



Universidad Europea MADRID

ANÁLISIS VOLUMÉTRICO, MEDIDO CON CBCT, DE GANANCIA ÓSEA DE IMPLANTES COLOCADOS CON ELEVACIÓN CRESTAL MEDIANTE KIT SCA

Autores:

- ***Francisco Javier Sada Goñi.*** *Graduado en Odontología por la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Master en Cirugía e Implantología Bucal Avanzada UEM.*
- ***Carlos Manrique García.*** *Profesor Adjunto del Máster de Cirugía e Implantología Bucal Avanzada (UEM). Doctor en Odontología Universidad Complutense de Madrid (UCM).*
- ***Pablo Romero Villalba.*** *Co-director del Máster de Cirugía e Implantología Bucal Avanzada de Madrid (UEM).*
- ***Jaime Jiménez García.*** *Director del Máster de Cirugía e Implantología Bucal Avanzada de Madrid. Doctor en Odontología Universidad Complutense de Madrid (UCM).*

INDICE

1. Introducción al seno maxilar	1
1.1. Embriología	1
1.2. Anatomía y fisiología	3
1.3. Vascularización e inervación	6
1.4. Patología	8
1.5. Flora bacteriana	21
1.6. Inicio e historia de las elevaciones del seno maxilar	21
1.7. Clasificación	22
2. Justificación	24
3. Objetivos	25
4. Material y métodos	26
4.1. Diseño del estudio	26
4.2. Características del estudio	26
4.3. Criterios de inclusión	27
4.4. Criterios de exclusión	27
4.5. Procedimientos prequirúrgicos	27
4.6. Seguimiento	28
4.7. Variables de respuesta	29
4.7. Reclutamiento de los pacientes	30
4.8. Recogida de datos	30
4.9. Aspectos éticos	31
5. Resultados	32
5.1. Análisis descriptivo sobre la muestra de pacientes	32
5.2. Análisis descriptivo sobre la ganancia ósea grupo SCA	33
5.3. Análisis descriptivo sobre las características del injerto	34
5.4. Comparación con tasas teóricas grupo SCA	35
5.5. Análisis interferencial respecto ganancia ósea	36
5.6. Análisis interferencial respecto condiciones sistémicas	36
6. Discusión	38
7. Conclusión	46
8. Bibliografía	47

1. **INTRODUCCIÓN**

La pérdida parcial o total de dientes en las áreas posteriores del maxilar superior es una condición frecuente en la odontología contemporánea, representando un desafío significativo para su rehabilitación. Para abordar este problema, se han desarrollado diversos procedimientos destinados a aumentar la altura y el ancho óseo disponibles para la colocación de implantes dentales. El procedimiento de elevación lateral del seno maxilar, introducido por Tatum en la década de 1970 y perfeccionado por Boyne en los años 80, fue la primera técnica descrita en este ámbito y ha demostrado ser un método popular y predecible. Sin embargo, en la actualidad, se han continuado desarrollando nuevas técnicas de elevación del seno, que utilizan un enfoque a través de la cresta alveolar.

El seno maxilar, también llamado antro de Highmore, es una cavidad neumática paranasal bilateral que se encuentra limitada por los huesos del macizo facial, como el maxilar superior, el malar y el palatino, con el concurso del etmoides. Conecta con las fosas nasales, donde drena sus secreciones producidas por su revestimiento mucoso. Está anatómicamente relacionado con las raíces de los primeros premolares y los segundos molares, pudiendo extenderse hasta los terceros molares o incluso hasta los caninos. Los ápices radiculares de los dientes posteriores se hallan en proximidad escasa al suelo del seno, siendo los de los molares los que se encuentran más próximos.

Embriología

Durante el desarrollo intrauterino, el seno maxilar sufre una neumatización temprana durante el primer trimestre debido a la invaginación de la mucosa nasal dentro del infundíbulo etmoidal, seguida de una segunda neumatización fetal. Al momento del nacimiento, los senos están rellenos de líquido, y el seno maxilar aparece como un surco en la región mesial del maxilar, encima de los gérmenes de los molares temporales inferiores.

Durante los tres primeros meses postnatales, el desarrollo del seno está estrechamente vinculado con la presión ejercida sobre el suelo de la órbita por el globo ocular, la tensión de la musculatura maxilar y el desarrollo dentario. A los cinco meses, el seno adopta una forma triangular medial al agujero infraorbitario. En el transcurso del primer año, el seno maxilar se expande lateralmente bajo el conducto infraorbitario y también en dirección apical, reemplazando de manera progresiva el espacio ocupado por los gérmenes dentales en formación. El crecimiento vertical del seno se refleja en la posición del suelo del seno en relación con las estructuras adyacentes. Al inicio de la adolescencia, la neumatización alcanza la pared lateral de la órbita, situando el suelo del seno al mismo nivel que el suelo nasal. El crecimiento más significativo del seno se produce durante la erupción de la dentición permanente, extendiéndose por el proceso maxilar del hueso cigomático. La expansión anteroposterior se relaciona con la erupción de los terceros molares permanentes. En la edad adulta, el seno adquiere una forma de pirámide invertida con cinco paredes: la base se encuentra en contacto con la pared nasal lateral y el vértice se proyecta hacia el hueso cigomático. Aunque el seno maxilar mantiene su volumen mientras los dientes están presentes, la pérdida dental puede inducir su expansión; esto, sumado a la reabsorción ósea asociada a la pérdida dentaria, conlleva una reducción del volumen óseo disponible entre la cresta y el suelo del seno, lo que podría limitar las opciones de rehabilitación en sectores posteriores.

Las teorías acerca de la función del seno maxilar son diversas. Al tratarse de una cavidad hueca, contribuye a reducir el peso del cráneo. Además, desempeña un papel en la respiración, actuando como reservorio de aire para facilitar el adecuado funcionamiento del sistema respiratorio mediante el calentamiento, humidificación y filtrado del aire inhalado. También tiene funciones defensiva, enzimática y protectora frente a agentes bacterianos y virales gracias a su secreción mucosa. Por último, se le reconoce una función en la resonancia vocal, actuando como una caja de resonancia que amplifica el sonido proveniente de la laringe.

Anatomía y fisiología

Para un adecuado manejo en intervenciones quirúrgicas, es fundamental conocer los límites estructurales del seno maxilar, así como las posibles variaciones anatómicas.

La pared frontal está constituida por hueso compacto y delgado, extendiéndose desde el reborde orbitario hasta la fosa canina. La pérdida del canino conlleva una reducción considerable en la disponibilidad ósea, debido a la cercanía entre esta pared anterior y la cresta ósea remanente. El agujero infraorbitario se localiza en esta pared y constituye un punto de referencia clave, ya que por él emergen el nervio infraorbitario y sus vasos asociados.

La parte superior del seno constituye una porción del suelo orbitario. Está formada por una delgada lámina de hueso compacto que se proyecta en sentido mediolateral y caudal, que presenta una curvatura convexa orientada hacia la cavidad sinusal, donde se encuentra el conducto infraorbitario que alberga al nervio infraorbitario junto con sus vasos.

La pared posterior corresponde a la región pterigomaxilar o tuberositaria, la cual delimita la fosa craneal infratemporal de la fosa pterigopalatina. En esta zona se localizan estructuras de especial relevancia, como la arteria maxilar interna, el plexo pterigoideo, el ganglio esfenopalatino y el nervio palatino mayor. La correcta identificación y análisis de esta pared durante la evaluación radiológica resulta fundamental, ya que su ausencia o alteración puede ser indicativa de la presencia de procesos patológicos.

La pared medial del seno maxilar se encuentra en continuidad con la pared lateral de la cavidad nasal, siendo la más compleja de todas las que delimitan el seno. En su porción nasal, la parte inferior se alinea con el meato inferior y el suelo de la fosa nasal, mientras que en la parte superior se localiza el meato medio junto con el orificio maxilar o primario. Este orificio reviste una importancia fundamental, ya que constituye la principal vía por la cual el seno drena sus secreciones, a través del infundíbulo etmoidal, hacia el meato medio de la cavidad nasal. Este mecanismo se facilita gracias a la acción coordinada de los cilios, que transportan las mucosidades en sentido superior y medial. En condiciones normales de salud, el orificio presenta un diámetro aproximado de 2,4 mm; no obstante, diversas patologías pueden alterar esta medida, variando entre 1 y 17 mm.

La pared lateral del seno maxilar conforma el maxilar posterior y el proceso cigomático, extendiéndose desde la región del segundo premolar hasta alcanzar la pared posterior del maxilar. Su espesor puede variar dependiendo de la presencia o ausencia de piezas dentarias, presentando varios milímetros en pacientes con dentición conservada y reduciéndose a aproximadamente 1 mm en individuos edéntulos. En esta pared lateral se localiza una anastomosis endoósea entre la arteria alveolar infraorbitaria y la arteria alveolar posterosuperior.

Por último, el suelo del seno maxilar guarda una relación directa con los ápices de los premolares y molares superiores, comúnmente denominados dientes antrales. En determinadas circunstancias, estos dientes se encuentran en una cercanía tan estrecha que solo están separados de la mucosa sinusal por una delgada capa ósea, e incluso pueden llegar a perforar el suelo del seno, estableciendo una comunicación directa con la cavidad oral. Un fenómeno clínico de relevancia es la sinusitis odontogénica, la cual puede desarrollarse como consecuencia de infecciones periapicales en los dientes antrales. En pacientes con dentición presente, el suelo del seno suele hallarse a la misma altura que el suelo nasal; no obstante, en pacientes edéntulos de larga evolución, este suele situarse aproximadamente 1 cm por debajo del nivel del suelo de la fosa nasal.

