

⁵Unidade de Pesquisa Odontológica, Centro de Pesquisa Transdisciplinar (CFTR), Saveetha Dental College, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Saveetha University, Chennai, Índia

Rev Bras Cir Plást 2026;41:s00461820099.

Resumo

Introdução A craniossinostose, caracterizada pela fusão prematura das suturas cranianas, pode causar aumento da pressão intracraniana, anomalias craniofaciais e problemas de desenvolvimento neurológico. O avanço fronto-orbital (AFO) é uma intervenção cirúrgica que visa aumentar o volume craniano anterior (VCA) e melhorar a simetria craniana frontal.

Objetivo Avaliar o resultado do AFO na fossa craniana anterior de pacientes submetidos a uma fixação menos rígida com suturas não absorvíveis de nylon 2/0.

Métodos O método de fixação com suturas não absorvíveis de nylon 2/0 foi utilizado em 19 pacientes com craniossinostose e acometimento das suturas coronais ou metópicas. As análises volumétricas pré- e pós-operatórias foram realizadas por meio de tomografia computadorizada (TC) tridimensional (3D) para avaliação do VCA, do índice de assimetria da abóbada craniana anterior (IAACA) e da alteração no formato da cabeça por meio do índice cefálico (IC) como desfechos primários.

Resultados Os resultados demonstraram um aumento significativo no VCA médio de 259,15 (desvio-padrão [DP]: 162,61) para 314,38 (DP: 79,78) cm³ no pós-operatório ($p = 0,042$). Houve uma melhora na simetria ($p = 0,05$), indicada pela alteração do IAACA médio de 1,14 (DP: 4,78) para -1,63 (DP: 4,98). No entanto, a análise de IC não

Palavras-chave

- ▶ avanço fronto-orbital
- ▶ craniossinostose/cirurgia
- ▶ fossa craniana anterior
- ▶ suturas não absorvíveis

recebido
24 de maio de 2025
aceito
12 de agosto de 2025

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0046-1820099>.
ISSN 2177-1235.

Editor-chefe: Dov Charles
Goldenberg.

© 2026. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua Rego Freitas, 175, loja 1, República, São Paulo, SP, CEP 01220-010, Brazil

revelou modificações pós-operatórias significativas na classificação do formato da cabeça.

Conclusão Esses achados sugerem que o AFO com sutura não absorvível de nylon é um método eficaz e econômico para aumento do VCA e melhora da simetria, com manutenção da estabilidade estrutural. Assim, o AFO é uma opção viável para pacientes com recursos financeiros limitados. No entanto, a ausência de alterações significativas na classificação do formato da cabeça destaca a necessidade de maior refinamento das técnicas cirúrgicas. Recomenda-se acompanhamento em longo prazo e coortes maiores para avaliação da persistência desses desfechos e otimização das estratégias de tratamento.

Abstract

Introduction Craniosynostosis, characterized by the premature fusion of cranial sutures, can lead to increased intracranial pressure, craniofacial abnormalities, and neurodevelopmental concerns. Fronto-orbital advancement (FOA) is a surgical intervention aimed at increasing anterior cranial volume (ACV) and improving frontal cranial symmetry.

Objective To evaluate the outcome on the anterior cranial fossa of patients who underwent less rigid fixation using nonabsorbable nylon 2/0 sutures.

Methods Nonabsorbable nylon 2/0 sutures as fixation method were used in 19 patients with craniosynostosis involving either the coronal or metopic sutures. Their pre- and postoperative volumetric analyses were conducted using three-dimensional (3D) computed tomography (CT) imaging to evaluate the ACV, anterior cranial vault asymmetry index (ACVAI), and change in the head shape using cephalic index (CI) as primary outcome measures.

Results The results demonstrated a significant increase in mean ACV, from 259.15 (SD: 162.61) to 314.38 (SD: 79.78) cm³ postoperatively ($p = 0.042$). Also, there was a notable improvement in symmetry ($p = 0.05$), indicated by a mean ACVAI change from 1.14 (SD: 4.78) to -1.63 (SD: 4.98). However, CI analysis revealed no significant postoperative changes in head shape classification.

Conclusion These findings suggest that FOA with nonabsorbable nylon suture is an effective and cost-efficient method in increasing ACV and improving symmetry while maintaining structural stability, making it a viable option for patients with limited financial resources. However, the lack of significant changes in head shape classification highlights the need for further refinement in surgical techniques. Long-term follow-up and larger cohorts are recommended to assess the persistence of these outcomes and optimize treatment strategies.

Keywords

- ▶ anterior cranial fossa
- ▶ craniosynostosis/surgery
- ▶ fronto-orbital advancement
- ▶ nonabsorbable sutures

Introdução

A craniossinostose é uma doença caracterizada pela fusão prematura de uma ou mais suturas cranianas. As craniossinostoses não sindrômicas são mais comuns do que as sindrômicas, com prevalência de 0,4 a 1 por 1.000 nascimentos.¹ Sua classificação pode ser baseada nas suturas acometidas ou nos fatores etiológicos da doença, sendo eles não sindrômica sem anomalia genética, não sindrômica com anomalia genética conhecida ou sindrômica. As classificações anatômicas podem depender do envolvimento de uma única sutura principal, uma única sutura secundária ou múltiplas suturas, sendo, portanto, denominadas de acordo com as suturas afetadas.²

A craniossinostose tem muitos efeitos em uma criança em crescimento, em especial o aumento da pressão intracraniana. Além disso, pode comprometer as vias respiratórias, causando problemas oculares e atrasos psicossocial e do neurodesenvolvimento. Outro efeito da craniossinostose é o formato anormal da cabeça da criança, que comumente representa uma preocupação estética para os pais.

