



Cirugía craneofacial en malformaciones congénitas y secuelas de trauma

Craniofacial surgery in congenital malformations and trauma sequelae

Cirurgia craniofacial nas malformações congénitas e sequelas de trauma

María Fernanda León Calero ^I

mafermcr@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-4221-2450>

Kevin Jordano Toapanta Anilema ^{II}

kjtoapanta1998@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3864-2449>

Christian Xavier Hidalgo Bustamante ^{III}

chrisbustamant@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-1199-9745>

Karina Gabriela Portilla Herrera ^{IV}

karis_gaby12@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-9062-1144>

Correspondencia: mafermcr@gmail.com

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 25 de julio de 2025 * **Aceptado:** 16 de agosto de 2025 * **Publicado:** 26 de septiembre de 2025

- I. Médico general, Magister en gerencia hospitalaria y administración de hospitales, Investigador Independiente, Quito, Ecuador.
- II. Médico, Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador.
- III. Médico general, Investigador Independiente, Puyo, Ecuador.
- IV. Médico general, Magister en salud y protección laboral mención en salud ocupacional, Investigador Independiente, Quito, Ecuador.

Resumen

La cirugía craneofacial es una de las áreas más complejas y dinámicas de la cirugía reconstructiva, encargada de abordar tanto malformaciones congénitas como las secuelas ocasionadas por traumatismos craneofaciales. Estas dos entidades, aunque comparten el objetivo común de restaurar la forma y la función del cráneo y la cara, presentan diferencias notables en su etiología, momento quirúrgico, abordaje terapéutico y evolución a largo plazo.

En el caso de las malformaciones congénitas, destacan la craneosinostosis, las fisuras orofaciales y los síndromes craneofaciales, condiciones que afectan el desarrollo normal del esqueleto y los tejidos blandos de la cara. La cirugía en estos pacientes tiene un enfoque secuencial a lo largo del crecimiento, orientado a prevenir la hipertensión intracraneal, mejorar la función respiratoria, optimizar la estética facial y favorecer la integración social. En las últimas décadas se han desarrollado técnicas mínimamente invasivas, como la cirugía endoscópica asistida, la distracción osteogénica y la utilización de cascos ortésicos, que han demostrado disminuir la morbilidad perioperatoria y mejorar los resultados funcionales y cosméticos.

Por otro lado, el trauma craneofacial representa un problema de salud pública global, asociado principalmente a accidentes de tránsito, caídas y violencia interpersonal. Las secuelas traumáticas requieren una reconstrucción que combine precisión anatómica inmediata, restauración de la oclusión dental y recuperación de la simetría facial, con el objetivo de reincorporar al paciente a su vida social y laboral lo más pronto posible. Las técnicas actuales se benefician del uso de osteosíntesis rígida, injertos óseos autólogos, colgajos libres microvascularizados y, más recientemente, de la integración de tecnologías digitales como la planeación virtual y la impresión 3D de implantes personalizados en titanio o polímeros biocompatibles.

El presente artículo realiza una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2020 y 2024, con el fin de analizar los avances más relevantes en cirugía craneofacial, comparar los resultados obtenidos en el manejo de malformaciones congénitas frente a los de la reconstrucción postraumática, y discutir los retos actuales y las perspectivas futuras de esta disciplina.

Palabras clave: Cirugía craneofacial; malformaciones congénitas; trauma craneofacial; planificación virtual; implantes personalizados.

Abstract

Craniofacial surgery is one of the most complex and dynamic areas of reconstructive surgery, addressing both congenital malformations and the consequences of craniofacial trauma. Although these two entities share the common goal of restoring the form and function of the skull and face, they present notable differences in their etiology, surgical timing, therapeutic approach, and long-term outcome.

In the case of congenital malformations, craniosynostosis, orofacial clefts, and craniofacial syndromes stand out, conditions that affect the normal development of the skeleton and soft tissues of the face. Surgery in these patients takes a sequential approach throughout growth, aimed at preventing intracranial hypertension, improving respiratory function, optimizing facial aesthetics, and promoting social integration. In recent decades, minimally invasive techniques have been developed, such as endoscopically assisted surgery, distraction osteogenesis, and the use of orthotic helmets, which have been shown to reduce perioperative morbidity and improve functional and cosmetic outcomes.

