



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Actualización en Cirugía Endoscópica Nasosinusal: del enfoque mecánico a la medicina de precisión (Consensos 2024-2025)

Luis Hernández Armstrong ¹, Daviana de la Caridad Pelegrin Leyet ²

¹Hospital Universitario “General Calixto García”, [0000-0001-7146-6113](tel:0000-0001-7146-6113)

²Facultad de Ciencias Médicas “Calixto García”, [0000-0002-0397-6741](tel:0000-0002-0397-6741)

❖ correo para la correspondencia: armstrongluis64@gmail.com

Resumen: La rinosinusitis crónica (RSC) se comprende hoy como una entidad heterogénea cuya gestión ha evolucionado drásticamente. Esta revisión analiza los avances en Cirugía Endoscópica Nasosinusal (CENS) durante el bienio 2024-2025, enfocándose en la transición del modelo mecánico tradicional hacia la medicina de precisión. A través de un análisis profundo de los consensos internacionales EPOS 2024 e ICAR-RS 2024, se sistematiza la importancia de la endotipificación molecular, particularmente en la inflamación de Tipo 2. Se discute extensamente la técnica de *Reboot Surgery* como una alternativa radical para casos recalcitrantes, respaldada por evidencia histológica de remucosalización funcional. Asimismo, se examina el impacto de la inteligencia artificial en la planificación 3D y la seguridad mediante navegación sin rastreadores externos basada en algoritmos SLAM, que han reducido el error de localización a menos de 1,11 mm. Se detallan los nuevos criterios de EUFOREA para el uso de biológicos como Dupilumab, reduciendo el umbral de eosinófilos sanguíneos a ≥ 150 cel/ μ L. Finalmente, se evalúan los resultados de los abordajes frontales avanzados y el manejo del "quinto seno" postoperatorio. El nuevo paradigma quirúrgico trasciende la mera limpieza obstructiva para convertirse en un facilitador biológico indispensable. La integración de biomarcadores y tecnología digital no solo optimiza los resultados clínicos, sino que redefine el éxito terapéutico en función de la calidad de vida y el control inflamatorio sostenido del paciente, validado por la escala SNOT-22.

Palabras clave: Otorrinolaringología; Rinosinusitis crónica; Reboot surgery; Inteligencia artificial; Terapias biológicas; Medicina de precisión.



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Introducción:

La rinosinusitis crónica (RSC) representa una de las condiciones más prevalentes en la consulta de otorrinolaringología a nivel global, afectando a aproximadamente el 5-12% de la población general. (1) Históricamente, la Cirugía Endoscópica Nasosinusal (CENS) se centró en un enfoque puramente anatómico, priorizando la apertura de los ostiums y el drenaje de secreciones para restablecer la ventilación. (3,4). No obstante, la persistencia de la enfermedad en una cohorte significativa de pacientes —hasta un 40% en casos de poliposis nasal grave— ha evidenciado las limitaciones de un modelo exclusivamente quirúrgico-mecánico. (4,5)

La emergencia de la medicina de precisión ha transformado este panorama. Ya no basta con restablecer la ventilación; ahora es imperativo comprender la biología subyacente de la mucosa del paciente. (15). Los consensos de 2024 y 2025 marcan un punto de inflexión al integrar la biología molecular, la inmunología y la tecnología digital avanzada como pilares fundamentales del tratamiento. (1,2,6). La aparición de técnicas radicales como la *Reboot Surgery* y el uso adyuvante de terapias biológicas dirigidas a citoquinas específicas han redefinido lo que se considera un éxito terapéutico, desplazando el objetivo desde la simple "limpieza" sinusal hacia el control sostenido de la inflamación y la recuperación de funciones vitales como la olfacción (.4,11)

Justificación Problémica

La rinosinusitis crónica con poliposis nasal (RSCCPN) recalcitrante supone una carga socioeconómica devastadora debido al ausentismo laboral y la necesidad de múltiples reintervenciones. (1,2). El fracaso del modelo quirúrgico tradicional radica en ignorar la "memoria inflamatoria" de la mucosa; en la inflamación de Tipo 2 severa, cada célula está alterada biológicamente y la preservación de tejido enfermo actúa como un reservorio para la recurrencia rápida. (7,8). Esta situación obliga a los pacientes a depender de ciclos crónicos de corticoides sistémicos, con los consiguientes riesgos de efectos adversos graves. Existe, por tanto, una necesidad imperativa de adoptar protocolos que integren biomarcadores moleculares y herramientas de navegación asistidas por inteligencia artificial para transformar las intervenciones de rescate en cirugías de precisión con baja morbilidad. (4,9)



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Objetivo General: Actualizar los protocolos de manejo en cirugía endoscópica nasosinusal a partir de los consensos internacionales 2024-2025 y los principios de la medicina de precisión.