A fusão das suturas metópicas e coronais afeta a aparência da região frontal, provocando diversas anomalias, como assimetria, fronte triangular, retrusão supraorbital, afundamento temporal e uma alta prevalência de distúrbios oculares, como hipertelorismo, proptose, estrabismo e ambliopia.^{1,3,4}

A pressão intracraniana elevada pode predispor à atrofia do nervo óptico, localizado na fossa craniana anterior.^{1,5}

O avanço fronto-orbital (AFO) é uma intervenção cirúrgica indicada para craniossinostoses com fechamento prematuro das suturas metópicas ou coronais.⁶⁻¹² Pode ser realizado de forma isolada ou em conjunto com o remodelamento da abóbada craniana e auxilia a expansão anterior da abóbada, permitindo a correção de deformidades e assimetrias da região frontal.

A correção cirúrgica da craniossinostose requer múltiplas osteotomias no crânio e reposicionamento dos retalhos ósseos. Historicamente, esses retalhos eram fixados com placas e parafusos metálicos que, de forma gradativa, evoluíram para placas e parafusos absorvíveis que se adaptam ao crescimento do crânio e do cérebro da criança. A fixação com suturas absorvíveis de polidioxanona 2-0 surgiu como método de fixação de retalhos ósseos na craniossinostose em 2000, o que levou ao uso dessa técnica cirúrgica de custo mais acessível e resultados comparáveis aos obtidos com placas e parafusos reabsorvíveis.¹³⁻¹⁵

Os objetivos principais deste estudo são avaliar os efeitos do AFO com suturas não absorvíveis de nylon no volume craniano anterior (VCA), na simetria e no formato da cabeça de pacientes com craniossinostose. Ao analisar os desfechos desta técnica na fossa craniana anterior, esperamos fornecer informações valiosas para clínicos em ambientes com recursos limitados e contribuir para a otimização contínua do tratamento da craniossinostose.

Métodos

Neste estudo retrospectivo, suturas não absorvíveis de nylon 2/0 foram usadas para fixação de retalhos ósseos durante o AFO em 19 pacientes com craniossinostose com acometimento das suturas coronais ou metópicas. A idade média dos pacientes foi de 29 meses à cirurgia. Os procedimentos ocorreram entre os anos 2019 e 2023 e foram realizados por dois cirurgiões craniofaciais experientes.

A coorte do estudo apresentou distribuição de gênero quase igual, com 9 pacientes do sexo masculino e 10 do feminino. A maioria dos pacientes era de etnia malaia (n=15), seguida por indiana (n=2) e chinesa (n=1). O quadro predominante foi a craniossinostose com acometimento de múltiplas suturas, observado em 17 pacientes (89,4%), enquanto o envolvimento de sutura única foi identificado em apenas 2 casos (10,6%). Além disso, 13 pacientes (68,4%) foram diagnosticados com craniossinostose síndrômica e 6 (31,6%) apresentaram formas não síndrômicas da doença.

Técnica Cirúrgica

O crânio foi abordado por meio de uma incisão bicoronal, com elevação anterior do retalho de couro cabeludo no plano subperiosteal, à altura das bordas supraorbitais bilaterais. A dissecação foi realizada para expor e liberar os tecidos moles ao redor da borda orbital superior, da borda orbital lateral para nivelamento da sutura frontozigomática e medialmente ao processo nasal do osso frontal. A fossa craniana anterior

ventral foi, então, exposta para facilitar as osteotomias fronto-orbitais.

A seguir, o retalho de couro cabeludo foi elevado conforme necessário para expor a região bitemporoparietal nos casos que exigiam remodelamento da abóbada craniana. Um *bandeau* supraorbital foi criado com uma tira horizontal de osso osteotomizado que foi submetido ao remodelamento e reposicionamento para frente por, no mínimo, de 15 mm.

Um enxerto ósseo foi usado como suporte para ancoragem lateral do *bandeau* (►Fig. 1) Um número igual de orifícios foi perfurado em retalhos ósseos opostos já posicionados e a fixação menos rígida foi feita com suturas não absorvíveis de nylon 2/0 em formato de oito e em cruz para estabilidade (►Fig. 2), como laços cruzados de um espartilho.¹⁶

Dependendo da dismorfia craniana, o remodelamento da abóbada craniana foi realizado com o mesmo método de fixação. De modo geral, a tomografia computadorizada (TC) pós-operatória foi repetida 3 meses após o procedimento e novamente depois 3 anos, embora o tempo possa variar dependendo do quadro clínico do paciente.

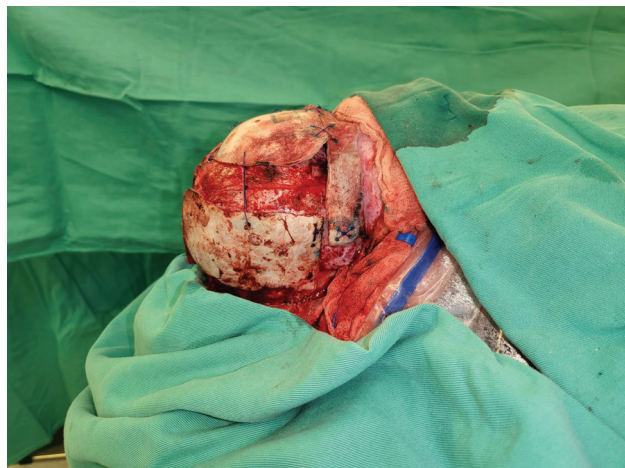


Fig. 1 Osteotomia do *bandeau* supraorbital, com realização do avanço fronto-orbital de 1,5 cm.



Fig. 2 Ancoragem do *bandeau* supraorbital aos retalhos de osso frontal com suturas não absorvíveis de nylon 2/0 em disposição cruzada e formato de oito.

