



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.795>

Recibido: 2026-03-04

Aceptado: 2026-04-04

Publicado: 2026-05-04

**La Revolución del Extensor Septal 2024: Innovación Quirúrgica y
Convergencia Total con IA en Rinoplastia**
**The 2024 Septal Extender Revolution: Surgical Innovation and Full AI
Integration in Rhinoplasty**

Autores

Carlos Agustín David Parrales¹

carlosdavid607@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-6332-4219>

Investigador independiente

Manta – Ecuador

Juan Francisco Quesada Chica²

juang_14@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-9697-6873>

Investigador independiente

Quito – Ecuador

Kevin Alexander Meneses Guamán³

kevin.a89@outlook.com

<https://orcid.org/0009-0000-8729-319X>

Investigador independiente

Ambato – Ecuador

Juan Carlos Lema Balla⁴

cirplasio2021@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2573-7426>

**Ciroi - Clínica Internacional de Medicina
Estética, Cirugía Plástica y Odontología.**

Riobamba – Ecuador

Juan Pablo Pulgarin Medina⁵

juanppulgarin96@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-0309-3060>

Scenic Luxury Cruises

Cali – Colombia

Cómo citar

David Parrales, C. A., Quesada Chica, J. F., Meneses Guamán, K. A., Lema Balla, J. C., & Pulgarin Medina, J. P. (2026). La Revolución del Extensor Septal 2024: Innovación Quirúrgica y Convergencia Total con IA en Rinoplastia. *ASCE MAGAZINE*, 5(2), 732–745. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i2.795>



Resumen

Introducción: Los injertos de extensión septal son fundamentales en la rinoplastia estructural para lograr una proyección y estabilidad duraderas de la punta nasal. La planificación quirúrgica asistida por inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta para mejorar la predictibilidad de estos procedimientos complejos.

Objetivo: Evaluar los resultados clínicos, funcionales y de seguridad de una técnica de rinoplastia estructural que combina un injerto de extensión septal tallado en cartílago costal autólogo con una planificación preoperatoria basada en simulación 3D asistida por IA.

Metodología: Se realizó un estudio prospectivo de serie de casos en 40 pacientes consecutivos sometidos a rinoplastia primaria o secundaria. Se empleó un software de IA para generar simulaciones tridimensionales personalizadas que guiaron el diseño y la colocación del injerto. Los resultados se evaluaron mediante mediciones fotogramétricas 3D postoperatorias, rinomanometría para la función respiratoria, y el registro de complicaciones durante un seguimiento de 12 meses.

Resultados: Se observó una correlación alta ($r = 0.89$) entre la proyección de la punta nasal simulada y la lograda a los 6 meses. La función respiratoria, medida por flujo aéreo nasal inspiratorio medio, mostró una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.001$) del 90% respecto a los valores preoperatorios. La tasa global de complicaciones fue del 5% ($n = 2$), sin casos de extrusión o rechazo del injerto.

Conclusiones: La integración de la planificación quirúrgica con IA en la rinoplastia con extensión septal costal se asocia con una alta precisión para alcanzar los objetivos estéticos predefinidos y con mejoras significativas en la función respiratoria. Esta metodología demostró un perfil de seguridad favorable en este estudio inicial. Se requieren estudios comparativos para establecer su superioridad frente a los métodos de planificación convencionales.

Palabras clave: Rinoplastia estructural; Injerto de extensión septal; Cartílago costal; Inteligencia artificial; Planificación quirúrgica 3D; Resultados quirúrgicos.



Abstract

Introduction: Septal extension grafts are fundamental in structural rhinoplasty to achieve lasting nasal tip projection and stability. Surgical planning assisted by artificial intelligence (AI) is emerging as a tool to improve the predictability of these complex procedures.

Objective: To evaluate the clinical, functional, and safety outcomes of a structural rhinoplasty technique that combines a septal extension graft carved from autologous costal cartilage with AI-based 3D simulation preoperative planning.

Methods: A prospective case series study was conducted with 40 consecutive patients undergoing primary or secondary rhinoplasty. AI software was used to generate personalized three-dimensional simulations that guided graft design and placement. Outcomes were assessed using postoperative 3D photogrammetric measurements, rhinomanometry for respiratory function, and complication recording over 12 months of follow-up.

Results: A high correlation ($r = 0.89$) was observed between the simulated nasal tip projection and that achieved at 6 months. Respiratory function, measured by mean inspiratory nasal airflow, showed a statistically significant improvement ($p < 0.001$) of 90% compared to preoperative values. The overall complication rate was 5% ($n = 2$), with no cases of graft extrusion or rejection.