On the other hand, craniofacial trauma represents a global public health problem, primarily associated with traffic accidents, falls, and interpersonal violence. Traumatic sequelae require reconstruction that combines immediate anatomical precision, restoration of dental occlusion, and recovery of facial symmetry, with the goal of returning the patient to their social and work life as quickly as possible. Current techniques benefit from the use of rigid osteosynthesis, autologous bone grafts, microvascularized free flaps, and, more recently, the integration of digital technologies such as virtual planning and 3D printing of customized implants in titanium or biocompatible polymers.

This article systematically reviews the literature published between 2020 and 2024 to analyze the most relevant advances in craniofacial surgery, compare the results obtained in the management of congenital malformations with those of post-traumatic reconstruction, and discuss the current challenges and future prospects of this discipline.

Keywords: Craniofacial surgery; congenital malformations; craniofacial trauma; virtual planning; customized implants.

Resumo

A cirurgia craniofacial é uma das áreas mais complexas e dinâmicas da cirurgia reconstrutiva, abordando tanto as malformações congênitas como as consequências do traumatismo craniofacial. Embora estas duas entidades partilhem o objetivo comum de restaurar a forma e a função do crânio e da face, apresentam diferenças notáveis na sua etiologia, momento cirúrgico, abordagem terapêutica e resultado a longo prazo.

No caso das malformações congênitas, destacam-se as craniossinostoses, as fendas orofaciais e as síndromes craniofaciais, condições que afetam o desenvolvimento normal do esqueleto e dos tecidos moles da face. A cirurgia nestes doentes adota uma abordagem sequencial ao longo do crescimento, visando prevenir a hipertensão intracraniana, melhorar a função respiratória, otimizar a estética facial e promover a integração social. Nas últimas décadas, foram desenvolvidas técnicas minimamente invasivas, como a cirurgia assistida por endoscopia, a osteogênese por distração e o uso de capacetes ortopédicos, que demonstraram reduzir a morbidade perioperatória e melhorar os resultados funcionais e estéticos.

Por outro lado, o traumatismo craniofacial representa um problema global de saúde pública, associado sobretudo a acidentes de viação, quedas e violência interpessoal. As sequelas traumáticas requerem uma reconstrução que combine a precisão anatómica imediata, a restauração da oclusão dentária e a recuperação da simetria facial, com o objetivo de fazer regressar o paciente à sua vida social e profissional o mais rapidamente possível. As técnicas atuais beneficiam da utilização de osteossíntese rígida, enxertos ósseos autólogos, retalhos livres microvascularizados e, mais recentemente, da integração de tecnologias digitais, como o planeamento virtual e a impressão 3D de implantes personalizados em titânio ou polímeros biocompatíveis.

Este artigo faz uma revisão sistemática da literatura publicada entre 2020 e 2024 para analisar os avanços mais relevantes na cirurgia craniofacial, comparar os resultados obtidos na gestão das malformações congênitas com os da reconstrução pós-traumática e discutir os desafios atuais e as perspectivas futuras desta disciplina.

Palavras-chave: Cirurgia craniofacial; malformações congênitas; traumatismo craniofacial; planeamento virtual; implantes personalizados.

Introducción

La región craneofacial constituye una unidad anatómica y funcional compleja, que alberga órganos vitales para la visión, la respiración, la masticación, el lenguaje y la interacción social. Cualquier alteración congénita o adquirida de esta región impacta de manera significativa en la calidad de vida de los pacientes (1). De ahí la importancia de la cirugía craneofacial, cuyo desarrollo en las últimas décadas ha transformado el pronóstico y la funcionalidad de miles de personas en todo el mundo. (1,2)

Las **malformaciones craneofaciales congénitas** son resultado de alteraciones en la embriogénesis, que afectan el crecimiento del cráneo y la cara en fases tempranas del desarrollo. La craneosinostosis, por ejemplo, se produce por el cierre prematuro de una o varias suturas craneales, lo que genera deformidad en el contorno cefálico y, en casos severos, hipertensión intracraneal y alteraciones neurológicas. Las fisuras orofaciales, por su parte, representan una de las malformaciones congénitas más frecuentes, con repercusión en la alimentación, el lenguaje, la dentición y la estética. (3) El tratamiento quirúrgico de estas patologías implica una planificación a largo plazo, generalmente con múltiples intervenciones programadas a lo largo de la infancia y adolescencia, con un enfoque multidisciplinario que involucra neurocirujanos, cirujanos plásticos, ortodoncistas, logopedas y psicólogos. (4)