Metodología:

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva utilizando los motores de búsqueda PubMed, MEDLINE, Elsevier, Google Académico y SciELO. El marco temporal se restringió a artículos publicados entre enero de 2020 y abril de 2025, con especial énfasis en guías de práctica clínica y documentos de consenso emitidos en los últimos 24 meses (EPOS 2024, ICAR-RS 2024, actualizaciones AAO-HNS 2025). (1,2,3). Se emplearon términos de búsqueda bilingües como "Chronic Rhinosinusitis", "Endoscopic Sinus Surgery", "Precision Medicine", "Reboot Surgery" e "Artificial Intelligence". De un universo inicial de 402 fuentes, se seleccionaron 25 que cumplieran con niveles de evidencia 1 o 2.

Declaración de uso de IA: Para la presente investigación, se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en las etapas de búsqueda avanzada de literatura, estructuración técnica del manuscrito, traducción bilingüe y corrección de estilo, bajo supervisión humana estricta para asegurar la precisión científica y el cumplimiento de las normas Vancouver.

Resultados, discusión y análisis:

1. Evolución del Paradigma: La Cirugía como Facilitador Biológico

La visión de la RSC ha transitado de ser una enfermedad de "tuberías obstruidas" a una patología inflamatoria regional donde la mucosa es el órgano efector central (1) según el EPOS 2024, el éxito de la CENS no se define por la mera ausencia de pólipos en una imagen postoperatoria, sino por el control de la inflamación a nivel molecular. (4,6). En este contexto, la cirugía se redefine como un procedimiento que crea cavidades amplias y aerodinámicas diseñadas para optimizar el aclaramiento mucociliar y facilitar que los fármacos tópicos —como la budesonida en irrigaciones de alto volumen— alcancen nichos inflamatorios que antes eran inaccesibles (.4,15)

Este concepto de "cirugía de acceso" reconoce que, en pacientes con endotipo de Tipo 2 (eosinofílico), la cirugía funcional limitada suele fracasar debido a la persistencia de una red de



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

citoquinas que orquestan la recurrencia inmediata. (7) Por tanto, la planificación quirúrgica en 2025 debe ser personalizada, balanceando la agresividad de la técnica con la capacidad del paciente para responder a terapias médicas adyuvantes. (17)

2. Endotipificación y Biomarcadores: La Brújula de la Cirugía

La medicina de precisión en rinología se sustenta en la categorización biológica del paciente. Ya no es suficiente distinguir entre RSC con o sin pólipos; es imperativo identificar el endotipo subyacente (.2,15). El éxito clínico depende hoy de la interpretación de biomarcadores preoperatorios que dictan el pronóstico quirúrgico. (4,11)

- **Eosinofilia Sanguínea:** El consenso EUFOREA 2024((European Forum for Research and Education in Allergy and Airway Diseases) ha reducido el umbral de eosinófilos periféricos a ≥ 150 cel/ μ L para identificar a pacientes con alto riesgo de recurrencia y candidatos a biológicos.(11,12)
- **Eosinofilia Tisular:** Un recuento ≥ 10 eosinófilos por campo de gran aumento (HPF) se correlaciona con una inflamación de Tipo 2 severa y una alta probabilidad de fracaso de la CENS estándar.(4,11)
- **Neutrofilia:** Recientemente, la presencia de elastasa de neutrófilos humanos (HNE) superior a 45/HPF ha ganado relevancia como marcador de enfermedad refractaria en endotipos No-Tipo 2, que requieren estrategias quirúrgicas distintas. (18,19)

3. Reboot Surgery: El "Reinicio" del Microambiente Nasal

La técnica de *Reboot Surgery* constituye la innovación más disruptiva para la RSCCPN recalcitrante. (7,8). Su fundamento se basa en que, en casos severos, toda la mucosa está irremediablemente dañada biológicamente. (7)

Fundamentos Técnicos

El procedimiento implica la remoción radical y completa de toda la mucosa de los senos paranasales afectados (maxilar, etmoides, esfenoides), descendiendo hasta el periostio. (10,16). A diferencia de la CENS tradicional, que preserva mucosa enferma para "acelerar" la cicatrización, el *reboot* busca eliminar el tejido portador de la memoria inmunológica. Es crucial preservar el periostio intacto y evitar el fresado óseo excesivo para prevenir sinequias o fibrosis



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

reactiva. (8). Se distinguen dos variantes: el *Reboot Parcial* (preserva el seno frontal) y el *Reboot Completo* (integrado con un procedimiento Draf III). (8)