La cavidad del seno maxilar está revestida por la membrana de Schneider, cuyo grosor varía entre 0,15 y 0,5 mm en condiciones normales. Esta mucosa está compuesta por un epitelio cilíndrico o prismático pseudoestratificado, que contiene glándulas mucosas y diversos tipos celulares: ciliadas, no ciliadas, basales y caliciformes. Gracias a la acción de los cilios, que baten a una frecuencia cercana a los 1.000 movimientos por minuto, el moco es conducido hacia la fosa nasal. Las células ciliadas, con una cantidad de entre 50 y 200 cilios por célula, desempeñan un papel esencial en el transporte del moco. Las células no ciliadas presentan microvellosidades que incrementan el área superficial, facilitando así la humidificación y el calentamiento del aire inspirado. Por su parte, las células basales actúan como células madre con capacidad de diferenciación según las necesidades del tejido, y las células caliciformes secretan glicoproteínas que otorgan al moco sus propiedades visco elásticas.

Diversos factores pueden comprometer la funcionalidad ciliar, tales como infecciones virales, exposición a contaminantes, reacciones alérgicas, determinados fármacos y afecciones genéticas como el síndrome de discinesia ciliar. Asimismo, microorganismos frecuentemente vinculados a sinusitis, como *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*, pueden afectar negativamente tanto el movimiento de los cilios como el transporte mucoso.

Las anomalías anatómicas en la región del seno maxilar pueden predisponer al desarrollo de complicaciones quirúrgicas. La adecuada permeabilidad del ostium resulta fundamental para asegurar un drenaje eficiente del seno maxilar. Alteraciones óseas y esqueléticas preexistentes pueden comprometer esta funcionalidad y derivar en sinusitis maxilar.

Es frecuente encontrar tabiques dentro del seno maxilar. Estas estructuras consisten en paredes de hueso cortical que emergen desde las paredes inferiores o laterales del seno, pudiendo dividirlo en dos o más cavidades. Según diversos estudios, su prevalencia oscila entre el 21,6% y el 66,7% de los pacientes. Otra variación común, presente en aproximadamente el 70% de la población, es la desviación del tabique nasal, que puede obstruir la unidad ostiomeatal y elevar el riesgo de sinusitis tras una elevación del seno. En algunos casos extremos, también puede observarse atrofia del cornete medio o su neumatización, lo que estrecha el complejo ostiomeatal y favorece la aparición de patología sinusal. Asimismo, entre el seno maxilar y el meato medio pueden existir orificios adicionales, denominados orificios suplementarios o secundarios, presentes en alrededor del 18 al 30% de los individuos. Estos pueden encontrarse ubicados de forma posterior e inferior al ostium principal, favoreciendo la recirculación de secreciones infectadas y, en consecuencia, la sinusitis.^{1,2}

Otra condición a considerar es la hipoplasia del seno maxilar, que puede originarse como resultado de traumatismos, infecciones, intervenciones quirúrgicas o irradiación durante el desarrollo del maxilar. Estas situaciones interfieren con el centro de crecimiento del hueso maxilar, dando lugar a una estructura más pequeña de lo habitual. La hipoplasia frecuentemente se asocia con una malformación y malposición del proceso uncinado, lo cual compromete el drenaje y favorece la cronicidad del

problema. Es importante señalar que, a pesar de esta condición, muchos pacientes presentan una altura ósea suficiente para la colocación de implantes dentales.

Vascularización e inervación

La irrigación del seno maxilar está principalmente a cargo de la arteria maxilar, una rama de la arteria carótida externa, que abastece tanto al tejido óseo que rodea la cavidad sinusal como a su membrana mucosa. Entre las ramas más relevantes de esta arteria involucradas en dicho aporte vascular se encuentran la arteria alveolar posterosuperior y la arteria infraorbitaria, las cuales establecen anastomosis de tipo extra óseo y endoóseo. Estas anastomosis, localizadas en la pared lateral del seno, permiten la irrigación tanto de dicha estructura como de la porción lateral de la membrana sinusal. Adicionalmente, la arteria nasal lateral posterior, rama de la arteria esfenopalatina, contribuye con el suministro sanguíneo desde la región medial del seno. La arteria esfenopalatina, también derivada de la arteria maxilar, desempeña un papel fundamental en la irrigación de las zonas centrales y mediales de la membrana sinusal, penetrando en el seno maxilar a través del orificio maxilar. En pacientes edéntulos de larga evolución, donde la pared lateral del seno puede encontrarse significativamente adelgazada, estas estructuras vasculares pueden sufrir atrofia hasta desaparecer casi por completo. En casos excepcionales, tales características anatómicas podrían representar una contraindicación relativa para la realización de procedimientos de elevación sinusal.³

Las anastomosis arteriales ubicadas en la pared lateral presentan un diámetro promedio de 1,5 mm y se caracterizan por tener una presión arterial baja. En cuanto a la arteria alveolar posterosuperior, esta es visible radiográficamente en el 43,91% de los casos, mientras que en el 56,09% restante no se logra identificar mediante estudios de imagen. Su localización se encuentra a una altura promedio de 15,9 mm desde la cresta alveolar, con un diámetro de 1,2 mm en aquellos casos donde su calibre supera el milímetro; si el diámetro es inferior, se reporta un promedio de 0,7 mm. Según los estudios, la posición de esta arteria puede ser intraósea en el 21,13% de los casos y extraósea en el 22,76%. Aunque suele encontrarse en la trayectoria quirúrgica durante los abordajes laterales para injertos sinusales, las hemorragias endoósas pulsátiles

derivadas de su manipulación son poco frecuentes. En caso de presentarse, pueden controlarse eficazmente mediante diversas técnicas, como la sección del vaso y del hueso utilizando fresas de diamante a alta velocidad sin irrigación, la cauterización, el uso de electrocirugía o la aplicación de gasas con presión ligera durante algunos minutos. El sistema vascular del seno maxilar desempeña un papel crucial en los procesos de regeneración y cicatrización ósea. Factores como el envejecimiento pueden influir negativamente en la vascularización, reduciendo tanto el número como el calibre de los vasos sanguíneos presentes en el hueso maxilar. Además, el adelgazamiento progresivo del hueso cortical, asociado con la reabsorción ósea, puede comprometer aún más el aporte sanguíneo. En estas condiciones, el periostio adquiere un rol fundamental como principal fuente de irrigación para la pared lateral del seno y para el injerto óseo colocado. Además, el aporte arterial desde la cara externa de la pared lateral puede contribuir de forma significativa a la vascularización del injerto.⁴

En cuanto a la inervación, el seno maxilar está inervado por ramas pertenecientes a la segunda división del nervio trigémino, entre las que se encuentran los nervios alveolares posteriores, el nervio palatino mayor y el nervio infraorbitario. Este último resulta especialmente relevante, ya que atraviesa la fisura orbitaria inferior y recorre un surco en el suelo de la órbita antes de emerger por el agujero infraorbitario. Se han descrito variaciones anatómicas como la presencia de agujeros infraorbitarios mal posicionados o dehiscentes, donde el nervio puede atravesar directamente la cavidad del seno maxilar en lugar de discurrir por el suelo orbitario. La estrecha relación anatómica entre los senos paranasales y las estructuras circundantes explica por qué las infecciones sinusales pueden provocar síntomas que se manifiestan en regiones próximas. Entre los signos clínicos más frecuentes se encuentran la hiperestesia o el dolor dental, no solo en los dientes antrales, sino también en otras zonas adyacentes. Las infecciones del seno pueden también generar molestias en la región geniana, parestesias acompañadas de sensación de presión u ocupación, e incluso hipoestusias cuando los nervios se ven comprimidos o afectados por procesos inflamatorios. La irritación del nervio infraorbitario puede manifestarse clínicamente como una hiperestesia dolorosa a la palpación en el punto infraorbitario, uno de los puntos de Valleix.

Patología

La presencia de patologías previas en el seno maxilar constituye una contraindicación relevante para la mayoría de los procedimientos. Esta precaución se justifica por el elevado riesgo de infecciones postoperatorias, las cuales podrían afectar tanto la salud general del paciente como la viabilidad del tratamiento. Por tanto, es esencial identificar y tratar adecuadamente cualquier condición patológica existente en el seno maxilar antes de llevar a cabo cualquier tipo de intervención invasiva. Las patologías más frecuentes que afectan al seno maxilar pueden clasificarse en cuatro grandes categorías:

- Inflamatorias (sinusitis):
 - Sinusitis odontogénica
 - Sinusitis aguda
 - Sinusitis crónica
 - Sinusitis alérgica
 - Sinusitis fúngica
- Quistes:
 - Quistes de retención mucosa (pseudoquistes)
 - Quistes de retención
 - Mucocele primario
 - Quistes postoperatorios
- Patología tumoral:
 - Tumores benignos
 - Tumores malignos
- Antrolitos y cuerpos extraños:
 - Depósitos minerales y objetos alojados accidentalmente en el seno

Sinusitis

Sinusitis odontogénica

La proximidad entre los ápices radiculares de los dientes posterosuperiores y el suelo del seno maxilar implica que cualquier proceso inflamatorio en el periodonto o en el hueso alveolar puede extenderse hacia el seno, provocando una sinusitis de origen odontogénico. Las causas más comunes de esta afección incluyen abscesos periapicales, quistes, granulomas y enfermedades periodontales. Asimismo, las perforaciones sinusales ocurridas durante extracciones dentales, así como la introducción accidental de cuerpos extraños como gutapercha, ápices radiculares o amalgamas, también pueden desencadenarla. Este tipo de sinusitis suele tener un origen polimicrobiano, involucrando bacterias como estreptococos anaerobios, *Bacteroides spp.*, *Proteus spp.* y bacilos coliformes.^{5,6}

Desde el punto de vista radiográfico, la sinusitis odontogénica puede manifestarse como un engrosamiento localizado de la membrana sinusal cerca del diente afectado o, en etapas más avanzadas, como una perforación del suelo del seno maxilar.

