

*Artículo original*

## **Rompiendo paradigmas: explorando la elevación del seno maxilar sin injertos utilizando el poder osteogénico de la membrana de Schneider.**

Giammarco Beneduce<sup>1</sup> | Juan Manuel Ambros Maseras<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DDS, MSc, Alumno de Máster de Cirugía Bucal, Implantología y Periodoncia, Sede Barcelona | <sup>2</sup>DDS, MSc, Director del Máster en Cirugía Bucal, Implantología y Periodoncia, Sede Barcelona

**Correspondencia:** [dentistabeneducegiammarco@gmail.com](mailto:dentistabeneducegiammarco@gmail.com)

**Palabras claves:** células madre mesenquimales | elevación del seno maxilar | espacio subantral | membrana de Schneider | neoformación ósea | osteogénesis | trombogenicidad

Beneduce G, Ambros J. Rompiendo paradigmas: explorando la elevación del seno maxilar sin injertos utilizando el poder osteogénico de la membrana de Schneider. *Revista Científica PgO UCAM*,2026;1:1-10

### **RESUMEN**

**Planteamiento del problema:** La técnica tradicional de elevación del seno maxilar para aumentar el volumen óseo en la región posterior del maxilar suele requerir injertos óseos, lo que implica desventajas como un segundo sitio quirúrgico y mayor riesgo de contaminación. Este estudio explora una alternativa innovadora: la elevación sin injertos, aprovechando el potencial osteoinductivo de la membrana de Schneider y el efecto “tenting” de los implantes. Evidencias recientes en humanos y animales indican que esta membrana, junto con la superficie de titanio de los implantes, puede estimular la formación de nuevo hueso, eliminando la necesidad de injertos y reduciendo complicaciones.

**Objetivos:** Este artículo revisa la evidencia disponible sobre la técnica de elevación del seno maxilar sin injertos, explorando el potencial osteogénico de la membrana de Schneider. Se analiza la eficacia de esta técnica en comparación con los métodos tradicionales que emplean injertos óseos.

**Material y métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática de la literatura en las bases de datos PubMed, Scopus, ScienceDirect y Embase. Se utilizaron como palabras clave: elevación del seno maxilar, membrana de Schneider, osteogénesis, trombogenicidad y sin injertos. Se incluyeron estudios clínicos controlados, estudios preclínicos en humanos y animales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios observacionales. Los criterios de inclusión consideraron a pacientes adultos con deficiencia ósea en la región posterior del maxilar que requirieron una elevación del seno maxilar para la colocación de implantes dentales.

**Resultados:** La membrana de Schneider presenta células madre mesenquimales con capacidad osteogénica. Estudios muestran una ganancia promedio de altura ósea entre 4,75 mm y 6,14 mm, con tasas de

supervivencia de implantes de hasta el 100% a los 40 meses. Comparado con técnicas tradicionales, se observa similar o superior eficacia, menor morbilidad y reducción de complicaciones.

**Conclusión:** La elevación del seno maxilar sin injertos es una técnica viable y efectiva, aprovechando las propiedades osteogénicas intrínsecas de la membrana de Schneider, ofreciendo resultados clínicos comparables a métodos con injertos, pero con menor invasividad y morbilidad.

## 1 | Introducción

La atrofia ósea en la región posterior del maxilar, consecuencia de la pérdida dental y la subsecuente neumatización del seno maxilar, representa un desafío persistente en la rehabilitación implantológica. Las técnicas convencionales de elevación del seno han fundamentado su eficacia en el uso de injertos óseos —autólogos, aloplásticos o xenoinjertos— que, si bien han mostrado resultados predecibles, conllevan limitaciones relevantes: aumento de la morbilidad quirúrgica, necesidad de un sitio donante adicional, riesgo de infección, mayor complejidad operatoria y costes incrementados <sup>1</sup>.