Análise dos Resultados Cirúrgicos

As TCs tridimensionais (3D) pré- e pós-operatórias da cabeça foram recuperadas do banco de dados do departamento de radiologia no formato Digital Imaging Communications in Medicine (DICOM) e armazenadas digitalmente. O VCA foi medido pelo software Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK, Centro de Pesquisa do Câncer da Alemanha), v2023.12, enquanto o índice de assimetria da abóbada craniana anterior (IAACA) e o índice cefálico (IC) foram analisados com o software Mimics Medical (Materialise Inc.), v.17.0. Todas as mensurações foram realizadas em uma estação de trabalho Dell Inspiron 14 (Dell Inc.) equipada com uma CPU Intel Core i5-7200U (Intel Corp.), com 2.50GHz e 12.0 GB de RAM. Os dados compilados foram organizados em uma planilha Excel (Microsoft Corp.) para análise posterior.

Estudo do Volume Craniano Anterior (VCA)

A abóbada craniana anterior foi segmentada por meio da seleção da região de interesse (ROI) no plano sagital. Em seguida, o método de crescimento da região começou em um pixel escolhido, um ponto inicial, e, então, traçado manualmente com um ponteiro acionado por mouse de computador em cada corte TC do cérebro a partir da projeção sagital para atingir a borda da ROI. A seguir, a área segmentada foi interpolada em 3D. O volume da área interpolada foi calculado automaticamente pelo software e exibido em mm^3 (►Fig. 3).

Cálculo do Índice de Assimetria da Abóbada Craniana Anterior (IAACA)

O cálculo começou com a segmentação da ROI seguida pela geração de uma imagem 3D do crânio. A porção superior do

crânio foi então apagada, deixando apenas a base para análise. Uma linha conectando o ponto médio da borda anterior do forame magno e o centro da sela túrcica foi selecionada como o eixo X, enquanto uma linha vertical passando pelo ponto médio (O) do eixo X foi delineada como o eixo Y. Os comprimentos das duas bissetoras, AO e BO, foram medidos, e o IAACA foi calculado usando a fórmula $IAACA = |AO - BO| / BO \times 100\%$ (►Fig. 4).

Cálculo do Índice Cefálico (IC)

O IC foi calculado por meio de imagens axiais de TC do cérebro para avaliação do formato do crânio. Primeiramente, foram identificados o corte axial com maior diâmetro biparietal (DBP) e o corte com maior diâmetro anteroposterior (DAP). O DBP, que representa a distância horizontal máxima entre os pontos mais externos dos ossos parietais, foi medido no corte selecionado. Da mesma forma, o DAP, que representa a distância máxima da glabella (o ponto mais proeminente do osso frontal) ao opistocrânio (o ponto mais posterior do osso occipital), foi aferido (►Fig. 5).

O IC foi calculado usando a fórmula $IC = (DBP / DAP) \times 100$, com o resultado expresso em porcentagem. O índice foi usado para categorizar os formatos dos crânios como dolicocefálicos ($IC < 75\%$), mesocefálicos ($IC: 75-80\%$) ou braquiocefálicos ($IC > 80\%$).

Análise Estatística

A entrada e a análise descritiva dos dados foram realizadas pelo IBM SPSS Statistics para Windows (IBM Corp.), versão 27.0. Os dados numéricos foram apresentados como média \pm desvio padrão (DP) para variáveis com distribuição normal ou mediana e intervalo interquartil (IIQ) para variáveis com

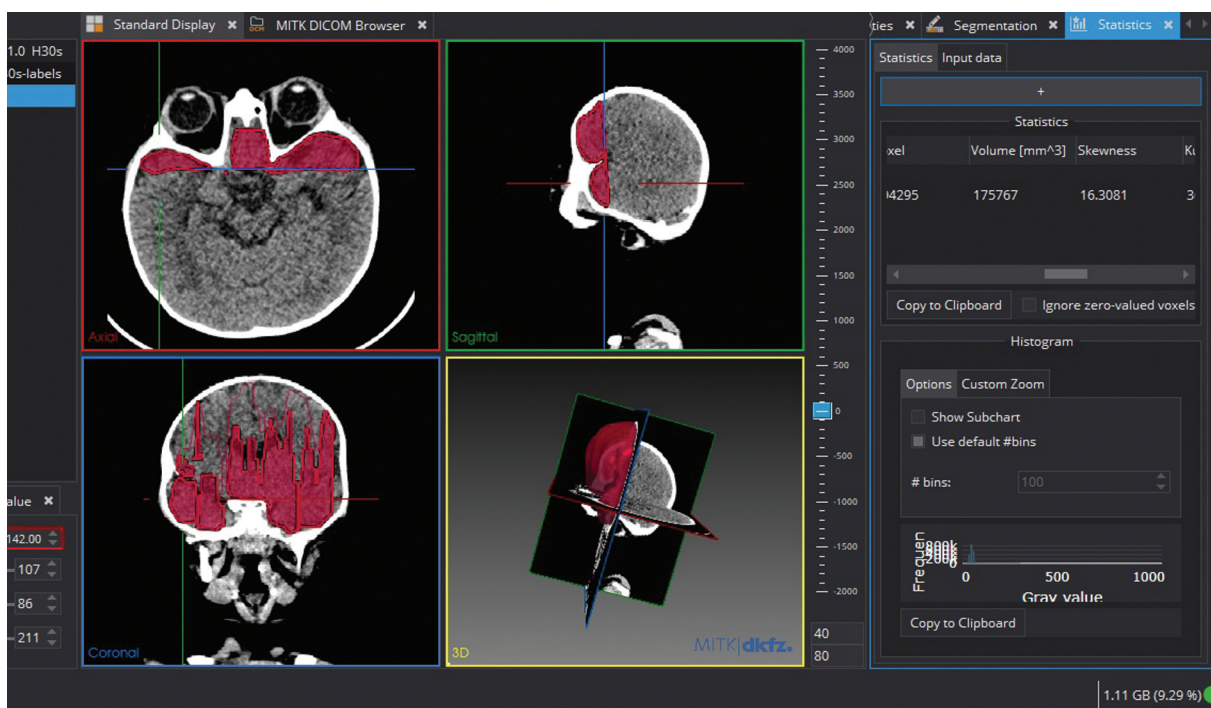


Fig. 3 Segmentação da abóbada craniana anterior e interpolação para cálculo do volume da fossa craniana anterior.