Aunque sus síntomas pueden confundirse con los de la sinusitis aguda de otro origen, tienden a relacionarse estrechamente con los dientes, como dolor dental persistente o molestias posteriores a una extracción reciente.

Sinusitis aguda

Puede tener un origen no odontogénico y suele manifestarse con una sintomatología característica. Entre los signos clínicos más frecuentes se encuentran fiebre, que puede oscilar entre los 38 y 39°C, secreción nasal purulenta y dolor localizado típicamente por debajo de la órbita ocular, que puede presentarse de forma uni o bilateral. Este dolor tiende a irradiarse hacia la región mandibular o la órbita del mismo lado y se describe comúnmente como pulsátil, intensificándose con la actividad física o al inclinar la cabeza. Además, es habitual que el dolor se intensifique durante la noche.

La patogénesis se relaciona con procesos inflamatorios de las vías respiratorias superiores que se propagan al seno maxilar. Un factor determinante en el desarrollo de la enfermedad es la obstrucción del ostium, cuya permeabilidad resulta esencial. Entre

los microorganismos más comúnmente implicados se incluyen *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *estafilococos* y diversas bacterias anaerobias. Asimismo, factores locales como la inflamación y el edema, con frecuencia asociados a infecciones virales respiratorias, pueden alterar la función mucociliar, facilitando la acumulación de moco, bacterias y células inflamatorias. Estos cambios, junto con la disminución de los niveles de oxígeno y ventilación en el interior del seno, favorecen la proliferación de microorganismos anaerobios y facultativos, contribuyendo a la progresión de la infección.^{7,8}

En los estudios radiográficos, el hallazgo patognomónico es la presencia de un nivel hidroaéreo claramente delimitado dentro del seno maxilar. En decúbito supino, el líquido tiende a acumularse en la porción posterior del seno, mientras que en posición vertical se desplaza hacia su base. Otros signos radiológicos comunes incluyen el engrosamiento de la mucosa sinusal y la opacificación parcial o total del seno, especialmente en fases avanzadas, donde puede observarse su ocupación completa por exudado purulento.

Aunque la sinusitis aguda suele tener un curso autolimitado, es esencial controlar y resolver los síntomas antes de realizar cualquier intervención quirúrgica. Los pacientes con esta condición presentan un riesgo elevado de desarrollar complicaciones postoperatorias, como la sinusitis secundaria al procedimiento. Por tanto, es necesario ajustar el régimen antibiótico para prevenir infecciones posteriores. En casos en los que el tratamiento inicial no sea efectivo o el foco infeccioso persista, puede indicarse el drenaje del seno mediante punción o la colocación de una sonda que permita realizar un lavado directo de la cavidad.

Sinusitis crónica

La sinusitis crónica se define por una duración mínima de 12 semanas y por la presencia de episodios recurrentes. Entre los síntomas más frecuentes se encuentra la rinorrea posterior, que a menudo se acompaña de una tos de carácter irritativo. En algunos pacientes puede presentarse una obstrucción nasal de intensidad moderada. Sin embargo, la anamnesis suele ofrecer información limitada para establecer un diagnóstico concluyente. Los episodios de dolor son poco comunes, aunque ciertos

individuos pueden experimentar una sensación de pesadez localizada en la región periorbitaria.

La evolución de una sinusitis aguda hacia una forma crónica se relaciona principalmente con la proliferación de bacterias anaerobias, que se convierten en los agentes etiológicos predominantes. No obstante, la identificación precisa de la microbiología específica en la sinusitis crónica continúa siendo un desafío clínico. Diversos estudios han señalado la implicación de microorganismos como *Bacteroides spp.*, cocos grampositivos anaerobios, *Fusobacterium spp.*, así como bacterias aerobias como *Streptococci spp.*, *Haemophilus spp.* y *Staphylococcus spp.*⁹

Desde el punto de vista radiológico, la sinusitis crónica suele evidenciarse mediante el engrosamiento de la mucosa sinusal, la opacificación total del seno comprometido y la aparición de alteraciones escleróticas en sus paredes óseas.

El tratamiento inicial se orienta a reducir la inflamación, erradicar posibles infecciones y restablecer una ventilación y un drenaje sinusal adecuados. Entre los antibióticos más utilizados se encuentra la combinación de amoxicilina con ácido clavulánico. La intervención quirúrgica se reserva exclusivamente para aquellos pacientes en los que el tratamiento farmacológico no resulta eficaz.

Sinusitis alérgica

Se trata de una respuesta local generada por la presencia de alérgenos irritantes en el tracto respiratorio superior. Es una condición relativamente frecuente y, en algunos casos, la exposición prolongada a determinados alérgenos puede inducir la evolución hacia una forma crónica. En los cuadros de sinusitis alérgica, la mucosa del seno paranasal puede presentar un aspecto irregular o lobulado, lo que favorece la aparición de pólipos. Estos pólipos se caracterizan por la presencia de múltiples imágenes radiopacas, lisas y redondeadas, adheridas a las paredes del seno, localizándose con mayor frecuencia en las proximidades del ostium. En fases avanzadas, su crecimiento puede conducir a la obstrucción del mismo, observándose radiográficamente como una opacificación completa del seno maxilar. Es fundamental prestar especial atención a la permeabilidad del ostium y en caso de que los pólipos aumenten de tamaño, deben ser extirpados previamente a la realización de una elevación sinusal.¹⁰

Sinusitis fúngica

La sinusitis fúngica representa una patología grave que afecta al seno maxilar y que, en muchos casos, no recibe el reconocimiento clínico adecuado. Esta condición se presenta con mayor frecuencia en pacientes con antecedentes de uso prolongado de antibióticos, exposición a hongos o moho, o en aquellos con estados de inmunosupresión.

Entre las infecciones fúngicas más comúnmente asociadas a esta enfermedad se encuentran la aspergilosis, la mucormicosis y la histoplasmosis. Estas infecciones desencadenan una respuesta inmunitaria en la que los eosinófilos liberan proteínas básicas principales en el moco con el objetivo de combatir los hongos. No obstante, este mecanismo inmunológico puede irritar y dañar la membrana del seno maxilar, generando un entorno propicio para la sobreinfección bacteriana secundaria. Los signos clínicos distintivos incluyen resistencia a tratamientos antibióticos convencionales, alteraciones en los tejidos blandos del seno, engrosamiento del hueso reactivo y presencia localizada de osteomielitis. A menudo, estos hallazgos se asocian con procesos inflamatorios que afectan tanto las cavidades nasales como los tejidos blandos faciales. Para confirmar el diagnóstico, es indispensable realizar estudios micológicos e histológicos.¹¹

En estudios radiológicos, la sinusitis fúngica puede presentarse desde un engrosamiento moderado de la mucosa hasta una opacificación completa del seno maxilar. Un hallazgo característico en la tomografía computarizada es la visualización de imágenes con densidad metálica dentro del seno. En ausencia de cuerpos extraños, este signo sugiere fuertemente una infección por *Aspergillus*, debido a la precipitación de fosfatos y sulfatos por captación de sales cálcicas.

El tratamiento requiere un abordaje multidisciplinario. Este incluye el desbridamiento quirúrgico para la eliminación del tejido afectado, acompañado del uso de agentes antifúngicos como la anfotericina B, considerado el estándar terapéutico.

Lesiones quísticas

Quistes de retención mucosa (seudoquistes)

Los pseudoquistes constituyen lesiones que, mientras son similares en su naturaleza a los quistes, no contienen una verdadera cápsula epitelial. En el seno maxilar, dichas estructuras podrían tener un significado clínico durante procedimientos de elevación del seno, sobre todo si ascienden hasta una gran dimensión (más de 10 mm de diámetro). Los pseudoquistes raramente causan síntomas nasales, pero su desarrollo puede obstruir el ostium, lo que aumenta el riesgo de infecciones postoperatorias y otras complicaciones.

El desarrollo de los pseudoquistes radica en la acumulación de líquido bajo el periostio de la mucosa sinusal. Dicho líquido eleva el periostio de la mucosa, originando una lesión cupuliforme. En contraposición con los verdaderos quistes, los pseudoquistes no tienen un revestimiento epitelial y su contenido puede provenir de diversas fuentes como toxinas bacterianas o causas odontogénicas. Radiológicamente, los pseudoquistes aparecen como estructuras radiopacas homogéneas, con contornos suaves y cuyas formas fluctúan desde cónicas hasta ovals. No tienen una cortical periférica y se localizan frecuentemente en el suelo del seno maxilar.