Sin embargo, en los últimos años, se ha evidenciado un cambio de paradigma que replantea radicalmente la necesidad de emplear injertos en la elevación del seno maxilar. Este giro conceptual se basa en la comprensión avanzada del papel activo de la membrana de Schneider. Lejos de ser una estructura pasiva de revestimiento, la membrana de Schneider alberga células madre mesenquimales con un marcado potencial osteogénico, capaces de inducir la neoformación ósea al ser desplazadas y mantenidas en una posición elevada, creando un microentorno biológico propicio para la regeneración.<sup>2,3</sup>

La interacción de este microambiente con el coágulo sanguíneo autólogo, junto a la trombogénicidad inducida por la superficie de titanio de los implantes, constituye un complejo sistema regenerativo endógeno que puede, en muchos casos, igualar o incluso superar los resultados obtenidos mediante técnicas injertivas tradicionales. Este enfoque, conocido como elevación del seno maxilar sin injertos basada en el poder osteogénico de la membrana de Schneider, ofrece una alternativa terapéutica menos invasiva, biológicamente coherente y con claras ventajas clínicas y económica <sup>4-6</sup>.

El objetivo de esta revisión sistemática es profundizar en la evidencia científica existente sobre la capacidad osteogénica intrínseca de la membrana de Schneider en los procedimientos de elevación sinusal sin injertos, analizar los mecanismos celulares y moleculares involucrados, evaluar los resultados clínicos relacionados con la estabilidad y supervivencia de los implantes, y establecer las bases para considerar esta técnica como una alternativa segura, eficaz y sustentada en los principios de la biología regenerativa contemporánea.

## 2 | Material y métodos

Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Se formuló la pregunta de investigación utilizando el modelo PICO, considerando los siguientes componentes: P (pacientes): Pacientes con deficiencia ósea en la región posterior del maxilar que requieren elevación del seno maxilar para la colocación de implantes dentales.; I (intervención): Elevación del seno maxilar sin el uso de injertos, utilizando únicamente la membrana de Schneider para inducir la formación ósea.; C (comparación): Elevación del seno maxilar con el uso de injertos óseos tradicionales (autógenos, xenoinjertos, aloinjertos, o materiales aloplásticos).; O (resultados): Tasa de éxito en la formación ósea, estabilidad del implante, y tasa de supervivencia del implante. Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus, Embase, Science direct), desde 2022 hasta 2024 (fechas de inicio y fin de la búsqueda), sin restricción de idioma o año de publicación, siempre que los estudios cumplieran los criterios de inclusión. Los términos de búsqueda y operadores booleanos utilizados incluyeron: (“sinus lift” OR “sinus augmentation” OR “sinus floor elevation” OR “elevación del seno maxilar” OR “maxillary sinus membrane”) AND (“Schneiderian membrane” OR “membrana de Schneider”) AND (“osteogenesis” OR “bone formation” OR “osteogenic potential”) AND (“graftless” OR “sin injertos” OR “no bone graft”).

Además, se realizó una búsqueda manual de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para identificar posibles estudios adicionales relevantes.

Los criterios de inclusión fueron:

- Estudios clínicos controlados, estudios preclínicos en humanos y estudios observacionales.
- Estudios que evaluarán la elevación del seno maxilar sin injertos en pacientes adultos.

Los criterios de exclusión incluyeron:

- Estudios en animales
- Revisiones sistemáticas y metaanálisis
- Pacientes con patologías sistémicas que pudieran afectar la osteogénesis.

El proceso de selección de los estudios se realizó en dos fases. En la primera fase, dos revisores independientes (G.B y J.A.M.) evaluaron los títulos y resúmenes para determinar su elegibilidad. En la segunda fase, se revisaron los textos completos de los artículos seleccionados para aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

### 2.1 | Evaluación riesgo de sesgo

La calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos fueron evaluados de manera independiente por dos revisores (G.B. y J.A.M.), siguiendo

criterios derivados de herramientas validadas: la escala Newcastle-Ottawa (NOS) para estudios observacionales y la

herramienta Cochrane RoB 2 para ensayos clínicos aleatorizados. Las discrepancias se resolvieron por consenso.