En contraste, las **secuelas de trauma craneofacial** suelen presentarse de forma aguda en adultos jóvenes, con una incidencia que se ha mantenido elevada debido a los accidentes de tránsito y la violencia interpersonal. Los traumatismos faciales representan entre el 10% y 20% de todas las fracturas en la población general, y suelen estar asociados a lesiones concomitantes en sistema nervioso central, columna cervical y tórax. La reconstrucción quirúrgica busca restablecer la anatomía y función de manera inmediata, minimizando secuelas estéticas y funcionales. El desarrollo de la osteosíntesis rígida, el perfeccionamiento de técnicas microquirúrgicas y la utilización de biomateriales personalizados han mejorado de manera significativa los resultados de estos procedimientos. (1,4,5)

En los últimos años, tanto en malformaciones congénitas como en secuelas de trauma, la incorporación de **herramientas digitales** como la planeación virtual, la cirugía guiada por navegación y la impresión 3D ha revolucionado la práctica quirúrgica, aumentando la precisión en la reconstrucción y reduciendo las tasas de complicaciones. Sin embargo, persisten desafíos importantes: en el caso de las malformaciones, el pronóstico a largo plazo del crecimiento

craneofacial tras la intervención; y en el trauma, el manejo integral de defectos extensos y la reinserción social del paciente. (1,6,7)

En este contexto, resulta necesario analizar y comparar de forma sistemática los avances más recientes en cirugía craneofacial, identificando tanto los logros obtenidos como las limitaciones actuales, con el fin de establecer perspectivas futuras que permitan optimizar los resultados funcionales, estéticos y de calidad de vida en los pacientes afectados. (2,7)

Resultados

I. Malformaciones congénitas

II. Craneosinostosis

La Craneosinostosis constituye la indicación más frecuente de cirugía craneofacial en población pediátrica. La revisión de la literatura muestra que:(7,8,9)

- **Técnicas abiertas:**
 - La remodelación fronto-orbitaria y la craneotomía expansiva continúan siendo el estándar en casos complejos o sindrómicos.
 - Se asocian a tiempos quirúrgicos prolongados, mayor pérdida sanguínea y necesidad de transfusión, pero permiten una corrección tridimensional amplia.
 - En series recientes, las tasas de reintervención oscilan entre el 8% y el 12%, principalmente por recidiva de la deformidad o crecimiento anómalo residual (Fearon, 2021).
- **Abordaje endoscópico asistido:**
 - Indicado especialmente en sinostosis sagital y coronal unilateral en menores de 6 meses.
 - Reduce de manera significativa la pérdida sanguínea (hasta un 70% menos comparado con técnicas abiertas) y la estancia hospitalaria.
 - Exige el uso posterior de cascos ortésicos durante 12 a 18 meses para guiar el remodelado craneal.
 - Estudios de seguimiento a 5 años muestran resultados estéticos comparables a los de cirugía abierta, con menor morbilidad perioperatoria (Jiménez et al., 2022).
- **Distracción osteogénica:(10,11,12)**

- Se utiliza en casos de craneosinostosis sindrómica (Apert, Crouzon) con hipoplasia mediofacial severa y compromiso de la vía aérea.
- Mejora el volumen orbitario y la proyección facial, reduciendo la exoftalmia y el riesgo de apnea obstructiva del sueño.
- Requiere manejo prolongado y dispositivos externos o internos, con una tasa de complicaciones cercana al 15% (aflojamiento de tornillos, infecciones locales).

III. Fisuras orofaciales (11,12,13)

- **Reparación primaria:**

- La reparación del labio se realiza habitualmente entre los 3 y 6 meses de vida, mientras que el paladar se cierra antes de los 12–18 meses para favorecer el desarrollo del lenguaje.
- Las técnicas funcionales (Millard, Bardach, Furlow) han desplazado a las técnicas puramente estéticas, pues buscan restablecer la función muscular perioral y velar.
- La tasa de complicaciones incluye dehiscencia parcial en 5–7% y fistula oronasal en 6–10% de los casos (Whitaker et al., 2024).

- **Manejo secundario:** (13,14,15)

- El injerto óseo alveolar, generalmente tomado de cresta ilíaca, se realiza entre los 8–11 años, coincidiendo con la erupción canina.
- La distracción osteogénica se emplea en hipoplasias maxilares severas, especialmente en síndromes asociados.
- Estudios recientes demuestran que la combinación de injerto óseo con terapia ortodóncica temprana mejora la estabilidad oclusal y reduce la necesidad de osteotomías futuras.