En la mayoría de los casos, los pseudoquistes no representan una contraindicación absoluta para los procedimientos de elevación del seno. En cambio, al llegar a tamaños mayores de 10 mm, pueden afectar a la elevación de la membrana sinusal, dificultando el procedimiento e incrementando el riesgo de complicaciones. En determinados pacientes, se puede requerir un drenado previo o simultáneo del contenido quístico para reducir las posibles complicaciones.

Quistes de retención

Los quistes de retención mucosa constituyen una categoría independiente de lesiones en comparación con los pseudoquistes, ya que tienen un revestimiento epitelial, lo que los clasifica como verdaderos quistes. Pueden localizarse en diversas regiones, desde el suelo del seno maxilar hasta cerca del ostium, e incluso dentro de pólipos antrales. Aunque habitualmente son de tamaño reducido, su presencia y localización

pueden influir significativamente en la planificación y ejecución de procedimientos quirúrgicos.

La formación de estos quistes se debe a una obstrucción parcial en los conductos secretores de las glándulas seromucinosas situadas en el tejido conjuntivo subyacente al epitelio sinusal. Esta obstrucción produce una acumulación de secreciones que dilata los conductos, dando lugar a la formación de un quiste revestido por epitelio sinusal. Las causas más frecuentes incluyen infecciones sinusales, procesos alérgicos y patologías odontológicas.

En la mayoría de los casos, estos quistes son demasiado pequeños para ser detectados clínicamente o mediante estudios radiográficos. No obstante, en algunas situaciones, cuando alcanzan un tamaño mayor, pueden visualizarse en estudios de tomografía computarizada, adoptando una apariencia similar a la de un pequeño pseudoquiste. Su visibilidad radiológica depende de múltiples factores, como el tamaño y la ubicación precisa de la lesión.

En términos generales, los quistes de retención no requieren tratamiento previo a la elevación del seno ni durante la colocación de implantes dentales. En la mayoría de las situaciones, los quistes de pequeño tamaño pueden ser monitorizados y gestionados durante el seguimiento postoperatorio.

Mucocele primario

Es un drenaje quístico caracterizado por su naturaleza expansiva y dañina, que puede presentarse clínicamente con signos como inflamación dolorosa en el lado de la cara, desplazamiento dental, obstrucción nasal y oculopatías. Se produce debido a un acaparamiento de mucina y otras secreciones dentro del seno maxilar, que bajo presión produce expansividad en las paredes del seno y causa daño en los tejidos que lo rodean. Pese a no ser en su mayoría una lesión infecciosa, su formación se originaría en la obstrucción del drenaje del seno maxilar, que impide el drenaje habitual de secreciones. Esta acumulación quística, revestida con epitelio sinusal, le confiere las características propias de un quiste. La presión resultante puede dar inicio a signos clínicamente significativos, para cuya resolución se requiere asistencia médica o quirúrgica.¹²

Durante las primeras fases, el seno maxilar puede resultar enteramente opacificado en imagen debido al acúmulo de contenido quístico. De manera gradual, al

aumentar el tamaño del mucocele, las paredes del seno sufren una deformación, y se puede llegar incluso a su perforación en fases avanzadas. Esta progresión puede llevar consigo la ruptura de una o varias de las paredes del seno, lo que puede dar lugar a complicaciones secundarias, como la herniación del contenido quístico hacia estructuras adyacentes.

La técnica adecuada es el abordaje quirúrgico para la extirpación del quiste, que no solamente elimina la lesión, sino que además permite reintegrar una adecuada ventilación dentro del seno maxilar.

Quistes postoperatorios

Llamados también mucocelos secundarios, son lesiones quísticas que presentan los resultados secundarios de un traumatismo o un acto quirúrgico previo. Su formación se explica por el acúmulo de mucina como respuesta a la obstrucción del ostium debido a secreciones o debido a tejido cicatricial. Los quistes surgen del epitelio sinusal y restos epiteliales encallados en el lecho quirúrgico durante un acto previo. Al separarse la mucosa, se crea una cavidad recubierta de epitelio que secreta mucina y puede dividir el antro en un compartimento funcional, con drenaje normal, y otro ocupado por el mucocele.

Radiológicamente, se manifiestan como áreas radiotransparentes bien definidas y rodeadas de un halo esclerótico. En fases tempranas, suelen ser esféricos y no exhiben signos de daño óseo. A medida que pasa el tiempo, sin embargo, los márgenes del seno maxilar se ablandan e incluso se perforan, y esto puede dar paso al desarrollo de dos compartimentos anatómicos independientes en fases posteriores.

Su tratamiento incluye su eliminación mediante una enucleación previa a todo procedimiento dentro del seno maxilar. Si el quiste se identifica después de una operación previa, también se deberá proceder a su eliminación mediante una enucleación.

Lesiones tumorales

Tumores benignos

Los tumores benignos, aunque raramente, pueden presentarse en cualquiera de los periodos de la vida y tienen una amplia variedad en su naturaleza. Sus manifestaciones clínicas frecuentemente son poco específicas, motivo por el cual se encuentra imprescindible la realización de exploraciones complementarias. En algunos casos, únicamente puede determinarse el diagnóstico definitivo mediante un examen anatomopatológico. Entre las principales entidades relacionados al seno maxilar se incluyen:¹³

- Osteoma
- Displasia fibrosa
- Hemangioma óseo
- Ameloblastoma

Osteoma

Su característica es un desarrollo local lento y, en la mayoría de los pacientes, es asintomático durante períodos de tiempo prolongados. Si bien no se entiende su etiología, se considera que alrededor del 20% de los casos se asocian con antecedentes de traumatismos previos. Radiológicamente, esta lesión aparece como una masa opaca con bordes definidos.

La atención para el osteoma es fundamentalmente quirúrgica y cuenta con dos fines primordiales: eliminación total del tumor y su respectivo pedículo para reducir al máximo el riesgo de recidiva, y restauración de las paredes óseas dañadas para mantener tanto la funcionalidad como la estructura de la región comprometida.

Displasia fibrosa

Es un proceso patológico benigno caracterizado por la sustitución del tejido óseo normal por tejido fibroso. Tiende a manifestarse durante la infancia, progresando en la adolescencia y, en la mayoría de los pacientes, se detiene en la edad adulta. En algunos casos, sin embargo, las lesiones continúan evolucionando, lo que puede dar lugar a

deformidades físicas y diversas alteraciones funcionales. Puede afectar a uno o varios huesos, siendo sus localizaciones más comunes el maxilar superior, la región frontoorbitaria y la zona etmoidal. Las manifestaciones clínicas son notablemente variables, desde leves deformidades faciales y dificultades respiratorias hasta alteraciones neurológicas, principalmente de tipo ocular y auditivo. Radiológicamente, estas lesiones aparecen como áreas opacas con márgenes mal definidos.

El tratamiento de la displasia fibrosa es principalmente quirúrgico; no obstante, la extirpación completa de las lesiones suele ser inviable debido a su extensión. Los principales objetivos del tratamiento quirúrgico son la corrección de las deformidades, el alivio del dolor, la resolución de los problemas funcionales y, en casos excepcionales, la resección de lesiones que presenten transformación sarcomatosa.

Hemangioma óseo

Es una entidad poco frecuente cuya presencia en el seno maxilar ha sido documentada en la literatura especializada. En estudios radiográficos simples, su diagnóstico puede resultar complicado, salvo en los casos en que se identifican flebolitos o imágenes radiolúcidas características. La angiografía representa una herramienta diagnóstica clave para determinar la naturaleza vascular de la lesión y su patrón de irrigación. Por su parte, la tomografía computarizada de haz cónico permite obtener información detallada sobre el tamaño y la extensión del tumor. En estas imágenes, los hemangiomas óseos suelen mostrar patrones clásicos descritos como “pompas de jabón” o “rayos de sol”.

El tratamiento recomendado para esta patología es la resección quirúrgica. La probabilidad de recidiva es baja, siempre que los márgenes quirúrgicos incluyan al menos 2 centímetros de tejido sano circundante.

Ameloblastoma

Es una neoplasia que se origina en los tejidos propios del primordio dentario, se distingue por su lento desarrollo, fuerte tendencia a extenderse y alto peligro de recidiva. Su localización sobre el maxilar superior es infrecuente, abarcando entre el 10% y el 51% de los casos. Radiológicamente, el ameloblastoma se expresa como una lesión lítica multilobulada con ciertas áreas no mineralizadas. Al extenderse en el seno maxilar,

éste puede mostrar opacificación, remodelación y deterioro de sus paredes. El pronóstico del ameloblastoma es habitualmente reservado dadas sus marcadas tendencias para recidivar en su localización original. Los tipos malignos del tumor son infrecuentes, correspondiendo entre el 2% y el 4%.¹

El tratamiento de elección para el ameloblastoma es el quirúrgico, que dirige los esfuerzos hacia la resección total de la lesión para reducir al máximo el riesgo de recurrencia.

Tumores malignos

Los tumores malignos del seno maxilar tienden a aparecer en áreas anatómicas restringidas y, con mucha frecuencia, en las fases tempranas no presentan signos clínicos específicos. Esta ausencia temprana de síntomas contribuye especialmente a que la mayoría de los casos se diagnostiquen en estadios avanzados, calificados como T3 o T4. Hay diferentes variedades histológicas, pero la más común es el carcinoma epidermoide, con localización preferente en el seno maxilar.

El pronóstico de estos cánceres es en su mayoría adverso, ya que suelen evolucionar localmente y su control radica en gran medida en una intervención adecuada. Esta, sin embargo, es frecuentemente complicada debido a la proximidad de estructuras anatómicas críticas, como la base del cráneo y la órbita, lo que dificulta su tratamiento definitivo.