### 3 | Resultados

La búsqueda bibliográfica inicial identificó un total de 26 registros. Tras la eliminación de duplicados ( $n = 4$ ), se evaluaron 22 títulos y resúmenes. De estos, 22 artículos fueron seleccionados para lectura completa. Finalmente, tras aplicar los criterios de exclusión y excluir los estudios en animales y las revisiones, 8 estudios clínicos originales en humanos fueron incluidos en esta revisión sistemática<sup>2,3,5-10</sup>. Los estudios incluidos se publicaron entre 2004 y 2021 y se desarrollaron en contextos geográficos diversos (Suecia, Brasil, Alemania, Reino Unido, Estados Unidos, Líbano y Turquía). El tamaño muestral varió entre un mínimo de 12 pacientes y un máximo de 44 pacientes, con un total aproximado de más de 200 sujetos evaluados.

#### 3.1 | Ganancia de altura ósea y formación ósea

Los estudios clínicos reportaron una ganancia promedio de altura ósea entre 4,75 mm y 6,14 mm, confirmando la capacidad osteogénica de la membrana de Schneider en ausencia de injertos. En varios casos, la densidad del hueso neoformado fue comparable o incluso superior a la observada en pacientes

tratados mediante técnicas convencionales con injertos óseos.<sup>5-10</sup>

#### 3.2 | Supervivencia e integración implantaria

La tasa de supervivencia de los implantes varió entre 94% y 100%, incluso en seguimientos prolongados de hasta 40 meses. La estabilidad primaria de los implantes y la maduración progresiva del hueso en contacto directo con la superficie de titanio fueron consistentes entre los estudios incluidos, lo que refuerza la fiabilidad clínica de la técnica sin injertos.<sup>8-10</sup>

#### 3.3 | Comparación con técnicas tradicionales

Estudios comparativos<sup>7,10</sup> demostraron que la elevación sin injertos ofrece resultados similares e incluso superiores a los protocolos convencionales con injertos, con la ventaja adicional de reducir la morbilidad quirúrgica, los tiempos operatorios y las complicaciones asociadas a sitios donantes.

#### 3.4 | Síntesis de la evidencia

En conjunto, los 8 estudios clínicos en humanos aportan evidencia consistente acerca de la viabilidad de la elevación sinusal sin injertos, mostrando resultados favorables en términos de ganancia de altura ósea, calidad histológica del hueso

neoformado, y supervivencia implantaria. La Tabla 1 resume las principales características de los estudios incluidos (diseño, intervención, grupo control, duración del seguimiento y hallazgos).

### 3.5 | Calidad metodológica y riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo se realizó siguiendo criterios derivados de herramientas validadas (escala Newcastle-Ottawa para estudios

observacionales y Cochrane RoB 2 para ensayos clínicos aleatorizados). En términos de calidad metodológica, dos estudios presentaron riesgo bajo<sup>7,8</sup>, cinco estudios riesgo moderado<sup>2,3,5,6,9</sup> y un estudio riesgo alto<sup>10</sup>. En conjunto, la evidencia disponible puede considerarse consistente, aunque con limitaciones metodológicas que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados.

## 4 | Discusión

El presente estudio ha proporcionado evidencia sustancial que respalda la viabilidad clínica y biológica de la elevación del seno maxilar sin el uso de injertos óseos, basándose en el potencial osteogénico inherente de la membrana de Schneider. Los datos revisados indican que esta técnica permite una neoformación ósea clínicamente significativa, con ganancias promedio de altura ósea entre 4.75 mm y 6.14 mm, y tasas de supervivencia de los implantes que oscilan entre 94% y 100%, incluso en seguimientos a largo plazo (hasta 40 meses). Además, la densidad ósea en el grupo tratado sin injertos fue superior a la observada en pacientes tratados con técnicas tradicionales con injertos, lo que sugiere no solo una formación ósea cuantitativa, sino también cualitativa favorable.<sup>5-10</sup>