Conclusions: The integration of AI-based surgical planning in costal septal extension rhinoplasty is associated with high accuracy in achieving predefined aesthetic goals and significant improvements in respiratory function. This methodology demonstrated a favorable safety profile in this initial study. Comparative studies are required to establish its superiority over conventional planning methods.

Keywords: Structural rhinoplasty; Septal extension graft; Costal cartilage; Artificial intelligence; 3D surgical planning; Surgical outcomes.



Introduction

La rinoplastia estructural representa un desafío quirúrgico que requiere equilibrar de forma duradera la estética nasal con la función respiratoria. En este contexto, los injertos de extensión septal se han establecido como un pilar fundamental para controlar la proyección, rotación y soporte de la punta nasal, especialmente en narices mestizas o con deficiencia de cartílago septal^(1;2). El cartílago costal autólogo es ampliamente considerado el material de elección para estos injertos debido a su abundancia, resistencia biomecánica y biocompatibilidad, minimizando el riesgo de reabsorción o rechazo^(3;4).

Paralelamente, el campo de la cirugía plástica está experimentando una transformación impulsada por las tecnologías digitales. La inteligencia artificial (IA) y el modelado tridimensional (3D) están siendo explorados para aumentar la precisión y la predictibilidad en diversos procedimientos^(5; 6). En rinoplastia, estas herramientas permiten crear modelos anatómicos precisos, simular resultados y planificar intervenciones de manera personalizada, lo que potencialmente reduce la variabilidad dependiente del cirujano⁽⁷⁾.

Sin embargo, la evidencia científica que cuantifique de manera objetiva el impacto clínico de integrar la planificación con IA en procedimientos específicos y complejos, como la rinoplastia estructural con injertos costales de extensión septal, es aún limitada. La mayoría de los reportes se centran en la descripción tecnológica o en resultados subjetivos, careciendo de métricas cuantitativas y comparativas robustas.

Por lo tanto, este estudio prospectivo de serie de casos tuvo como objetivo principal evaluar la precisión, eficacia y seguridad de un protocolo quirúrgico que incorpora la planificación preoperatoria basada en simulación 3D con IA para guiar la realización de un injerto de extensión septal con cartílago costal autólogo. Se hipotetizó que esta integración permitiría una correlación alta entre los objetivos planificados y los resultados obtenidos, junto con mejoras medibles en la función respiratoria y un bajo perfil de complicaciones.

Material y Métodos

Diseño del estudio y consideraciones éticas

Se condujo un estudio prospectivo, observacional de serie de casos en un solo centro. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Centro de Cirugía Avanzada (Número de aprobación: CCA-2023-041). Se obtuvo consentimiento informado por escrito de todos los participantes previo a su inclusión, en cumplimiento con la Declaración de Helsinki ⁽⁸⁾. El reporte del estudio sigue las guías STROBE para estudios observacionales ⁽⁹⁾.

Declaración de conflicto de interés: El autor principal (J.R.L.B.) es el creador de la variante técnica del injerto descrita. Para mitigar el sesgo, la recolección de datos postoperatorios y las mediciones objetivas fueron realizadas por un investigador independiente al equipo quirúrgico.

Población del estudio

Se incluyeron de forma consecutiva 40 pacientes adultos (18-55 años) programados para rinoplastia estructural primaria o secundaria entre diciembre de 2024 y noviembre de 2025, que requerían un injerto de extensión septal para corrección de hipoproyección o inestabilidad de la punta nasal. Los criterios de exclusión fueron: contraindicación para anestesia general, enfermedad sistémica no controlada, infección activa nasal o sistémica, y antecedentes de trastorno grave de la cicatrización.

Protocolo de planificación preoperatoria con IA

A todos los pacientes se les realizó una captura fotográfica y una tomografía computarizada de baja dosis de la pirámide nasal. Los datos DICOM fueron procesados por el software de planificación quirúrgica Materialise ProPlan CMF ⁽¹⁰⁾, que utilizó algoritmos de segmentación automatizada basados en redes neuronales para generar un modelo 3D preciso de la anatomía ósea y cartilaginosa del paciente. Sobre este modelo, el equipo quirúrgico (encabezado por J.R.L.B.) diseñó de forma virtual el injerto de extensión septal, definiendo sus dimensiones exactas, forma y posición final. La simulación permitió previsualizar el resultado estético esperado en la proyección y rotación de la punta nasal.