Entre los tipos principales de tumores malignos que se producen en el seno maxilar se encuentran:

- Carcinoma epidermoide
- Carcinoma adenoidequístico
- Carcinoma mucoepidermoide
- Metástasis

El tratamiento terapéutico habitual para los tumores malignos del seno maxilar busca combinar radioterapia y cirugía con el objetivo de optimizar tanto el control local como la supervivencia.

Carcinoma epidermoide

Los carcinomas que se localizan en el seno maxilar corresponden a alrededor del 80% de los carcinomas seniles maxilares paranasales y, dentro de estos, entre el 60% y el 80% son de tipo epidermoide. En sus fases iniciales, estos tumores suelen ser asintomáticos mientras permanecen confinados al seno maxilar. No obstante, cuando se manifiestan clínicamente, aproximadamente entre el 75% y el 80% de los casos ya se encuentran en estadios avanzados (T3-T4) al momento del diagnóstico, con una invasión orbital presente en cerca del 60% de los pacientes. Los síntomas más comunes incluyen asimetría facial, extensión hacia la cavidad oral o la presencia visible en la fosa nasal. Además, entre el 10% y el 18% de los pacientes presentan metástasis ganglionares en el momento del diagnóstico, y otro 10% al 15% las desarrollan durante el seguimiento.¹

El enfoque terapéutico depende del estadio del tumor. En los casos T1, la cirugía suele ser suficiente para lograr un control curativo. En los estadios T2 y T3, la combinación de cirugía con radioterapia postoperatoria externa representa el tratamiento estándar. Para algunos casos T3, puede considerarse el uso complementario de quimioterapia preoperatoria. En los tumores más avanzados, clasificados como T4, el manejo sigue un enfoque similar al de los T3, pero con un mayor énfasis en la quimioterapia preoperatoria, buscando optimizar los resultados terapéuticos.

Carcinoma adenoidequístico

Es el segundo tumor maligno más común después del carcinoma epidermoide y el que se localiza predominantemente en las glándulas salivales accesorias. Su sitio primario comprende el seno maxilar y el espacio etmoidal, mientras que el paladar duro es el lado más frecuentemente afectado. El tumor acostumbra extenderse al seno maxilar y a los espacios nasales por contigüidad. Su desarrollo es lento, pero tiene algunos signos agresivos como una temprana infiltración perineural y una elevada tendencia para que se produzca una diseminación hematológica. Las adenopatías se encuentran en alrededor del 5%-10% de los pacientes, mientras que las metástasis lejanas, especialmente pulmonares y óseas, se producen en el 20%-50% de los pacientes.¹

Carcinoma mucoepidermoide

Es una neoplasia rara en esta región anatómica. Los signos clínicos que la acompañan suelen carecer de precisión, lo que puede retrasar su diagnóstico inicial. No obstante, la presencia de erosión ósea en el suelo del seno maxilar representa un hallazgo radiológico común y distintivo. Esta erosión puede manifestarse clínicamente mediante movilidad dental o mediante la aparición de fístulas bucosinuales, lo cual a menudo conduce al descubrimiento de la patología.

Metástasis

Las metástasis hacia la región del tracto sinusal son eventos poco comunes, siendo los senos maxilares el sitio más frecuentemente comprometido cuando estas ocurren. Esta condición es más habitual en hombres, con una proporción de incidencia de 2 a 1, y suele presentarse en pacientes entre la cuarta y la sexta década de la vida.

Los tumores primarios que más comúnmente se diseminan a esta área son los carcinomas renales (adenocarcinoma), seguidos en frecuencia por los de pulmón, mama y, en menor medida, los originados en el tracto gastrointestinal y el sistema urinario.

Antrolitos y cuerpos extraños

Los antrolitos son estructuras calcificadas que se forman como secuelas parciales o totales de un cuerpo extraño, que puede ser de naturaleza interna (tanto como espículas óseas, ápices dentarios, cálculos, depósitos minerales, secreciones mucosas o sangre) como exterior (tanto como restos endodónticos, implantes migrados en seno maxilar, fragmentos de tabaco, entre otros). Su presencia puede ser asintomática pero producir síntomas tales como presión facial, dolor, congestión nasal e incluso sinusitis.^{14,15}

Su detección radiológica es posible debido a su elevada densidad, compuesta en su mayoría por fosfato cálcico, sales carbonato cálcicas, agua y materia orgánica. Su estructura característica, con núcleo central, favorece su identificación en las radiografías.

El antrolito, sobre todo cuando está acompañado de sinusitis, es un elemento fundamental que debe ser abordado con anticipación. La cirugía extirpadora del

antrolito es esencial en estos escenarios, y en presencia de una infección sinusal que está presente se espera su completa resolución para actuar. Al paciente asintomático se le puede proceder entonces con la intervención requerida para remover el antrolito y continuar con los tratamientos programados.

Flora bacteriana

Si bien se suele suponer que esta cavidad es estéril en un estado saludable, en ciertas situaciones se ven bacterias poblando la zona sin generar cuadros clínicos. Las bacterias más frecuentemente identificadas fueron *Streptococcus viridans*, *Staphylococcus epidermidis* y *Streptococcus pneumoniae*. En pacientes con sinusitis maxilar aguda, se detectaron cantidades elevadas de leucocitos y se identificaron microorganismos como *S. pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes* y *Haemophilus influenzae* en exudados purulentos.¹⁶

Es crucial entender que los procedimientos quirúrgicos realizados pueden causar lesiones a la mucosa, lo cual favorece la contaminación bacteriana tanto de la cavidad como de los biomateriales empleados, elevando el riesgo de complicaciones infecciosas.

Inicio e historia de las elevaciones de seno maxilar

En la década de 1970, Tatum inició la práctica de regeneración ósea en el maxilar posterior mediante el uso de hueso autólogo obtenido de costillas, con el objetivo de alcanzar la altura ósea necesaria para la colocación de implantes dentales. Sin embargo, este procedimiento presentaba la desventaja de que los injertos ocupaban gran parte del espacio protésico posterior sin aportar una cantidad suficiente de hueso para asegurar la colocación de implantes. Por ello, en 1974, Tatum introdujo una modificación del procedimiento de Caldwell-Luc, que permitía injertar el seno maxilar sin desplazar en exceso la cresta del maxilar. Esta técnica consistía en elevar la membrana sinusal y colocar hueso autólogo adicional, con la inserción de los implantes aproximadamente seis meses después. Posteriormente, tras otros seis meses, se colocaba la prótesis definitiva. En 1975, desarrolló una técnica de acceso lateral para elevar la membrana del seno y colocar simultáneamente los implantes. Hasta 1979, el

injerto utilizado era exclusivamente hueso autólogo. Ya en 1980, Tatum amplió el alcance del procedimiento utilizando materiales sintéticos.^{17, 18, 19, 20}

Con el paso del tiempo, esta técnica ha sido perfeccionada para minimizar su carácter invasivo y aumentar tanto su predictibilidad como su seguridad. Una de estas innovaciones es la técnica transcresal, que se propone como alternativa al abordaje lateral tradicional. En este método, el acceso al seno se logra directamente a través de la cresta alveolar, sin necesidad de crear una ventana en la pared lateral del seno. Para ello, se emplean herramientas especializadas, como fresas y elevadores diseñados específicamente. En 1994, se introdujo la técnica de osteotomía, que desde entonces ha sido modificada por varios autores para optimizar su eficacia. Estas mejoras incluyen el uso de nuevos materiales de injerto, instrumentos innovadores y la combinación de técnicas de expansión y compresión sobre la cresta alveolar. Este procedimiento requiere una alta precisión para evitar daños en la membrana sinusal y asegurar una correcta colocación del injerto. Entre sus ventajas se destacan una menor morbilidad, la posibilidad de colocar implantes en el mismo acto quirúrgico, tiempos de recuperación más breves y una experiencia postoperatoria más cómoda en comparación con la técnica de acceso lateral convencional.²¹

Clasificación

Para la rehabilitación de áreas posteriores atróficas mediante implantes dentales se han planteado diversas alternativas quirúrgicas: elevación lateral del suelo del seno maxilar con colocación simultánea de implantes, elevación lateral con colocación diferida de implantes y elevación transcresal del suelo del seno, con o sin injerto óseo. No obstante, su elección sigue siendo un reto, debido al no consenso en la literatura. La elección de la técnica depende de varios parámetros, entre los que se encuentran especialmente el nivel vertical del hueso residual, presencia de tabiques sobre el seno maxilar, grosor de la pared lateral, anatomía vascular, morfología del seno, densidad ósea residual y número de implantes necesarios. De los mencionados, se ha considerado que el nivel óseo residual es el parámetro más importante para definir el enfoque quirúrgico a seguir.

Durante la Conferencia de Consenso en la Academia de Oseointegración sobre injertos sinusales, realizada en Boston (Massachusetts) en el año 1996, se propusieron pautas sobre la base de los niveles de altura ósea residual. En ese sentido, se indicó que cuando esta medida fuera entre los 7 y los 9 mm, se asignaría elevación transcrestal del suelo del seno con colocación simultánea de implantes. Cuando esta medida fuera entre los 4 y los 6 mm, se propuso una elevación lateral del suelo del seno, con simultánea colocación de implantes. Cuando finalmente la altura ósea residual fuera bajo los 3 mm, se recomendaba un abordaje lateral con colocación diferida de los implantes.²²

Existen algunos autores que han extendido estas indicaciones, proponiendo su uso incluso para la técnica de elevación transcrestal del suelo del seno en alturas residuales entre los 4 y los 6 milímetros.