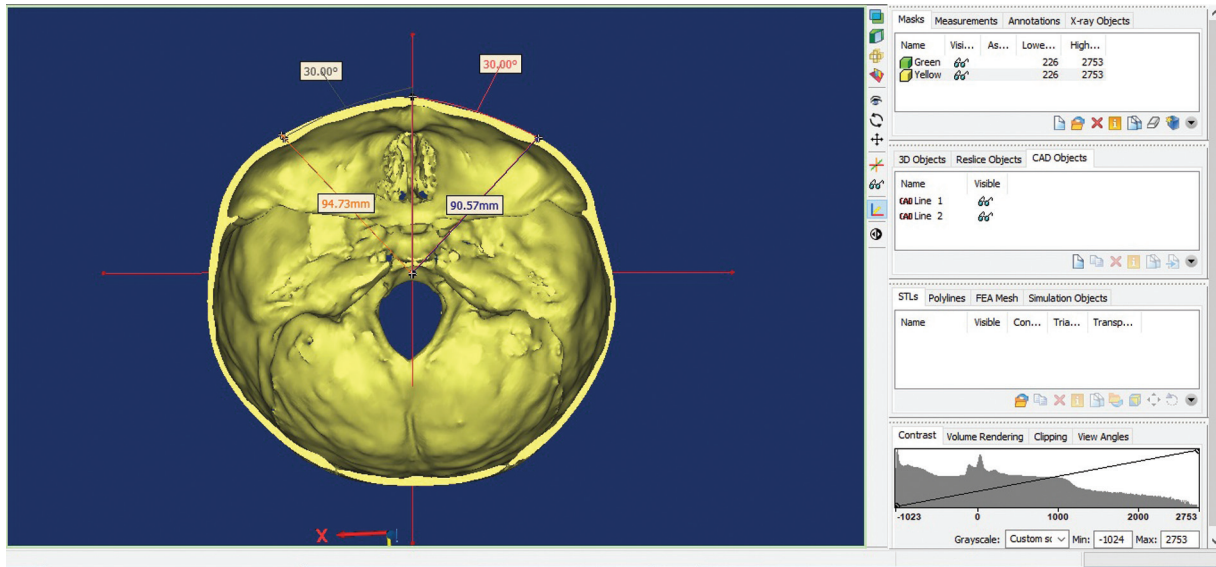


Fig. 4 Determinação da simetria frontal por meio do cálculo do índice de índice de assimetria da abóbada craniana anterior.

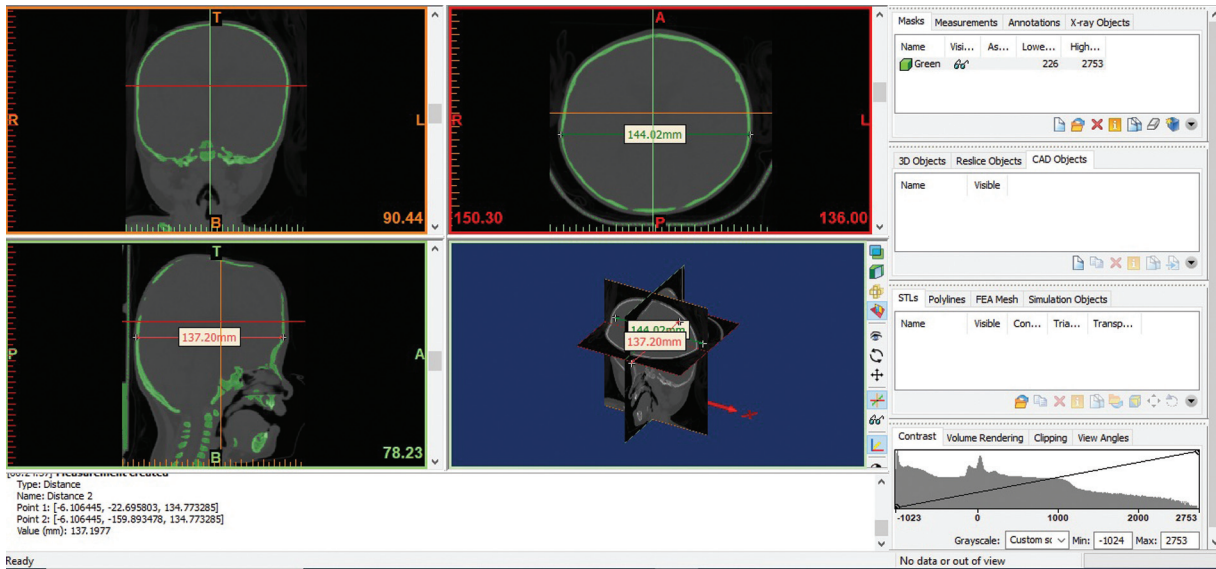


Fig. 5 Medida do diâmetro anteroposterior e do diâmetro biparietal em plano axial e sagital.

distribuição não normal. Os dados categóricos foram resumidos como frequências e porcentagens.