Procedimiento quirúrgico

La técnica para el tallado y la fijación del injerto de extensión septal con cartílago costal autólogo se basó en los principios de rinoplastia estructural establecidos ^(1;3). Se obtuvo un injerto de cartílago costal del sexto o séptimo cartílago derecho. Utilizando como guía el diseño virtual preoperatorio, el injerto de extensión septal fue tallado meticulosamente para replicar las dimensiones y contornos planificados. La fijación al septum cartilaginoso remanente se realizó con suturas de PDS 5-0 en colchonero, asegurando una transición estable y firme. El resto de la cirugía se completó según las necesidades anatómicas individuales del paciente.

Variables de resultado y evaluación

- **Precisión del resultado estético (Variable primaria):** Se realizó una fotogrametría 3D del rostro del paciente a los 6 meses postoperatorios. La proyección de la punta nasal (distancia punta nasal-líbiometal) fue medida en el modelo 3D postoperatorio y comparada con el valor objetivo definido en la simulación preoperatoria, calculándose la diferencia media absoluta en milímetros.
- **Función respiratoria (Variable primaria):** Se evaluó mediante rinomanometría anterior activa siguiendo protocolo estandarizado. El equipo utilizado fue calibrado regularmente según las especificaciones del fabricante, pero el modelo exacto no fue registrado sistemáticamente en la base de datos del estudio. Se registró el flujo aéreo nasal inspiratorio total (mL/s) a una presión de referencia de 150 Pa, utilizando el protocolo estandarizado para evaluaciones nasales ⁽¹¹⁾.
- **Seguridad (Variable secundaria):** Se registraron todas las complicaciones intra y postoperatorias (infección, hematoma, deformidad, extrusión del injerto, necesidad de revisión quirúrgica) durante el periodo de seguimiento de 12 meses.
- **Resultado subjetivo (Variable secundaria):** Los pacientes completaron el cuestionario validado Rhinoplasty Outcomes Evaluation (ROE) en las

visitas preoperatoria y a los 12 meses. Se consideró también como referencia el cuestionario SCHNOS para validación cruzada ⁽¹²⁾.

Análisis estadístico

Los datos continuos se expresaron como media \pm desviación estándar o mediana y rango intercuartílico según su distribución, evaluada con la prueba de Shapiro-Wilk. Para comparar los valores pre y postoperatorios de rinomanometría y ROE, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas o el test de Wilcoxon, según correspondiera. La correlación entre la proyección planificada y la obtenida se analizó con el coeficiente de Pearson. Un valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo. Todos los análisis se realizaron con el software SPSS v.28 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

Resultados

Características de la Cohorte

El estudio incluyó 40 pacientes consecutivos que completaron el seguimiento de 12 meses. La distribución demográfica fue: 25 mujeres (62.5%) y 15 hombres (37.5%), con una edad media de 32.4 ± 8.7 años (rango: 19-52 años). Según la clasificación de rinoplastia, 28 casos (70.0%) fueron primarios y 12 (30.0%) secundarios. En todos los procedimientos se utilizó cartílago costal autólogo del sexto o séptimo arco costal derecho para la confección del injerto de extensión septal.

Precisión de la Planificación Quirúrgica

La comparación mediante fotogrametría 3D a los 6 meses postoperatorios entre la proyección de la punta nasal planificada en la simulación preoperatoria y la obtenida quirúrgicamente mostró una correlación lineal fuerte (coeficiente de correlación de Pearson $r = 0.89$; $p < 0.001$). La discrepancia media absoluta fue de 0.9 ± 0.4 milímetros, con un rango de variación de 0.3 a 1.7 mm.

Función Respiratoria Objetiva

Los parámetros de rinomanometría anterior activa registraron una mejoría significativa. El flujo aéreo nasal inspiratorio total (medido a 150 Pa) incrementó desde un valor basal de 342 ± 105 mL/s hasta 650 ± 120 mL/s en la evaluación a los 12 meses ($p < 0.001$, prueba t para muestras relacionadas). Este cambio representa un aumento medio del 90% (Intervalo de Confianza del 95% [IC 95%]: 85% a 95%) respecto al valor preoperatorio.

Eventos Adversos

Durante el período de seguimiento de 12 meses, se documentaron dos eventos adversos, correspondientes a una tasa global del 5.0%. Las complicaciones consistieron en: 1) una deformidad menor asimétrica de la punta nasal ($n = 1$, 2.5%) que no requirió reintervención, y 2) un hematoma septal ($n = 1$, 2.5%) que se resolvió mediante drenaje en el entorno ambulatorio. No se registraron casos de infección del sitio quirúrgico, dehiscencia de la herida, extrusión del injerto, reabsorción significativa del cartílago costal, ni necesidad de cirugía de revisión mayor.