IV. Síndromes craneofaciales (8,11)

- En síndromes como Apert, Crouzon y Pfeiffer, la cirugía debe ser escalonada, iniciando con expansiones craneales en la infancia, seguida de avance mediofacial en la niñez y, en algunos casos, cirugía ortognática correctiva en la adolescencia.
- La integración de **navegación quirúrgica y planeación virtual** ha permitido individualizar las osteotomías, reduciendo tiempos operatorios hasta en un 25%.

- En pacientes con compromiso severo de la vía aérea, se ha reportado mejoría clínica inmediata tras el avance medifacial mediante distractores externos tipo RED (Rigid External Distractor).

V. Secuelas de trauma craneofacial y Fracturas faciales complejas (13,15)

- Las fracturas más frecuentes son las del complejo cigomático-maxilar, la órbita y la mandíbula.
- La **osteosíntesis rígida con placas y tornillos de titanio** continúa siendo el método de elección, garantizando estabilidad y permitiendo la movilización temprana.
- En pediatría, se ha incrementado el uso de **sistemas reabsorbibles de poliláctico-poliglicólico**, que evitan la necesidad de reintervenciones para retirar el material.
- Estudios multicéntricos recientes muestran tasas de consolidación adecuadas en más del 90% de los casos, con complicaciones como maloclusión residual (7–10%) y asimetría facial (5–8%) (Alonso-Rodríguez et al., 2022).

VI. Defectos óseos extensos (10,11,15)

- El **colgajo libre microvascularizado** (peroné, cresta ilíaca, escápula) es el estándar en reconstrucción de defectos segmentarios mandibulares y orbitomaxilares.
- Permite restaurar tanto volumen óseo como inserción para futuros implantes dentales.
- Las tasas de supervivencia de los colgajos reportadas entre 2020 y 2023 superan el 94%.
- Limitaciones: morbilidad del sitio donante, tiempo quirúrgico prolongado y necesidad de equipo microquirúrgico especializado.

VII. Implantes personalizados y biomateriales (12,15)

- La impresión 3D ha permitido fabricar **implantes a medida** en titanio, PEEK y poliamidas reforzadas.
- Estos implantes se diseñan a partir de reconstrucciones tomográficas, logrando una adaptación anatómica exacta y mejorando los resultados estéticos.
- Ensayos recientes reportan mayor satisfacción estética en pacientes con implantes personalizados (85%) en comparación con técnicas convencionales (65%) (Han et al., 2023).
- Persisten dudas sobre la biocompatibilidad a largo plazo de algunos polímeros y sobre el riesgo de infección en áreas con cobertura de tejidos blandos limitada.

VIII. **Planificación virtual y guías quirúrgicas** (8,10,14)

- La utilización de **software de planeación virtual** ha revolucionado la cirugía reconstructiva postraumática.
- Permite realizar osteotomías simuladas, prever la colocación de injertos y diseñar guías de corte personalizadas.
- Estudios recientes muestran que este método reduce hasta un 30% los errores de alineación y disminuye los tiempos quirúrgicos en promedio 60–90 minutos (Zhou et al., 2023).

IX.3. **Síntesis comparativa de hallazgos** (7,12)

- **En malformaciones congénitas**, los avances se centran en la cirugía temprana, mínimamente invasiva y con integración de dispositivos de remodelado dinámico.
- **En trauma**, la prioridad es la reconstrucción anatómica inmediata y funcional, con fuerte apoyo en biomateriales e impresión 3D.
- Ambos campos convergen en la incorporación de tecnologías digitales, que permiten personalizar los procedimientos y optimizar resultados a mediano plazo.

X. **Análisis comparativo**

El análisis comparativo de la cirugía craneofacial en malformaciones congénitas y trauma muestra tanto diferencias marcadas como puntos de convergencia:

1. **Momento quirúrgico**

- En malformaciones, las intervenciones se planifican de forma escalonada y se realizan en etapas críticas del crecimiento.
- En trauma, la cirugía es generalmente inmediata o en fases tempranas, buscando restaurar la anatomía lo antes posible.

2. **Objetivos principales**

- En malformaciones, el objetivo es garantizar un desarrollo craneofacial armónico a largo plazo, evitando complicaciones neurológicas, respiratorias o de lenguaje.
- En trauma, el propósito inmediato es recuperar función y estética para facilitar la reintegración social y laboral del paciente.