A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os resultados indicaram que o VCA pós-operatório, assim como o IAACA e IC pré- e pós-operatórios não apresentaram desvio significativo da normalidade ($p > 0,05$), sugerindo que essas variáveis têm distribuição aproximadamente normal. No entanto, o VCA pré-operatório não apresentou distribuição normal ($p < 0,05$).

Considerando a normalidade dos resultados, a comparação do VCA pré- e pós-operatório foi realizada pelo teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, enquanto a comparação do IAACA pré- e pós-operatório foi analisada pelo teste-t

pareado. As alterações no formato da cabeça antes e após a cirurgia foram avaliadas pelo teste de McNemar. O nível de significância de $p \leq 0,05$ foi considerado estatisticamente relevante em todos os testes.

Resultados

Ao longo do estudo, 20 pacientes foram submetidos ao AFO com ou sem remodelamento da abóbada craniana como tratamento primário da craniossinostose. Dos 20 pacientes, um foi excluído devido à indisponibilidade de uma TC pré-operatória digital. A coorte do estudo consistiu em 19 pacientes com distribuição de gênero quase igual,

Tabela 1 Características sociodemográficas e clínicas (n = 19)

| Variáveis | n (%) |
|--------------------------|----------------------------------|
| Sexo | |
| Masculino | 9 (47,4) |
| Feminino | 10 (52,6) |
| Etnia | |
| Malaia | 15 (78,9) |
| Chinesa | 1 (5,3) |
| Indiana | 2 (10,5) |
| Número de suturas | |
| Única | 2 (10,6) |
| Múltiplas | 17 (89,4) |
| Sindrômica | |
| Não | 6(31,6) |
| Sim | 13(68,4) |
| Variáveis | Média (DP); Mediana (IIQ) |
| Idade ao AFO (meses) | 29 (15–36) |
| Distância do AFO (cm) | 1,58 (0,45) |

Abreviações: AFO, avanço fronto-orbital; DP, desvio-padrão; IIQ, intervalo interquartil.

Tabela 2 Valores de VCA e IAACA antes e após a cirurgia

| Variáveis | Média (DP) |
|-----------------------|-----------------|
| Pré-operatório | |
| VCA | 259,15 (162,61) |
| IAACA | 1,14 (4,78) |
| Pós-operatório | |
| VCA | 314,38 (79,78) |
| IAACA | -1,63 (4,98) |

Abreviações: DP, desvio-padrão; IAACA, índice de assimetria da abóbada craniana anterior; VCA, volume craniano anterior.

Tabela 3 Comparação do VCA e do IAACA antes e após a cirurgia

| Variáveis | Pré-operatório Média (DP) | Pós-operatório Média (DP) | Diferença média (IC de 95%) | Valor de p* |
|-----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| VCA | 259,15 (162,60) | 314,38 (79,78) | 55,23 (-8,13–118,59) | 0,042 |
| IAACA | 1,14 (4,77) | -1,6 (4,98) | 2,76 (-0,64–6,17) | 0,05 |

Abreviações: DP, desvio-padrão; IAACA, índice de assimetria da abóbada craniana anterior; IC, intervalo de confiança; VCA, volume craniano anterior. Nota: *Teste t pareado, significativo em $p < 0,05$.

Tabela 4 Comparação do formato da cabeça antes e após a cirurgia

| Variáveis | Formato da cabeça após a cirurgia | | Total* |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------|
| | Mesocefálico | Braquiocefálico | |
| Formato da cabeça antes da cirurgia | Mesocefálico | 0 | 2 |
| | Braquiocefálico | 17 | 17 |

Nota: *Teste de McNemar.

compreendendo nove indivíduos do sexo masculino e 10 do feminino. A maioria dos pacientes era de etnia malaia (n = 15), seguida por indiana (n = 2) e chinesa (n = 1).

O quadro predominante foi a craniossinostose de múltiplas suturas, observada em 17 pacientes (89,4%), enquanto o acometimento de sutura única foi identificado em apenas 2 casos (10,6%). Além disso, 13 pacientes (68,4%) foram diagnosticados com craniossinostose sindrômica, enquanto 6 (31,6%) apresentavam formas não sindrômicas. A mediana de idade à realização do AFO foi de 29 meses, com IIQ de 15 a 36 meses. A distância média de avanço cirúrgico foi de 1,58 cm, com DP de 0,45 cm (► **Tabela 1**).

No período pré-operatório, o VCA médio foi de 259,15 cm³ (DP: 162,61 cm³). No pós-operatório, o VCA aumentou para 314,38 cm³ (DP: 79,78 cm³), refletindo um ganho médio estatisticamente significativo de 55,23 cm³ (intervalo de confiança de 95%: -8,13–118,59; $p = 0,042$), como apresentado nas ► **Tabelas 2 e 3**. Da mesma forma, o IAACA pré-operatório médio foi de 1,14 (DP: 4,78) e passou para -1,63 (DP: 4,98) após a cirurgia, com diferença média de 2,76 (intervalo de confiança de 95%: -0,64–6,17; $p = 0,05$), indicando melhora significativa da simetria craniana (► **Tabelas 2 e 3**).

Em termos de classificação do formato da cabeça, a avaliação pré-operatória mostrou que dois pacientes eram mesocefálicos e 17, braquiocefálicos. No pós-operatório, as classificações não apresentaram alterações, segundo a análise pelo teste de McNemar (► **Tabela 4**). Apesar das melhoras significativas de volume e simetria, a classificação geral do formato da cabeça se manteve estável no período pós-operatório.