La evidencia recopilada permite inferir que la membrana de Schneider actúa como un tejido biológicamente activo, capaz de inducir y sostener la osteogénesis en un entorno tridimensionalmente cerrado, creado mediante la técnica de elevación sinusal. Este proceso se ve facilitado por varios factores interdependientes: Presencia de células madre mesenquimales (MSCs) en la membrana, con capacidad de diferenciarse en osteoblastos bajo estímulos adecuados. La formación de un coágulo sanguíneo autólogo, que proporciona una matriz temporal rica en factores de crecimiento (PDGF, TGF- $\beta$ ), esenciales para la migración, proliferación y diferenciación celular. La participación del implante de titanio, cuya superficie bioactiva favorece la trombogenicidad y la liberación de señales biológicas osteoinductivas (efecto "tenting"). La estabilización mecánica del espacio subantral, que evita el colapso del volumen

y permite la mineralización progresiva del tejido de granulación. Estos mecanismos permiten concluir que la técnica sin injertos no solo imita los principios fundamentales de la regeneración ósea guiada (GBR), sino que potencia la osteogénesis intrínseca del propio organismo, sin necesidad de incorporar biomateriales exógenos.<sup>4,11,12</sup>

Estos mecanismos permiten responder a la pregunta de investigación central planteada en este trabajo: ¿En pacientes con deficiencia ósea en la región posterior del maxilar que requieren elevación del seno maxilar para la colocación de implantes dentales, cómo se compara la técnica sin injertos, que utiliza exclusivamente el potencial osteogénico de la membrana de Schneider, con las técnicas tradicionales que emplean injertos óseos, en términos de formación ósea, estabilidad del implante y tasas de supervivencia a largo plazo? Los resultados obtenidos sugieren que la técnica sin injertos no solo imita los principios de la regeneración ósea guiada (GBR), sino que también aprovecha los mecanismos osteogénicos intrínsecos del propio organismo, logrando resultados clínicos comparables o incluso superiores sin necesidad de materiales exógenos. Los resultados obtenidos están en consonancia con múltiples estudios de alta calidad metodológica. Por ejemplo, Falah et al. (2016)<sup>6</sup> y Stefanski et al. (2017)<sup>8</sup> reportaron que la elevación sinusal sin injertos, acompañada de la colocación inmediata de implantes, genera resultados equivalentes —y en ocasiones superiores— en comparación con técnicas que utilizan materiales de injerto autógeno,

alotgénico o xenotgénico. Además, Altintas et al. (2013)<sup>10</sup> encontraron que la densidad mineral ósea postoperatoria fue significativamente mayor en los grupos sin injertos, indicando un tejido óseo más maduro y funcional.<sup>10</sup> Desde una perspectiva biológica, este estudio consolida el concepto de que la membrana de Schneider tiene un rol osteoinductivo activo, rompiendo con el paradigma tradicional que la consideraba una barrera pasiva. Se postula ahora como una estructura multifuncional, capaz de actuar como fuente celular, andamio y centro de señalización para la regeneración ósea. En el ámbito clínico, los hallazgos tienen importantes repercusiones prácticas: Reducción de la morbilidad quirúrgica, al eliminar la necesidad de un segundo sitio donante. Disminución de riesgos asociados a reacciones inmunológicas, contaminación o infección por biomateriales. Simplificación del protocolo quirúrgico, con menores tiempos operatorios y recuperación postoperatoria más rápida. Potencial reducción de costos y aumento de la accesibilidad del tratamiento. Además, la posibilidad de combinar esta técnica con materiales bioestimulantes autólogos, como el PRF (fibrina rica en plaquetas), abre nuevas rutas terapéuticas orientadas a la bioactivación localizada del entorno quirúrgico, favoreciendo una osteogénesis más rápida y robusta.<sup>12</sup> A pesar de los resultados alentadores, se reconocen varias limitaciones en el cuerpo de evidencia: La mayoría de los estudios incluidos son de tipo observacional o series de casos, con escaso número de ensayos clínicos aleatorizados (RCTs) bien diseñados. La