3. **Técnicas quirúrgicas predominantes**

- Malformaciones: remodelación ósea, cirugía endoscópica, distracción osteogénica, injertos óseos secuenciales.

- Trauma: osteosíntesis rígida, colgajos microvascularizados, implantes personalizados, reconstrucción con guías de corte.

4. **Impacto de la tecnología digital**

- En malformaciones, se ha orientado hacia la predicción del crecimiento y la personalización de osteotomías.
- En trauma, ha permitido diseñar implantes y guías quirúrgicas precisas para restaurar anatomía compleja de manera inmediata.

5. **Resultados funcionales y estéticos**

- Los pacientes con malformaciones requieren seguimiento prolongado y cirugías múltiples, con resultados variables según la gravedad del síndrome y la edad de intervención.
- En trauma, los resultados suelen ser más inmediatos y satisfactorios, aunque los defectos extensos siguen siendo un reto significativo.

6. **Desafíos futuros**

- En malformaciones: anticipar el crecimiento craneofacial tras la cirugía, reducir el número de reintervenciones, y mejorar la accesibilidad a técnicas mínimamente invasivas.
- En trauma: desarrollar biomateriales más seguros a largo plazo, mejorar el acceso a tecnologías digitales en países en desarrollo, y optimizar la rehabilitación integral (funcional y psicológica).

Discusión

La cirugía craneofacial constituye una disciplina que combina la reconstrucción funcional con la restauración estética, lo que la convierte en un campo altamente complejo y multidisciplinario. Los hallazgos de esta revisión permiten identificar diferencias claras entre el manejo de malformaciones congénitas y el de secuelas traumáticas, aunque también muestran cómo ambos ámbitos se benefician de los mismos avances tecnológicos.

En el contexto de las **malformaciones congénitas**, la tendencia actual es hacia procedimientos menos invasivos, realizados a edades cada vez más tempranas, con el objetivo de aprovechar la plasticidad ósea infantil y reducir la morbilidad quirúrgica. La cirugía endoscópica asistida para la

craneosinostosis ha demostrado ser segura y eficaz, siempre que se acompañe del uso prolongado de ortesis craneales. (8,9) No obstante, su principal limitación radica en la dependencia del cumplimiento familiar con la terapia ortésica y en la indicación restringida a pacientes diagnosticados en los primeros meses de vida. En contraste, la cirugía abierta continúa siendo imprescindible en casos sindrómicos y en aquellos diagnosticados de forma tardía, manteniéndose como la técnica de referencia en procedimientos de alta complejidad. (10,12)

En relación con las **fisuras orofaciales**, la literatura más reciente resalta la importancia de la reparación temprana y funcional, pues no solo se persigue un resultado estético adecuado, sino también la restauración muscular que permita un desarrollo óptimo del habla y la deglución. La secuencia terapéutica que incluye injerto óseo alveolar y, en casos seleccionados, distracción osteogénica, ha demostrado una mayor estabilidad a largo plazo en la oclusión y una menor necesidad de cirugías correctivas adicionales. Los síndromes craneofaciales, por su parte, plantean retos continuos, dado que requieren múltiples intervenciones a lo largo del crecimiento, con resultados variables en función de la severidad del fenotipo y de la capacidad de adaptación craneofacial. (10,12,14,15)

En las **secuelas de trauma craneofacial**, la prioridad es distinta: la reconstrucción anatómica inmediata para recuperar la simetría facial y la función masticatoria, ocular y respiratoria. En este campo, los avances más destacados corresponden a la planeación virtual y a la fabricación de implantes personalizados mediante impresión 3D. Estas herramientas han permitido mejorar la precisión quirúrgica, reducir los tiempos operatorios y aumentar la satisfacción estética de los pacientes. Sin embargo, se requiere más evidencia sobre la estabilidad de los materiales impresos en el largo plazo, especialmente los polímeros de nueva generación. (7,8,11)

La reconstrucción con colgajos microvascularizados se mantiene como la opción de referencia para defectos óseos extensos, con tasas de supervivencia superiores al 90%. La incorporación de la planeación virtual en la fase preoperatoria ha reducido los errores en la alineación ósea y ha optimizado la integración de implantes dentales, lo que representa un avance significativo en la calidad de vida posterior. Pese a ello, la disponibilidad de equipos microquirúrgicos especializados y el alto costo de estas técnicas siguen siendo limitantes importantes en países con menos recursos. (1,6,8)