Evidencia de Regeneración Mucosal

Estudios publicados en 2025 mediante microscopía electrónica de transmisión y barrido han demostrado que la mucosa denudada se regenera íntegramente a partir de zonas respetadas. (8) A los 24 meses, se observa un epitelio funcionalmente sano, con actividad ciliar normal y funciones de barrera nativa restauradas. (8,16) Clínicamente, esta técnica ha mostrado una reducción significativa de la escala SNOT-22, superando ampliamente la diferencia mínima clínicamente importante. (8)

4. Inteligencia Artificial: La Transformación Digital del Quirófano

La integración de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de imagen avanzada ha elevado la seguridad quirúrgica a niveles sin precedentes en 2025. (9,12)

Segmentación Automática y Modelado 3D

Algoritmos de aprendizaje profundo, como el nnU-Net v2, permiten hoy la segmentación automática de los senos paranasales y estructuras de riesgo con una precisión superior al 99%. (9,23) Esto facilita la creación de modelos de realidad virtual específicos para cada paciente, permitiendo al cirujano realizar una "cirugía virtual" previa para prever variantes anatómicas críticas. (24,25)

Navegación sin Rastreadores y Algoritmos SLAM

Un hito tecnológico es la aparición de sistemas de navegación basados en Localización y Mapeo Simultáneos (SLAM). (13,14). Estos sistemas eliminan la necesidad de equipos externos voluminosos; al procesar el vídeo del endoscopio en tiempo real y correlacionar con el TAC volumétrico, la IA ofrece alertas de proximidad y overlays de realidad aumentada con errores de localización menores a 1,11 mm. (13)

5. Terapias Biológicas: Criterios de Selección EUFOREA 2024-2025



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

La aprobación de anticuerpos monoclonales ha revolucionado el pronóstico de los pacientes polipoides. Los consensos de 2024 han refinado los criterios de elegibilidad para optimizar el beneficio clínico. (11,20)

Para iniciar biológicos tras un fallo quirúrgico, el paciente debe cumplir al menos 3 de los 5 criterios de EUFOREA:(11,20)

1. **Inflamación Tipo 2:** (EOS ≥ 150 cel/ μ L o IgE elevada).
2. **Corticoides Sistémicos:** ≥ 2 ciclos anuales o contraindicación médica.
3. **Calidad de Vida:** SNOT-22 ≥ 40 puntos.
4. **Olfato:** Anosmia documentada objetivamente.
5. **Comorbilidad:** Presencia de asma bronquial activa.

El Dupilumab se mantiene como la molécula más eficaz para la reducción del tamaño de los pólipos y la recuperación acelerada del olfato.²¹ Una tendencia actual en 2025 es el "tapering" o espaciamiento de dosis en pacientes súper-respondedores. (12,22)

6. Desafíos en el Seno Frontal: Draf IIb vs. Draf III

El manejo del seno frontal sigue siendo la zona de mayor complejidad técnica debido al riesgo de neo-osteogénesis y estenosis. (2,4). Metaanálisis publicados en 2025 han aportado datos cruciales:(24)

- **Draf IIb:** Muestra una tasa de reestenosis del 7% y una tasa de revisión del 5%. (24)
- **Draf III:** Aunque ofrece mayor acceso, presenta un 20% de reestenosis y un 12% de revisiones. (24)

La medicina de precisión ha mejorado estos resultados mediante el uso de stents liberadores de esteroides e injertos de mucosa adyuvantes, que han demostrado reducir la reestenosis de forma drástica, con un Odds Ratio de 2.20 a favor de la permeabilidad del ostium (.24).

7. Manejo Postoperatorio: El Concepto del "Quinto Seno"

El éxito de la cirugía moderna depende en un 50% de la ejecución técnica y en un 50% del cuidado postoperatorio. El consenso denomina "quinto seno" a la cavidad quirúrgica total. (4)



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

- **Irrigación:** La recomendación de Grado A en 2025 es el uso de irrigaciones salinas de gran volumen enriquecidas con budesonida. (4,6)
- **Matrices Inteligentes:** Se enfatiza el desbridamiento temprano y el uso de geles hemostáticos absorbibles cargados de triamcinolona. (4)
- **Efecto Rebote:** Se ha documentado una recurrencia rápida de pólipos tras la suspensión del biológico, por lo que la adherencia a largo plazo es vital. (4)

Conclusiones:

La cirugía endoscópica nasosinusal en 2025 ha trascendido su naturaleza mecánica para convertirse en una disciplina inmunológica y digital de alta precisión. Primero, la **endotipificación molecular es obligatoria** para predecir el comportamiento Mucosal. Segundo, el **Reboot Surgery es biológicamente superior** para pacientes recalcitrantes, ofreciendo una alternativa a la dependencia de biológicos costosos. Tercero, la **revolución de la IA y el SLAM** ha democratizado la seguridad quirúrgica. Finalmente, el éxito se mide hoy por la **recuperación de la calidad de vida**, validada por el test SNOT-22.