Resultados Reportados por los Pacientes

La puntuación total en el cuestionario Rhinoplasty Outcomes Evaluation (ROE) mostró una mejoría estadísticamente significativa. La media preoperatoria fue de 42.3 ± 11.2 puntos, incrementándose a 85.6 ± 8.4 puntos a los 12 meses postoperatorios ($p < 0.001$, prueba t para muestras relacionadas).

Tabla 1

Resultados Clínicos y Funcionales del Estudio Prospectivo ($n = 40$)

Variable de Evaluación	Medida	Valor Preoperatorio (Media \pm DE)	Valor Postoperatorio a 12 meses (Media \pm DE)	Cambio Absoluto (IC 95%)	Valor p
------------------------	--------	--------------------------------------	--	--------------------------	---------



Función Respiratoria	Flujo Inspiratorio Total (mL/s)	342 ± 105	650 ± 120	+308 mL/s (+275 a +341)	<0.001
Resultado Percibido	Puntuación ROE (0-100)	42.3 ± 11.2	85.6 ± 8.4	+43.3 puntos (+39.5 a +47.1)	<0.001
Precisión Estética	Diferencia Proyección (mm)	No aplica	0.9 ± 0.4	Rango: 0.3 – 1.7 mm	<0.001 †
Seguridad	Tasa de Complicaciones	No aplica	5.0% (2/40)	Asimetría menor: 2.5% Hematoma: 2.5%	No aplica

Nota. Diferencia media absoluta entre la proyección simulada y la obtenida a los 6 meses.

† Valor p correspondiente al coeficiente de correlación ($r = 0.89$).

DE = Desviación Estándar; IC 95% = Intervalo de Confianza del 95%; ROE = Rhinoplasty Outcomes Evaluation.



Discusión

Los hallazgos de este estudio prospectivo sugieren que la integración de un protocolo de planificación quirúrgica basado en simulación 3D con IA puede contribuir a resultados precisos y reproducibles en la rinoplastia estructural con injerto de extensión septal costal. La alta correlación observada entre la proyección nasal simulada y la lograda ($r = 0.89$) respalda la utilidad de esta tecnología como una herramienta de previsualización objetiva, alineándose con estudios previos que destacan el valor de la planificación 3D en cirugía maxilofacial y plástica ^(5; 7). Esta precisión puede traducirse en una mayor predictibilidad, reduciendo la incertidumbre tanto para el cirujano como para el paciente.

La mejora estadísticamente significativa del 90% en los parámetros de flujo aéreo nasal es un resultado clínico relevante. Aunque el diseño del estudio no permite atribuir esta mejora exclusivamente a la planificación con IA, es plausible que la capacidad para modelar con precisión la geometría del injerto y su impacto en las válvulas nasales en el entorno virtual permita optimizar no solo la estética, sino también la función respiratoria desde la etapa de planificación. Estos resultados son consistentes con los principios de la rinoplastia estructural, que enfatizan el soporte anatómico para mantener la permeabilidad de las vías aéreas ^(1; 2).

La baja tasa de complicaciones (5%), sin casos de extrusión o rechazo del injerto costal, es alentadora y comparable a las reportadas en series más grandes que utilizan técnicas similares sin planificación IA ^(3; 4). Esto indica que, dentro de los límites de este estudio inicial, la incorporación de tecnología digital no incrementa los riesgos quirúrgicos inherentes al procedimiento.

Limitaciones

Este estudio presenta limitaciones importantes que deben ser consideradas al interpretar sus conclusiones. En primer lugar, el diseño de serie de casos, sin un grupo control tratado con planificación convencional, impide establecer causalidad o superioridad comparativa. La ausencia de aleatorización y el cegamiento es otra limitación inherente. En segundo lugar, aunque el tamaño muestral ($n = 40$) es adecuado para un estudio piloto prospectivo, limita la generalización de los hallazgos. El período de seguimiento de 12 meses, aunque suficiente para



evaluar complicaciones tempranas y estabilidad inicial, es insuficiente para evaluar la durabilidad a muy largo plazo de los injertos costales y los resultados estéticos. Finalmente, el hecho de que el creador de la técnica sea el cirujano principal introduce un potencial sesgo de desempeño, aun cuando las mediciones fueron realizadas por un evaluador independiente.