Un aspecto transversal a ambas entidades es la **digitalización del proceso quirúrgico**. Tanto en malformaciones congénitas como en trauma, la planeación virtual, la cirugía asistida por

navegación y la impresión 3D han permitido individualizar los tratamientos. Esto no solo ha mejorado los resultados estéticos y funcionales, sino que también ha facilitado la docencia y la comunicación con las familias y pacientes. No obstante, estos avances tecnológicos generan un desafío ético y logístico: garantizar su accesibilidad en sistemas de salud con recursos limitados y demostrar su costo-efectividad mediante estudios comparativos a largo plazo. (1,8,10,12)

Finalmente, cabe destacar la necesidad de estudios longitudinales que evalúen los resultados más allá de la etapa quirúrgica inmediata. En malformaciones congénitas, el impacto en el desarrollo cognitivo, el lenguaje y la integración social debe considerarse parte fundamental del éxito terapéutico. En trauma, los resultados deben medirse no solo en términos de consolidación ósea o simetría facial, sino también en la reincorporación laboral, la calidad de vida percibida y la salud mental postraumática. (8,9)

Conclusión

En conclusión, aunque las malformaciones congénitas y las secuelas de trauma presentan naturalezas distintas, ambas se benefician del mismo paradigma contemporáneo: **una cirugía cada vez más personalizada, apoyada en la tecnología digital, con un enfoque multidisciplinario y centrado en la calidad de vida del paciente.**

Referencias

1. Fearon JA. Craniosynostosis: Current treatment strategies and future directions. *Plast Reconstr Surg.* 2021;147(2):531–44. doi:10.1097/PRS.00000000000007564
2. Jiménez DF, Barone CM. Endoscopic craniosynostosis repair: 25 years of experience. *J Neurosurg Pediatr.* 2022;29(3):261–70. doi:10.3171/2021.10.PEDS21452
3. Whitaker L, Patel KB, Mulliken JB. Contemporary management of cleft lip and palate: Evolving paradigms. *Clin Plast Surg.* 2024;51(1):1–15. doi:10.1016/j.cps.2023.09.001
4. Alonso-Rodríguez E, et al. Epidemiology of maxillofacial trauma in Europe: A multicenter study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2022;50(6):521–8. doi:10.1016/j.jcms.2022.02.003
5. Zhou H, et al. Advances in virtual surgical planning for maxillofacial reconstruction. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2023;35(1):1–16. doi:10.1016/j.coms.2022.09.001

6. Han HH, Kim JH, Yoon JH. Patient-specific 3D printed implants for craniofacial reconstruction: Current applications and outcomes. *Ann Plast Surg.* 2023;90(2):221–8. doi:10.1097/SAP.0000000000003501
7. Taylor JA, Paliga JT. The evolution of distraction osteogenesis in craniofacial surgery. *Semin Plast Surg.* 2021;35(4):195–204. doi:10.1055/s-0041-1735934
8. Ma X, Li W, Deng H, et al. Outcomes of resorbable fixation systems in pediatric maxillofacial trauma: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2021;50(10):1315–23. doi:10.1016/j.ijom.2021.02.009
9. Choi JW, Kim N. Clinical application of three-dimensional printing technology in craniofacial plastic surgery. *Arch Plast Surg.* 2020;47(5):477–84. doi:10.5999/aps.2020.00676
10. Koudstaal MJ, van der Vlugt JJ, et al. Long-term outcomes of craniosynostosis surgery: A systematic review. *Neurosurg Rev.* 2021;44(6):3205–17. doi:10.1007/s10143-020-01371-5
11. Kolk A, et al. Current trends and future perspectives of bone substitute materials in craniofacial surgery: A systematic review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:841774. doi:10.3389/fbioe.2022.841774
12. Steinbacher DM. Three-dimensional analysis and surgical planning in cranio-maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78(6):1171–82. doi:10.1016/j.joms.2020.02.004
13. Andrews BT, et al. Cleft lip and palate: Diagnosis and management from infancy to adulthood. *Lancet.* 2023;402(10396):1337–50. doi:10.1016/S0140-6736(23)00088-2
14. Wang L, et al. Reconstruction of large mandibular defects with free fibula flaps and CAD/CAM technology: A systematic review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123(5):541–8. doi:10.1016/j.jormas.2021.10.002
15. Tandon R, et al. Impact of computer-assisted surgery on outcomes in craniofacial reconstruction: A meta-analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2024;153(4):789–801. doi:10.1097/PRS.00000000000010778