Discussão

A intervenção cirúrgica na craniossinostose tem como objetivo corrigir o formato da cabeça e aumentar o volume intracraniano para permitir o crescimento cerebral irrestrito. Portanto, é fundamental que o procedimento ocorra antes dos danos permanentes no cérebro da criança e sua função. O

momento ideal para a realização da cirurgia é antes de 1 ano de idade, quando o cérebro atinge seu crescimento máximo. Isso ajuda a fornecer força de moldagem interna no período pós-operatório, quando os ossos do crânio ainda são maleáveis o suficiente para remodelamento e fixação.^{2,15,17}

O AFO é uma das principais intervenções cirúrgicas para tratamento da craniossinostose, especialmente em casos com fechamento prematuro das suturas metópicas ou coronais.⁶⁻¹² Pode ser feito de maneira isolada ou associada ao remodelamento da abóbada craniana, auxiliando a expansão anterior da abóbada, o que permite a correção das deformidades e assimetrias da região frontal.

A obtenção da simetria fronto-orbital é fundamental para os bons desfechos estéticos do AFO. No entanto, casos mais graves de craniossinostose apresentam tendência à recidiva.¹⁸ Acompanhamentos mais longos, com um mínimo de 1 ano de duração, mostraram que 55 a 75% dos casos após FOA tem recidiva da escavação temporal e retrusão supraorbitária.¹² Análises cefalométricas comprovaram a possibilidade de crescimento limitado da base anterior do crânio em indivíduos com braquicefalia síndrômica.⁷

O uso de suturas não absorvíveis como método de fixação em cirurgias para tratamento da craniossinostose oferece vantagens econômicas significativas, tornando-se a escolha preferencial em nossa prática. Na Malásia, essas suturas são totalmente custeadas pelo governo, garantindo acesso universal sem ônus financeiro. Por outro lado, as placas reabsorvíveis não são subsidiadas, exigindo que os pacientes arquem com o custo total, o que limita o acesso àqueles com maiores condições econômicas apesar de seus benefícios clínicos. Diante disso, é crucial avaliar os desfechos clínicos do AFO usando esse método menos rígido de fixação e determinar seu impacto na fossa craniana anterior.

Há diversas medidas usadas para avaliar o desfecho cirúrgico do AFO, originários de análises subjetivas de métodos mais objetivos. Muitos estudos investigaram o desfecho cirúrgico por meio de medidas antropométricas^{8,11} e/ou fotografias para inclusão dos desfechos pós-operatórios dentre as várias classificações de Whitaker.^{9,12,16} No entanto, essa classificação tem baixa confiabilidade interobservador,¹⁹ levando à maior preferência por avaliações mais objetivas com utilização de TC 3D para medida do volume intracraniano^{20,21} e do IAACA,²² além de fotogrametria 3D.²¹ Outros métodos de análise do desfecho funcional do AFO avaliaram a resolução dos sintomas causados pelo aumento da pressão intracraniana e distorção oftalmológica.^{1,3,4,23,24}

A população deste estudo foi operada com uma idade mediana de 29 meses, semelhante à idade média de intervenções desta natureza realizadas na Malásia desde 2011.¹⁶ A diferença no momento da cirurgia em nosso país pode ser atribuída à baixa conscientização sobre essa doença rara, levando à apresentação tardia de pacientes em centros terciários. Além disso, poucos centros oferecem intervenção cirúrgica para craniossinostose no país, já que esta requer uma equipe multidisciplinar experiente em cirurgias craniofaciais, assim como apoio de uma equipe anestésica treinada no manejo de cirurgias pediátricas de grande porte e pacien-

tes síndrômicos, que frequentemente apresentam desafios específicos cardíacos, metabólicos e nas vias respiratórias.

Como a maioria dos pacientes sendo síndrômicos, a população de nosso estudo também pode apresentar outros distúrbios que exijam otimização e intervenção antes do AFO, especialmente se os sintomas de aumento da pressão intracraniana ainda não forem evidentes.

Aumento do Volume Craniano Anterior (VCA)

O primeiro objetivo deste estudo foi avaliar o aumento do ACV após o AFO com fixação menos rígida, usando fio de sutura não absorvível de nylon 2/0. Os resultados indicaram um aumento estatisticamente significativo no ACV, que passou de um valor médio pré-operatório de 259,15 (DP: 162,61) para 314,38 (DP: 79,78) cm³ após a cirurgia, o que representa uma diferença média de 55,23 cm³ ($p = 0,042$).

Essa expansão volumétrica condiz com estudos anteriores, que relataram a eficácia do AFO no aumento do volume craniano, reduzindo, assim, a pressão intracraniana e permitindo melhor crescimento do crânio. O amplo intervalo de confiança observado neste estudo (-8,13-118,59) sugere alguma variabilidade no grau de aumento de volume entre os pacientes, talvez em decorrência de fatores como idade à cirurgia, gravidade da craniossinostose e síndrome subjacente.

Melhora da Simetria da Abóbada Craniana Anterior

O segundo objetivo foi a avaliação da melhora da simetria da abóbada craniana anterior por meio do IAACA. Neste estudo, o valor médio do índice melhorou significativamente no período pós-operatório, do valor pré-operatório de 1,14 (DP: 4,78) para -1,63 (DP: 4,98) após a cirurgia, com diferença média de 2,76 ($p = 0,05$). Esse achado sugere que o AFO não apenas expande o volume craniano, mas também melhora a simetria ao abordar os padrões de crescimento desproporcionais associados à craniossinostose.

No entanto, o intervalo de confiança (-0,64-6,17) sugere um grau de variabilidade, provavelmente devido a diferenças anatômicas específicas das suturas acometidas, à gravidade da assimetria pré-operatória e à extensão do avanço do *bandeau* realizado. Resultados semelhantes foram relatados por Liang et al. após o AFO bilateral e a liberação da abóbada craniana anterior com retalho ósseo de flutuação livre não destacável.²²

Alterações da Classificação do Formato da Cabeça

O terceiro objetivo deste estudo foi avaliar a alteração no formato da cabeça usando o IC antes e depois do AFO. À avaliação pré-operatória, dois pacientes foram classificados como mesocefálicos e 17 como braquicefálicos. No pós-operatório, todos os pacientes permaneceram com a mesma classificação, como confirmado pelo teste de McNemar. Esses achados sugerem que, embora o AFO aumente efetivamente o volume craniano e melhore a simetria, não altera a classificação geral do formato da cabeça de maneira significativa.