heterogeneidad metodológica, tanto en términos de protocolo quirúrgico como de criterios de evaluación, puede limitar la comparabilidad entre estudios. La falta de datos a muy largo plazo (>5 años) sobre el mantenimiento de la altura ósea y la funcionalidad de los implantes limita la extrapolación de los resultados. Ausencia de análisis histomorfométricos estandarizados, que confirmen la calidad y madurez del hueso neoformado. Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados y al aplicar la técnica en la práctica clínica diaria. La mayoría de los estudios incluidos presentaron un riesgo metodológico moderado, lo que limita la fuerza de la evidencia y resalta la necesidad de ensayos clínicos aleatorizados de alta calidad con mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo. Se propone que

investigaciones futuras se centren en: La realización de ensayos clínicos controlados, aleatorizados y multicéntricos, con seguimiento a largo plazo y muestras estadísticamente representativas. El uso de tecnologías avanzadas como la micro-CT, análisis histológico y evaluaciones biomecánicas, para valorar objetivamente la calidad del hueso regenerado. El desarrollo de biomarcadores moleculares que permitan monitorizar el proceso de osteogénesis in situ. La evaluación del impacto de variables como el espesor de la membrana de Schneider, la presencia de septos, y el uso de biomateriales complementarios (e.g. PRF, colágeno absorbible) en la eficacia de la técnica. Estudios de costo-efectividad, que valoren el beneficio clínico en relación con la inversión económica y el tiempo quirúrgico.

## 5 | Conclusión

Los resultados de esta revisión confirman que la elevación del seno maxilar sin el uso de injertos representa una alternativa válida, segura y eficaz frente a las técnicas tradicionales que requieren materiales de relleno. La membrana de Schneider, tradicionalmente considerada como una simple barrera anatómica, ha demostrado poseer un papel activo en la regeneración ósea, gracias a su contenido en células madre mesenquimales con potencial osteogénico. Este enfoque aprovecha mecanismos biológicos naturales que incluyen la creación de un espacio subantral estable, la formación de

un coágulo sanguíneo autólogo y la interacción con superficies implantarias que favorecen la coagulación y la diferenciación celular. De este modo, se estimula una regeneración ósea funcional sin necesidad de biomateriales exógenos.

Desde el punto de vista clínico, esta técnica permite reducir la complejidad quirúrgica, minimizar la morbilidad postoperatoria y acortar los tiempos de recuperación, lo que se traduce en una experiencia más favorable para el paciente. Asimismo, la posibilidad de integrar materiales autólogos como la fibrina rica en plaquetas ofrece oportunidades adicionales para potenciar la formación

ósea en un entorno biológicamente optimizado.

En conjunto, estos hallazgos apoyan la incorporación de la elevación sin injertos como una opción terapéutica efectiva y mínimamente invasiva en la rehabilitación

implantológica del maxilar posterior. No obstante, se recomienda continuar con investigaciones clínicas bien diseñadas que permitan validar y estandarizar esta técnica a largo plazo.

## Agradecimientos

Los autores desean expresar su más profundo agradecimiento al profesor Juan Ambros Maseras, cuyo guía experta y compromiso académico fueron esenciales para la culminación de este trabajo. A Jon Salazar, por sus valiosas aportaciones y generosa disposición para compartir sus conocimientos. Un reconocimiento muy especial al Dr. Beneduce Antonio, cuyo apoyo y colaboración en la parte clínica resultaron indispensables. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento a la Universidad Católica de Murcia (UCAM) por el respaldo institucional y los recursos que hicieron posible esta investigación.

## Declaración de conflictos

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la elaboración y publicación de este estudio.

## Bibliografía

1. Chen J, Lu Y, Xu J, Hua Z. Clinical evaluation of maxillary sinus floor elevation with or without bone grafts: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials with trial sequential analysis. *Arch Med Sci.* 2024;20(2):384-401.
2. Lundgren S, Andersson S, Gualini F, Sennerby L. Bone reformation with sinus membrane elevation: a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2004;6(3):165-73.
3. Thor A, Sennerby L, Hirsch JM, Rasmusson L. Bone formation at the maxillary sinus floor following simultaneous elevation of the mucosal lining and implant installation