Durante las últimas décadas, se han presentado diversas clasificaciones anatómicas del seno maxilar, como las desarrolladas por Wang et al. (2008) y Niu et al. (2018), que han contribuido de forma significativa a la comprensión tridimensional de esta región. Sin embargo, muchas de estas propuestas han resultado demasiado complejas para su aplicación clínica diaria. Por ello, y con base en la evidencia existente, se propone a continuación una clasificación simplificada y orientada clínicamente del seno maxilar, basada exclusivamente en la altura ósea residual, con el fin de facilitar la toma de decisiones quirúrgicas de forma objetiva y sistemática.^{23, 24}

Tipo I: HHR \geq 8 mm

- Altura ósea suficiente para la colocación de implantes cortos sin necesidad de técnicas de elevación del seno.
- Abordaje recomendado: Colocación directa de implantes sin intervención sinusal o elevación transcrestal para implantes de mayor longitud.

Tipo II: HHR entre 6 y 7.9 mm

- Altura ósea levemente reducida en la que puede considerarse una elevación transcrestal, dependiendo del diámetro y longitud del implante.
- Abordaje recomendado: Elevación transcrestal sin injerto o con injerto mínimo, con colocación simultánea del implante.

Tipo III: HHR entre 4 y 5.9 mm

- Altura ósea moderadamente reducida; se requiere elevación del seno para permitir una correcta longitud de implante.
- Abordaje recomendado: Elevación transcrestal con injerto óseo y colocación simultánea del implante. Alternativamente, abordaje lateral si el seno presenta irregularidades anatómicas.

Tipo IV: HHR entre 2 y 3.9 mm

- Altura ósea severamente reducida.
- Abordaje recomendado: Elevación lateral del seno maxilar con colocación simultánea de implantes si existe estabilidad primaria suficiente, o diferida si no la hay.

Tipo V: HHR < 2 mm

- Atrofia extrema con casi ausencia de soporte óseo subantral.
- Abordaje recomendado: Elevación lateral con injerto y colocación diferida de implantes tras la regeneración. En algunos casos puede valorarse el uso de implantes cigomáticos.

2. JUSTIFICACIÓN

La elevación transcrestal del seno maxilar se ha consolidado como una alternativa eficaz y menos invasiva frente al abordaje lateral tradicional para la rehabilitación implantológica en el sector posterior maxilar atrófico. El abordaje crestal permite acceder al seno a través del lecho del implante, reduciendo así la morbilidad postoperatoria, el tiempo quirúrgico y el número de incisiones, lo que permite una mayor comodidad para el paciente y una recuperación más rápida. Además, este enfoque ha demostrado tasas de éxito comparables al abordaje lateral en pacientes con alturas óseas residuales moderadas, especialmente cuando se aplican tecnologías e instrumentales quirúrgicos más avanzados.

En este contexto, el presente estudio se centra en la evaluación clínica y radiográfica de la elevación transcrestal mediante el sistema quirúrgico SCA (Sinus Crestal Approach), un kit específicamente diseñado para optimizar este tipo de procedimientos. A diferencia de los osteotomos convencionales, considerados históricamente como el gold standard en la técnica de Summers, el KIT SCA incorpora fresas y elevadores controlados que permiten una manipulación más precisa y segura de la membrana sinusal, minimizando el riesgo de perforación. Asimismo, el diseño progresivo de sus instrumentos permite una preparación del lecho más conservadora y controlada, lo que contribuye a una mayor estabilidad primaria del implante y a una elevación más predecible.

Este estudio resulta particularmente relevante debido a la escasez de evidencia comparativa entre distintas técnicas transcrestales y a la necesidad de establecer protocolos basados en herramientas más modernas. La posibilidad de lograr elevaciones sinusales eficaces con mínima invasividad, sin comprometer los resultados óseos ni implantológicos, refuerza el interés por investigar el rendimiento del KIT SCA en relación con métodos más tradicionales, como los osteotomos, con el objetivo de optimizar la práctica clínica y mejorar la experiencia del paciente.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es contrastar la ganancia ósea total, y parámetros asociados, lograda al utilizar el kit SCA como técnica de elevación de seno transcrestal.

Como objetivos secundarios, se establece la necesidad de comparar de igual forma la ganancia ósea total lograda en:

- Pacientes fumadores vs no fumadores
- Pacientes diabéticos vs no diabéticos

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo una revisión de la literatura referente al seno maxilar y las diferentes técnicas de elevación de seno transcrestales mediante diferentes bases electrónicas como son PubMed, Medline, Embase y Cochrane; utilizando como medios de búsqueda los siguientes términos MeSH:

“maxillary sinus”, “dental implants”, “anatomy”, “pathology”, “function”, “mucosa”, “sinus lift”, “transcrestal”, “atraumatic”, “osteotome”, “Summers”, “SCA”, “Osseodensification burs” y “graft”.

Diseño del estudio

Se trata de un ensayo clínico sobre pacientes donde se realizará la medición de la ganancia ósea tras los procedimientos de elevación de seno transcrestales, mediante la comparación y medición de las diferentes variables a través de tomografía computerizada de haz cónico (CBCT).

Características de la muestra

Pacientes sistémicamente sanos serán seleccionados a partir de la población referida a la clínica de posgrado de la Universidad Europea de Madrid. Todos los pacientes deben presentar necesidad de rehabilitación de sectores posteriores mediante implantes, sumado a una reabsorción ósea moderada que obliga a realizar procedimientos de elevación de seno transcrestales de forma simultánea.

Criterios de inclusión serán los siguientes:

- Pacientes tratados en el Master de Implantología Oral Avanzada de la Universidad Europea de Madrid.
- Mayores de 18 años.
- Ausencias dentarias en sectores postero-superiores.
- Unitarios y/o múltiples.
- No fumadores o menos de 10 cigarrillos/día.
- Sin enfermedad periodontal previa o estables periodontalmente.
- Pacientes sin patología sinusal, con un defecto de cresta moderado que requieran un procedimiento de elevación de seno mediante técnica transcrestal. Se comprende como defecto crestal moderado cuando existe un hueso residual superior a 4mm en altura vertical desde el suelo del seno hasta el reborde crestal.

Criterios de exclusión serán los siguientes:

- Pacientes con enfermedad sistémica grave (o no controlada).
- Pacientes con enfermedad sinusal/nasal aguda o crónica grave.
- Alcohol y drogas.

Procedimientos prequirúrgicos

Todos los pacientes serán evaluados para asegurar la ausencia de condiciones dentales que impedirían el procedimiento quirúrgico y serán examinados para documentar su estado general de salud y el cumplimiento de los criterios de inclusión.

Tras la anamnesis, exploración y diagnóstico del paciente se le solicitará que firme el consentimiento. A todos los pacientes se les realizará una historia clínica, y se recogerán las diferentes variables demográficas, además de tomar los registros radiográficos previos necesarios. El diagnóstico y planificación se basa en escaneado intraoral digital, CBCT y férula quirúrgica tipo essix creada tras la superposición digital de los archivos STL y DICOM.

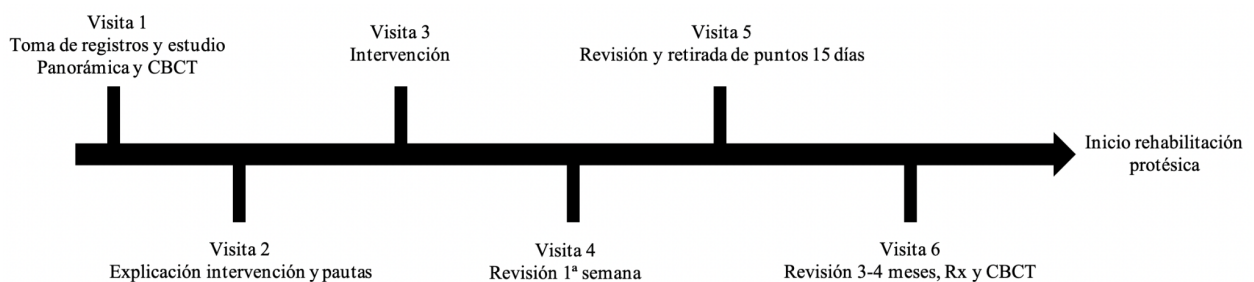
La cirugía consistirá en la colocación de implantes en una sola fase y la elevación del seno mediante la técnica transcristal. A todos los pacientes se les realizará una radiografía panorámica y una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) antes de la cirugía.

En todos los casos, se utilizará anestesia local con articaína al 4% y epinefrina 1:100.000. Se procede mediante una incisión crestal y un despegamiento a espesor total en la zona a intervenir. Idealmente, se confeccionará de forma previa una guía quirúrgica con la finalidad de permitir el posicionamiento inicial exacto del fresado del lecho del implante. Posteriormente, se continuará con el protocolo de fresado correspondiente. Finalmente, se colocará el biomaterial junto con el implante. Se reposicionarán los colgajos y se suturará la incisión por primera intención.