As limitações do AFO na modificação do IC são particularmente evidentes em casos de craniossinostose com

acometimento de múltiplas suturas ou sindrômica, como nas síndromes de Apert ou Crouzon. Nesses casos, a distração da abóbada posterior é frequentemente necessária para obter mudanças significativas no formato da cabeça, mas este procedimento não é realizado em nosso centro.

Uma possível explicação para a ausência de alteração do formato da cabeça após a cirurgia é que o AFO facilita o movimento anterior para frente, mas não modifica a abóbada craniana posterior, o que gera mudanças mínimas da DAP. Estudos anteriores também investigaram a dismorfia craniana pós-operatória decorrente do AFO e a correlacionaram à ausência de alteração do formato da cabeça, como aqui observado.^{25,26}

As pesquisas sugerem que deformidades pré-operatórias mais graves estão associadas a uma maior assimetria pós-operatória, com risco de retorno ao formato da cabeça anterior à cirurgia.²⁵ O grau de sobrecorreção pode ser explorado para alcançar melhores desfechos pós-operatórios, principalmente em combinação com a expansão da abóbada posterior e liberação subsequente, o que pode ajudar a modificar o formato da cabeça.²⁷

Limitações e Pesquisas Futuras

Apesar do aumento significativo do VCA e da melhora da simetria observados após a cirurgia, os desfechos em longo prazo ainda são incertos devido à curta duração deste estudo. Para suprir essa lacuna, recomendamos mais pesquisas que acompanhem a população estudada até o crescimento máximo da cabeça.

Além disso, para minimizar a perda de pacientes durante o acompanhamento em estudos de longo prazo, é essencial estabelecer um registro nacional de craniossinostose. Tal registro melhoraria o rastreamento de pacientes e proporcionaria uma amostra maior para pesquisas futuras, considerando a raridade dessa doença.

Ademais, não há dados antropométricos para determinar se o aumento do VCA é condizente com os parâmetros populacionais normais. Estudos futuros devem comparar crianças acometidas com coortes controles pareadas por idade e sexo, utilizando materiais e metodologias semelhantes para geração de evidências mais robustas.

Conclusão

O uso de AFO com fixação menos rígida com suturas não absorvíveis demonstrou melhora significativa no VCA e na simetria craniana, reforçando sua eficácia como técnica cirúrgica de boa relação custo-benefício para o tratamento da craniossinostose. No entanto, nossos achados indicam que, embora o procedimento seja eficaz na expansão do volume do crânio, não altera significativamente a classificação do formato da cabeça. Esses resultados devem ser interpretados com cautela devido às suas limitações, como o pequeno tamanho da amostra e a homogeneidade étnica de nossa coorte. Mais pesquisas são necessárias para confirmar esses achados em populações maiores e mais diversas e avaliar os resultados em longo prazo.

Disponibilidade dos Dados

Os dados serão disponibilizados mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuições dos Autores

RCXY: conceitualização; metodologia; escrita – esboço original; escrita – revisão e edição. WAWS: escrita – revisão e edição. HMZ: metodologia; recursos; investigação; escrita – revisão e edição. CZCD: análise formal; escrita – revisão e edição. JYA: software; validação; escrita – revisão e edição. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Aprovação Ética

O Comitê de Ética e Pesquisa Médica da Malásia [NMRR ID-24-02969-TWO (IIR)] e o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universiti Sains Malaysia [USM/JEPeM/KK/24080675] aprovaram este estudo.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

- Rafique Ali AA, Ismail F, May CM, et al. Ophthalmic features of craniosynostosis: A Malaysian experience. *Eur J Ophthalmol* 2022;32(03):1417–1423. Doi: 10.1177/11206721211030093
- Forrest C, Riesel J, Shakir S, Taylor J, Hopper R, Massenburg B. Volume Three: Craniofacial, Head and Neck Surgery and Pediatric Surgery. In: Losee J, Neligan P, Hopper R, Liu D (eds). *Plastic Surgery*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024:775–854
- Yu JW, Xu W, Wink JD, Wes AM, Bartlett SP, Taylor JA. Strabismus in Unicoronal Craniosynostosis: Effect of Orbital Dymorphology and Fronto-Orbital Advancement and Remodeling. *Plast Reconstr Surg* 2020;145(02):382e–390e. Doi: 10.1097/PRS.0000000000006479
- Lee SJ, Dondey J, Greensmith A, Holmes AD, Meara JG. The effect of fronto-orbital advancement on strabismus in children with unicoronal synostosis. *Ann Plast Surg* 2008;61(02):178–180. Doi: 10.1097/SAP.0b013e31815a355c
- Hariri F, Farhana NA, Abdullah NA, et al. Optic canal characteristics in pediatric syndromic craniosynostosis. *J Craniomaxillofac Surg* 2021;49(12):1175–1181. Doi: 10.1016/j.jcms.2021.06.017
- Yang B, Ni J, Li B. 3D morphological change of skull base and fronto-temporal soft-tissue in the patients with unicoronal craniosynostosis after fronto-orbital advancement. *Childs Nerv Syst* 2018;34(05):947–955. Doi: 10.1007/s00381-018-3721-1
- Reinhart E, Mühling J, Michel C, Collmann H, Pistner H, Reuther J. Craniofacial growth characteristics after bilateral fronto-orbital advancement in children with premature craniosynostosis. *Childs Nerv Syst* 1996;12(11):690–694. Doi: 10.1007/BF00366152
- Patel KB, Skolnick GB, Mulliken JB. Anthropometric Outcomes following Fronto-Orbital Advancement for Metopic Synostosis. *Plast Reconstr Surg* 2016;137(05):1539–1547. Doi: 10.1097/PRS.0000000000002129
- Safi AF, Kreppel M, Grandoch A, Kauke M, Nickenig HJ, Zöller J. Clinical Evaluation of Standardized Fronto-Orbital Advancement