- without graft material: an evaluation of 20 patients treated with 44 Astra Tech implants. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(7 Suppl 1):64-72.
4. Retzepi M, Donos N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(6):567-76.
  5. Zenobio EG, Sena LF, Faria AC, Bueno AC, Zenobio MAF. Blood clot stability and bone formation following maxillary sinus membrane elevation and space maintenance by means of immediate implant placement in humans: a computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2019;47(11):1803-9.
  6. Falah N, Ali R, Srouji S. Graftless sinus augmentation with simultaneous dental implant placement: clinical results and biological perspectives. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(3):333-40.
  7. Tinh HA, Dam VV, Le B, Pittayapat P, Thunyakitpisal P. Indirect sinus augmentation with and without the addition of biomaterial: a randomized controlled clinical trial. *Implant Dent.* 2019;28(6):571-7.
  8. Stefanski S, Svensson B, Thor A. Implant survival following sinus membrane elevation without grafting and immediate implant installation with a one-stage technique: an up-to-40-month evaluation. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(11):1354-9.
  9. Kasabah S, Al Salti A, Arnhard P, Kukla L, Agis H. Implant placement with sinus floor elevation via the lateral approach using only absorbable collagen sponge: 13-month post-loading radiographical outcomes and implant survival rate. *Clin Oral Investig.* 2021;25(2):231-6.
  10. Altintas NY, Senel FC, Kayıpmaz S, Taskesen F, Pampu AA. Comparative radiologic analyses of newly formed bone after maxillary sinus augmentation with and without bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg.* 2013;71(9):1520-3.

11. Berbéri A, Sabbagh J, Bou Assaf R, Ghassibe-Sabbagh M, Al-Nemer F, El Majzoub R, et al. Comparing the osteogenic potential of Schneiderian membrane and dental pulp mesenchymal stem cells: an in vitro study. *Cell Tissue Bank*. 2021;22(3):409-17.
12. Bai L, Hou Y, Chen M, Han P, Qian Y, Yang H, et al. Effects of platelet-rich fibrin on osteogenic differentiation of Schneiderian membrane-derived mesenchymal stem cells and bone formation in maxillary sinus. *Cell Commun Signal*. 2022;20(1):88. Tinh HA, Dam VV, Le B, Pittayapat P, Thunyakitpisal P. Indirect sinus augmentation with and without the addition of biomaterial: A randomized controlled clinical trial. *Implant Dent*. 2019;28(6):571-57714.

**Tabla 1. Características de los artículos incluidos**

Referencia	Diseño del estudio	Tipo de intervención	Grupo control	Duración del seguimiento	Principales hallazgos
<b>Lundgren et al., 2004</b>	Estudio clínico	Elevación de seno sin injerto	No especificado	No especificado	Formación ósea observada sin uso de injerto
<b>Thor et al., 2007</b>	Estudio clínico	Elevación sinusal con implantes simultáneos	No	12 meses	Formación ósea adecuada sin injertos
<b>Zenobio et al., 2019</b>	Estudio clínico	Elevación sinusal con implante inmediato y sin injerto	No	6 meses	Formación ósea con estabilidad del coágulo <sup>o</sup>
<b>Falah et al., 2016</b>	Estudio clínico	Elevación sinusal sin injerto con colocación simultánea de implantes	No	12 meses	Resultados positivos en integración y formación ósea sin injertos
<b>Tinh et al., 2019</b>	Ensayo clínico aleatorizado	Elevación sinusal indirecta con/sin biomaterial	Sí	6 meses	Resultados similares en ambos grupos con y sin biomaterial
<b>Stefanski et al., 2017</b>	Estudio clínico	Elevación sin injerto con colocación inmediata de implantes	No	Hasta 40 meses	Alta tasa de supervivencia implantaria sin injertos
<b>Kasabah et al., 2021</b>	Estudio clínico	Elevación sinusal con esponja de colágeno reabsorbible	No	13 meses	Buena tasa de supervivencia y resultados radiológicos favorables
<b>Altintas et al., 2013</b>	Estudio clínico	Comparación radiológica post-augmentación con y sin injerto	Sí	No especificado	Formación ósea comparable en ambos grupos