Todos los implantes se insertarán a un torque determinado hasta el nivel crestal y se mantendrán “enterrados” durante 3-4 meses, donde ya posteriormente se realizará una segunda cirugía para su exposición al medio bucal y comenzar la fase protésica. Se recetará profilaxis antibiótica con amoxicilina + ácido clavulánico 875/125mg, uno cada 8 horas durante 7 días; y antiinflamatorio ibuprofeno 600mg cada 8 horas durante 3 días. Igualmente, se pautará omeprazol 20mg un comprimido cada 24 horas. Las suturas se retirarán 7-15 días después de la cirugía. Se realizará un control a los 7-15 días y posteriormente a los 3-4 meses, donde se volverán a tomar registros fotográficos y radiográficos (Rx periapical y CBCT).

Seguimiento

Los pacientes serán citados para una visita de seguimiento 7-15 días después de la intervención para revisión y retirada de puntos y a los 3-4 meses. Los escaneados digitales/impresiones y fotos serán tomados al inicio del estudio, antes de las intervenciones.



Variables de respuesta

Todos los pacientes siguen el mismo protocolo pre y postquirúrgico. A todos se les realiza una radiografía panorámica y una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) antes de la cirugía.

La longitud y el ancho del implante se utilizan como referencia para la calibración. Se considera aceptable un error cuando la diferencia máxima entre las mediciones consecutivas de la misma distancia estaba por debajo del 5%. Se miden las siguientes distancias en el momento de la inserción (línea de base) y en el seguimiento:

- *Altura ósea inicial*: distancia desde la cresta ósea hasta el suelo del seno maxilar, en la posición del futuro implante.
- *Altura ósea final*: distancia desde la cresta ósea hasta el punto más apical del injerto, a lo largo del eje del implante.
- *Ganancia ósea (injerto)*: distancia ganada desde el suelo del seno hasta el punto más apical del material injertado.
- *Ancho del injerto (extensión mesiodistal)*: distancia desde el punto más mesial de contacto del injerto con el suelo del seno, hasta el punto más distal (a nivel del injerto).
- *Extensión mesial y distal*: distancia desde el punto más mesial/distal de contacto del injerto con el suelo del seno hasta el aspecto mesial/distal del implante (más mesial/más distal) (a nivel del injerto).
- *Ápex del implante vertical-injerto*: distancia desde el punto central del extremo apical del implante hasta el punto más apical del injerto, a lo largo del eje del implante (a nivel del implante).
- *Distancia entre paredes V-P*: distancia a la altura del ápice del implante entre la pared medial y la pared lateral del seno maxilar.
- *Ángulo del seno maxilar*: Ángulo entre la pared medial y el suelo del seno maxilar.

Pasados 3-4 meses, se realizará un CBCT de control sobre el que se realizarán, todas las mediciones radiográficas. De igual forma, se revisará tanto radiográfica como clínicamente que no existan signos/síntomas compatibles con patología, dolor, movilidad, etc.

Reclutamiento de los pacientes

Sujetos sistémicamente sanos serán seleccionados a partir de la población referida a la clínica de posgrado de la Universidad Europea de Madrid. Los pacientes pueden estar referidos desde la recepción de pacientes, clínica de Grado o desde la clínica de otros posgrados de la Universidad. La selección continuará hasta que se logre alcanzar el tamaño muestral predeterminado. Se espera que el periodo de inscripción se extienda a un máximo de 12 meses.

Recogida de datos

Los pacientes serán incluidos de manera consecutiva en el estudio por orden de llegada al Máster, cumplimientos de los criterios de inclusión y aceptación del consentimiento, y se le asignará un código.

Los datos clínicos del paciente y demás variables clínicas serán recogidos por ABC, mientras que los procedimientos quirúrgicos serán llevados a cabo por los alumnos del Postgrado de la Universidad Europea de Madrid (UE), bajo la supervisión de personal docente y la responsable de esta investigación ABC.

El registro y almacenamiento de los datos se llevará a cabo en formato electrónico, mediante tablas de Excel y Word.

Se mantendrá la confidencialidad de los datos de acuerdo con la normativa vigente (RD 1720/2007 que desarrolla la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal).

El estudio estadístico de las diferentes variables se analizará con el programa estadístico JASP.

- *Análisis descriptivo*: Se realizará el análisis descriptivo de las diferentes variables, que permitirá resumir los datos y obtener características generales de las variables estudiadas.
- *Análisis inferencial*: Se calcularán los valores medios y la desviación estándar de diferentes parámetros clínicos. Las comparaciones entre grupos se realizarán mediante la prueba t de Student (T-test). Los resultados se considerarán estadísticamente significativos $p < 0,05$.

Aspectos éticos

El presente estudio será desarrollado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y sus revisiones posteriores. En el caso de que un paciente reúna los criterios de selección, se le propondrá su participación y se le explicará y proporcionará la hoja informativa correspondiente. Una vez leída esta información, y aclaradas las dudas que hayan podido surgir, se le pedirá que complete y firme el consentimiento informado. Todos los pacientes deberán firmar el consentimiento informado como requisito indispensable para su inclusión en el estudio, ya que este documento contiene información detallada sobre sus derechos y las implicaciones, tanto teóricas como prácticas, que tiene su participación en el proyecto.

El investigador asignará un código de identificación a cada uno de sus pacientes y mantendrán la confidencialidad de los datos de acuerdo con la normativa vigente (RD 1720/2007 que desarrolla la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal). Los responsables del manejo de datos no tendrán acceso a ningún dato identificativo de paciente alguno.

El proyecto se someterá a la aprobación del Comité de Ético de la Universidad Europea de Madrid.

5. RESULTADOS

Para realizar el análisis de los resultados de los pacientes tratados, en primer lugar, se realizó una descripción general de las características de la muestra. Asimismo, se realizó una comparación entre los valores de ganancia ósea obtenidos en este estudio y los reportados previamente en la literatura, con el propósito de valorar el rendimiento clínico de la técnica utilizada frente a los resultados teóricos descritos por otros autores. Posteriormente, se exploraron distintas asociaciones entre la ganancia ósea y determinadas variables clínicas y anatómicas. Entre ellas se incluyeron el ángulo del seno maxilar, la distancia entre las paredes medial y lateral del mismo, y la presencia o no de ciertas condiciones sistémicas como el tabaquismo y la diabetes mellitus.

Análisis descriptivo sobre la muestra de pacientes

VARIABLE	FRECUENCIA	PORCENTAJE %
HOMBRE	7	64 %
MUJER	4	46 %
FUMADOR SI	1	9 %
DIABETES	3	27 %
ENF. SISTEMICA	0	0 %
ALERGIA PENICILINAS	0	0 %
Nº IOIs (1)	7	64 %
Nº IOIs (2)	4	36 %

Al analizar el perfil de los pacientes participantes en este estudio se puede confirmar que la edad media se ubica alrededor de los 60 años, con un margen bastante amplio que abarca entre los 34 y los 79 años. Podríamos afirmar entonces que la muestra es ajustada a una población de adultos que asiste con normalidad a consulta para una rehabilitación implantológica del sector posterior del maxilar. En lo que se refiere al sexo, se participaron un porcentaje levemente mayor de varones (64%) frente al de las mujeres (36%).

En lo que respecta a los antecedentes clínicos y hábitos pertinentes, la mayoría de los pacientes eran no fumadores, y solamente uno de ellos consumidor de tabaco de manera activa. Además, todos los participantes eran clínicamente sanos, ninguno tenía enfermedades sistémicas documentadas, y ninguno tenía alergia a penicilinas, lo que hizo la aplicación estandarizada del tratamiento antibiótico posterior fácil de llevar a

cabo. Sin embargo, es un hecho que conviene mencionar que tres de los once pacientes (27%) tenían diabetes, lo cual es importante recordar, ya que esta condición puede afectar los tiempos de cicatrización o evolución del proceso de osteointegración.

En término de la cantidad de implantes que se le implantaron, la gran mayoría de los casos se solucionaron con un implante (64%), y el resto de los pacientes se le implantaron dos implantes (36%). En conjunto, se presenta como una muestra clínicamente homogénea, con poca presencia de factores que puedan complicar la regeneración ósea o afectar al éxito del tratamiento, lo que permite valorar los resultados obtenidos con claridad y sin sesgos clínicos importantes.

Análisis descriptivo sobre la ganancia ósea grupo SCA

Descriptive Statistics

	AOI (mm)	AOF (mm)	Ganancia Ósea (mm)	Distancia V-P	Ángulo
Median	7.100	10.840	3.245	10.135	116.675
Mean	7.592	10.836	3.169	10.634	112.099
Std. Deviation	1.321	0.952	1.064	2.892	19.871
Minimum	5.860	9.220	1.190	6.690	63.790
Maximum	10.300	12.470	4.810	18.700	143.620

Los resultados obtenidos indican que la altura ósea inicial (AOI) tiene una media de 7,59 mm, con el mínimo de 5,86 mm y el máximo de 10,30 mm, y refleja una distribución moderadamente ancha dentro de los casos incluidos. Para la altura ósea final (AOF), después del procedimiento de elevación sinusal, se obtiene una media de 10,83 mm, con un mínimo de 9,22 mm y un máximo de 12,47 mm, lo que denota claramente una mejora sustancial en la altura ósea disponible.

En cuanto a la ganancia ósea, la media alcanzada fue de 3,17 mm, con desviación estándar de 1,06 mm, lo que refleja una cierta heterogeneidad entre los pacientes, pero con tendencia clínicamente favorable. La ganancia mínima fue de 1,19 mm y el máximo de 4,81 mm, lo que prueba la eficiencia de este procedimiento.