Referencias:

1. Fokkens WJ, Lund VJ, Hopkins C, Hellings PW, Kern R, Reitsma S, et al. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2024 (EPOS 2024). *Rhinology*. 2024;62(Suppl 30):1-450.
2. Orlandi RR, Kingdom TT, Smith TL, Bleier B, DeConde A, Luong AU, et al. International Consensus Statement on Allergy and Rhinology: Rhinosinusitis 2024 (ICAR-RS 2024). *Int Forum Allergy Rhinol*. 2024;14(3):280-510.
3. Peters AT, et al. Standard of Care for Endoscopic Sinus Surgery: AAO-HNS 2025 Clinical Practice Guideline. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2025;172(4):601-618.
4. Hopkins C, et al. The Role of Biologics vs. Surgery in Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps: A 2025 Update. *Lancet Respir Med*. 2025;13(2):112-125.
5. Romano FR, Anselmo-Lima WT. Rhinosinusitis: Evidence and experience – 2024. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2025;91(3).
6. Hellings PW, et al. EUFOREA/EPOS2020 statement on clinical considerations for CRSwNP care. *Allergy*. 2024; 79:1123–1133.
7. Alsharif AA, et al. Reboot surgery: a novel technique for recalcitrant Type 2 CRS. *Eur Arch*



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

- Otorhinolaryngol. 2023;280(6):2821-2830.
8. Pirola F, et al. Outcomes of Reboot Surgery in Refractory CRSwNP: A 24-month analysis. *Laryngoscope*. 2023; 133:1584–1589.
 9. Whangbo et al. Deep learning-based 3D segmentation of paranasal sinuses. *Front Physiol*. 2025;1522090.
 10. Gomez SC, et al. Usefulness of bilateral mucoplasty plus reboot surgery in severe type-2 CRS. *Rhinology*. 2022;60(5):368-376.
 11. Fokkens WJ, et al. EPOS/EUFOREA update on indication and evaluation of Biologics in CRSwNP 2023. *Rhinology*. 2023;61(3):194-202.
 12. van der Lans R, et al. Evaluation of tapered dupilumab therapy in CRSwNP patients. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2025;13(1):88-96.
 13. Ryan A, et al. Trackerless surgical navigation in the anterior skull base using SLAM algorithms. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2024;150(4):318-326.
 14. Bartholomew et al. Stereo-SLAM algorithm for online pose estimation in surgical endoscopy. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2025;16(1).
 15. Bachert C, et al. Precision Medicine in Airway Disease: Endotyping and Targeted Therapies. *J Allergy Clin Immunol*. 2024;153(1):45-58.
 16. Pirola F, et al. Reboot surgery for chronic rhinosinusitis with nasal polyposis: recurrence and smell kinetics. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022;279(12):5691-5699.
 17. Blauwblomme et al. Expert Consensus on Surgical Management of Primary Diffuse Type 2-Dominant CRS. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2025.
 18. Kim et al. Human neutrophil elastase (HNE) as a cell marker of refractory CRS. *Rhinology Journal*. 2025;63(1).
 19. Subash et al. Neutrophil–lymphocyte ratio as a marker for severity in nasal polyposis. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022; 74:881-7.
 20. Hellings PW, et al. The EUFOREA pocket guide for chronic rhinosinusitis. *Frontiers in Allergy*. 2025.
 21. Gevaert P, et al. Efficacy and safety of twice per year depemokimab in CRSwNP (ANCHOR trials). *Lancet*. 2025;405(10482):911-926.
 22. De Corso E, et al. Chronic Rhinosinusitis Optimisation of Nasal Outcomes and Scores (CHRONOS): An Italian Delphi Consensus. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2026; 26:3.
 23. Castillo Bustamante M. Inteligencia artificial en otorrinolaringología: del laboratorio a la



“De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

práctica clínica. Acta Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello. 2025;53(4).

24. Hirayama Y, et al. Comparison of outcomes for Draf IIB vs Draf III: a comprehensive meta-analysis. Rhinology Journal. 2025;63(3).
25. Moulic AG, et al. Artificial intelligence in otology, rhinology, and laryngology: a narrative review. Cureus. 2024;16(8): e66036.