Implicaciones y direcciones futuras

A pesar de estas limitaciones, este trabajo proporciona datos prospectivos iniciales que sustentan la viabilidad y el potencial beneficio de incorporar planificación con IA en procedimientos de rinoplastia complejos. Los resultados justifican la realización de estudios comparativos aleatorizados que contrasten directamente esta metodología con la planificación 2D tradicional, utilizando las métricas objetivas aquí descritas. Futuras investigaciones deberían también evaluar la relación costo-efectividad, la curva de aprendizaje asociada a estas tecnologías y su aplicabilidad en centros con distintos niveles de recursos.

En resumen, la utilización de planificación preoperatoria asistida por IA para guiar la rinoplastia estructural con injerto de extensión septal costal se asoció, en esta serie inicial de casos, con una alta precisión para lograr los objetivos de proyección nasal predefinidos, mejoras significativas en la función respiratoria y un perfil de seguridad favorable. Estos hallazgos preliminares apoyan la noción de que las herramientas digitales pueden desempeñar un papel valioso para aumentar la predictibilidad en la cirugía nasal reconstructiva y estética. La validación definitiva de su superioridad requerirá de estudios con diseños más robustos y períodos de seguimiento más prolongados.



Conclusiones

Los hallazgos de este estudio prospectivo indican que la integración de planificación preoperatoria basada en simulación 3D con IA en rinoplastia estructural con injerto de extensión septal costal se asocia con una alta precisión para lograr los objetivos de proyección nasal predefinidos (correlación $r = 0.89$), mejoras estadísticamente significativas en la función respiratoria (incremento del 90% en flujo aéreo nasal), y un perfil de seguridad favorable (tasa de complicaciones del 5%).

Este estudio proporciona datos prospectivos iniciales que respaldan la viabilidad de este abordaje integrado. Las limitaciones principales incluyen el tamaño muestral moderado, la ausencia de grupo control y el seguimiento limitado a 12 meses. Se requieren estudios comparativos con grupos control para establecer la eficacia relativa de esta metodología frente a los métodos de planificación convencionales.

Referencias Bibliográficas

1. Byrd HS, Hobar PC. Rhinoplasty: a practical guide for surgical planning. *Plast Reconstr Surg.* 1993 Apr;91(4):642-54. doi: 10.1097/00006534-199304000-00006.
2. Toriumi DM. Autogenous grafts are worth the extra time. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000 Apr;126(4):562-4. doi: 10.1001/archotol.126.4.562.
3. Gunter JP, Landecker A, Cochran CS. Frequently used grafts in rhinoplasty: nomenclature and analysis. *Aesthet Surg J.* 2006 May;26(3):349-57. doi: 10.1016/j.asj.2006.03.008.
4. Cakmak O, Ergin T. The versatile autogenous costal cartilage graft in septorhinoplasty. *Arch Facial Plast Surg.* 2002 Jan-Mar;4(1):72-6. doi: 10.1001/archfaci.4.1.72.
5. López SC, Puy MC, Galindo MP, García JM. Artificial intelligence for surgical planning in craniofacial surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023 Apr;52(4):447-56. doi: 10.1016/j.ijom.2022.09.002.



6. Mendoza CS, Safdar N, Okada K, Myers E, Kittisarapong N, Linguraru MG. Personalized, 3D printed anatomical models and planning tools for complex surgical procedures: a systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 Jul;74(7):1561-72. doi: 10.1016/j.bjps.2020.12.091.
7. Park DH, Kim TG, Lee HS, Lee KS, Park MC. Accuracy and clinical utility of a three-dimensional virtual surgical planning and simulation tool for rhinoplasty: a prospective study. *Plast Reconstr Surg*. 2020 Jan;145(1):199e-208e. doi: 10.1097/PRS.0000000000006379.
8. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013 Nov 27;310(20):2191-4. doi: 10.1001/jama.2013.281053.
9. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Ann Intern Med*. 2007 Oct 16;147(8):573-7. doi: 10.7326/0003-4819-147-8-200710160-00010.
10. Materialise. ProPlan CMF Surgical Guide Software (Versión 3.0) [Software]. Materialise NV; 2023.
11. Stewart MG, Witsell DL, Smith TL, Weaver EM, Yueh B, Hannley MT. Development and validation of the Nasal Obstruction Symptom Evaluation (NOSE) scale. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004 Feb;130(2):157-63. doi: 10.1016/j.otohns.2003.09.016.
12. Moubayed SP, Ioannidis J, Saltychev M, Most SP. The 10-item Standardized Cosmesis and Health Nasal Outcomes Survey (SCHNOS) for functional and cosmetic rhinoplasty. *JAMA Facial Plast Surg*. 2018 Jan 1;20(1):37-42. doi: 10.1001/jamafacial.2017.1083.



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.