- for Correction of Isolated Trigenocephaly. *J Craniofac Surg* 2018; 29(01):72–75. Doi: 10.1097/SCS.00000000000004058
- 10 Kampf S, Micko A, Schwartz E, Schopper C, Reinprecht A. Clinical and aesthetic outcome analysis of a case series of trigonocephaly patients after early fronto-orbital advancement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2020;49(09):1115–1121. Doi: 10.1016/j.ijom.2020.02.017
 - 11 Metzler P, Zemann W, Jacobsen C, Grätz KW, Obwegeser JA. Cranial vault growth patterns of plagiocephaly and trigonocephaly patients following fronto-orbital advancement: a long-term anthropometric outcome assessment. *J Craniomaxillofac Surg* 2013;41(06):e98–e103. Doi: 10.1016/j.jcms.2012.11.035
 - 12 Taylor JA, Paliga JT, Wes AM, et al. A critical evaluation of long-term aesthetic outcomes of fronto-orbital advancement and cranial vault remodeling in nonsyndromic unicoronal craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg* 2015;135(01):220–231. Doi: 10.1097/PRS.0000000000000829
 - 13 Fearon JA. Rigid fixation of the calvaria in craniosynostosis without using “rigid” fixation. *Plast Reconstr Surg* 2003;111(01):27–38, discussion 39. Doi: 10.1097/01.PRS.0000036261.99248.09
 - 14 Linz C, Kunz F, Krauß J, et al. Stable fixation with absorbable sutures in craniofacial surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44(05):622–625. Doi: 10.1016/j.jcms.2016.02.006
 - 15 Kovács AF, Sauer SN, Stefenelli U, Klein C. Growth of the orbit after frontoorbital advancement using nonrigid suture vs rigid plate fixation technique. *J Pediatr Surg* 2008;43(11):2075–2081. Doi: 10.1016/j.jpedsurg.2008.03.057
 - 16 Koh KL, Zain A. Surgical outcome after less “rigid” fixation in open cranial vault remodeling for craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2018;29(04):861–867. Doi: 10.1097/SCS.00000000000004347
 - 17 Marchac D, Renier D, Broumand S. Timing of treatment for craniosynostosis and faciocraniosynostosis: a 20-year experience. *Br J Plast Surg* 1994;47(04):211–222. Doi: 10.1016/0007-1226(94)90001-9
 - 18 Lwin CTTJW, Richardson D, Duncan C, May P. Relapse in fronto-orbital advancement: a pilot study. *J Craniofac Surg* 2011;22(01):214–216. Doi: 10.1097/SCS.0b013e3181f76081
 - 19 Wes AM, Naran S, Sun J, et al. The Whitaker classification of craniosynostosis outcomes: An assessment of interrater reliability. *Plast Reconstr Surg* 2017;140(04):579e–586e. Doi: 10.1097/PRS.00000000000003688
 - 20 Sulong S, Alias A, Johanabas F, Abdullah JY, Idris B. Intracranial Volume Post Cranial Expansion Surgery Using Three-Dimensional Computed Tomography Scan Imaging in Children With Craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2020;31(01):46–50. Doi: 10.1097/SCS.00000000000005810
 - 21 Freudlsperger C, Steinmacher S, Bächli H, Somlo E, Hoffmann J, Engel M. Metopic synostosis: Measuring intracranial volume change following fronto-orbital advancement using three-dimensional photogrammetry. *J Craniomaxillofac Surg* 2015;43(05):593–598. Doi: 10.1016/j.jcms.2015.02.017
 - 22 Liang QC, Chen X, Yang B, et al. Bilateral fronto-orbital advancement combined with cranial vault release using a free-floating bone flap technique for nonsyndromic unilateral coronal synostosis. *Transl Pediatr* 2023;12(12):2213–2221. Doi: 10.21037/tp-23-495
 - 23 Shi L, Shen W, Gao Q, Kong L. The Postoperative Morphometrics of Orbital and Maxillary Area for Craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2019;30(07):2091–2093. Doi: 10.1097/SCS.00000000000005987
 - 24 Gencarelli JR, Murphy A, Samargandi OA, Bezuhly M. Ophthalmologic outcomes following fronto-orbital advancement for unicoronal craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2016;27(07):1629–1635. Doi: 10.1097/SCS.00000000000003085
 - 25 Beiriger JW, Tao W, Irgebay Z, et al. A Longitudinal Analysis of Pre- and Post-Operative Dymorphology in Metopic Craniosynostosis. *Cleft Palate Craniofac J* 2024;62(07):1144–1150. Doi: 10.1177/10556656241237605
 - 26 Tio PAE, Abdel Alim T, Roshchupkin G, et al. Forehead shape analysis following surgical and conservative treatment in metopic synostosis: a 3D photogrammetry analysis. *Plast Reconstr Surg* 2024;156(01):103e–111e. Doi: 10.1097/PRS.00000000000011753
 - 27 Choi M, Flores RL, Havlik RJ. Volumetric analysis of anterior versus posterior cranial vault expansion in patients with syndromic craniosynostosis. *J Craniofac Surg* 2012;23(02):455–458. Doi: 10.1097/SCS.0b013e318240ff49