En lo que respecta a la distancia entre la pared vestibular y la pared palatina (V-P), se encontró una media de 10,63 mm, con un intervalo que varía entre 6,69 mm y 18,70 mm. Esta variabilidad representa morfologías sinusales distintas entre los

pacientes y que puede afectar la planificación quirúrgica y el tipo de abordaje a seleccionar. Por último, el ángulo sinusal tuvo una media de 112,1°, con un intervalo muy amplio (63,79° a 143,62°), lo cual también resalta la diversidad anatómica de los senos maxilares de los pacientes incluidos en este estudio.

Análisis descriptivo sobre las características del injerto

Descriptive Statistics

	Ganancia Ósea (mm)	Sup – Apex IOI	Distal – IOI	Mesial – IOI	Ancho total
Median	3.245	0.765	1.000	0.840	4.715
Mean	3.169	0.742	1.138	0.825	4.970
Std. Deviation	1.064	0.517	0.889	0.682	1.349
Range	3.620	1.750	3.130	2.190	4.680
Minimum	1.190	0.000	0.000	0.000	2.280
Maximum	4.810	1.750	3.130	2.190	6.960

En lo que respecta a la expansión tridimensional del injerto óseo, se observó un desplazamiento medio de 0,74 mm en sentido superior (desde el ápice del implante hacia el interior del seno), alcanzando un valor máximo de 1,75 mm. Este parámetro es de especial interés, ya que refleja la capacidad de la técnica para elevar la membrana de Schneider sin comprometer su integridad.

En dirección distal, la media fue de 1,14 mm, con un rango que llega hasta 3,13 mm, mientras que en sentido mesial el desplazamiento promedio fue de 0,83 mm. Estas cifras evidencian una expansión proporcional del injerto tanto hacia mesial como hacia distal respecto al implante, lo cual podría estar relacionado con una adecuada dispersión del biomaterial en torno al ápice.

Finalmente, el ancho total del volumen injertado (entendido como la suma de las expansiones en sentido mesial, distal y superior) presentó una media de 4,97 mm, con un rango comprendido entre 2,28 mm y 6,96 mm. Este parámetro, junto con los anteriores, proporciona una visión tridimensional completa del comportamiento del injerto y del éxito técnico alcanzado mediante la elevación crestal utilizando el KIT SCA.

Comparación con tasas teóricas grupo SCA

One Sample T-Test

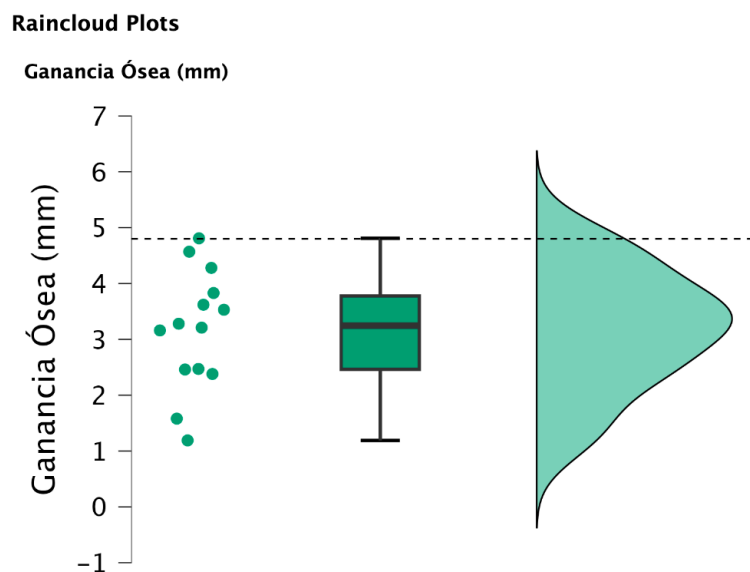
	t	df	p	Mean Difference	95% CI for Mean Difference	
					Lower	Upper
Ganancia Ósea (mm)	-5.732	13	< .001	-1.631	-2.245	-1.016

Note. For the Student t-test, location difference estimate is given by the sample mean difference d .

Note. For the Student t-test, the alternative hypothesis specifies that the mean is different from 4.8.

Note. Student's t-test.

Se llevó a cabo una prueba t de una muestra para comparar la ganancia ósea media obtenida (3,17 mm) frente a un valor hipotético de referencia de 4,8 mm. Los resultados revelaron una diferencia estadísticamente significativa entre ambas medidas, con un valor t de -5,732 ($gl = 13$) y un valor de p inferior a 0,001. Esta diferencia media fue de -1,631 mm, con un intervalo de confianza del 95% que oscila entre -2,245 mm y -1,016 mm. Estos hallazgos permiten rechazar la hipótesis nula, concluyendo que la ganancia ósea media obtenida mediante el procedimiento evaluado es significativamente inferior al valor de referencia planteado.



El gráfico tipo raincloud proporciona una representación visual completa de la distribución de los datos, incluyendo una nube de puntos individuales, un diagrama de caja y un gráfico de densidad. Se observa que la mayoría de los valores se agrupan entre los 2 y 4,5 mm de ganancia ósea, y que la media se sitúa claramente por debajo de la línea de referencia de 4,8 mm, reforzando la conclusión estadística de que la técnica evaluada no alcanza dicho umbral de forma sistemática.

Análisis interferencial respecto ganancia ósea

Pearson's Correlations		
Variable		Ganancia Ósea (mm)
1. Ganancia Ósea (mm)	Pearson's r	—
	p-value	—
2. Ángulo	Pearson's r	0.144
	p-value	0.624
3. Distancia V-P	Pearson's r	-0.163
	p-value	0.578

Se realizó un análisis de correlación de Pearson para explorar posibles relaciones entre la ganancia ósea obtenida (en mm), el ángulo del suelo del seno con la pared medial y la distancia entre la pared vestibular y palatina (V-P).

Los resultados no mostraron correlaciones estadísticamente significativas entre ninguna de las variables analizadas. La ganancia ósea presentó una correlación positiva muy débil con el ángulo sinusal ($r = 0,144$; $p = 0,624$), así como una correlación negativa débil con la distancia V-P ($r = -0,163$; $p = 0,578$). Ninguno de estos coeficientes alcanza significación estadística, lo que sugiere que ni el ángulo sinusal ni la anchura del seno maxilar parecen influir de manera relevante sobre la magnitud de la ganancia ósea conseguida tras la elevación crestal.

Estos resultados sugieren que ni la distancia entre las paredes vestibular y palatina ni el ángulo del seno maxilar tienen una influencia estadísticamente significativa sobre la ganancia ósea obtenida. Esto podría deberse a la limitada muestra analizada o a la alta variabilidad anatómica entre los pacientes. Por tanto, en este contexto, estas variables no parecen ser determinantes a la hora de predecir el éxito volumétrico del procedimiento en este estudio.

Análisis interferencial respecto condiciones sistémicas

Independent Samples T-Test						<i>Tabaco</i>	
	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	95% CI for Mean Difference	
						Lower	Upper
Ganancia Ósea (mm)	0.234	12	0.819 ^a	0.198	0.844	-1.642	2.037

Note. Student's t-test.

^a Brown-Forsythe test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the equal variance assumption

Se aplicó una prueba T para muestras independientes con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas en la ganancia ósea entre pacientes fumadores y no fumadores. La ganancia ósea media en los no fumadores fue de 3,20 mm (DE = 0,86), mientras que en los fumadores fue de 3,00 mm (DE = 2,56). La diferencia de medias fue de apenas 0,20 mm, con un intervalo de confianza del 95% que va desde -1,64 mm hasta 2,04 mm, lo cual incluye el valor nulo. El valor de p fue de 0,819, indicando que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Cabe destacar que la prueba de Brown-Forsythe reveló una violación del supuesto de igualdad de varianzas, probablemente debido al reducido tamaño del grupo de fumadores (n = 2), lo que podría afectar la robustez del análisis. A pesar de esta limitación, los datos sugieren que, en esta muestra, el hábito tabáquico no tuvo un impacto evidente en la ganancia ósea conseguida tras la elevación sinusal.

Independent Samples T-Test						<i>Diabetes</i>	
	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	95% CI for Mean Difference	
						Lower	Upper
Ganancia Ósea (mm)	-0.637	12	0.536	-0.410	0.645	-1.815	0.994

Note. Student's t-test.

También se evaluó si la presencia de diabetes influía en la ganancia ósea obtenida. La ganancia media fue de 3,05 mm (DE = 0,82) en pacientes no diabéticos y de 3,46 mm (DE = 1,66) en pacientes diabéticos. La diferencia entre grupos fue de -0,41 mm, sin alcanzar significación estadística (p = 0,536). El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias abarcó desde -1,82 mm hasta 0,99 mm, indicando nuevamente que no se observaron diferencias concluyentes entre los grupos. Estos hallazgos sugieren que, dentro de los límites de esta muestra, la presencia de diabetes no tuvo un efecto negativo aparente sobre la capacidad de obtener una ganancia ósea adecuada mediante la técnica empleada.

No obstante, es importante destacar que el tamaño muestral limitado y la posible heterogeneidad en el consumo de tabaco y/o el control metabólico, podrían actuar como factores de confusión, por lo que se recomienda cautela en la interpretación de estos resultados y la realización de estudios posteriores con una muestra más amplia y bien caracterizada.

6. DISCUSIÓN

La escasa disponibilidad de hueso en la zona posterior del maxilar supone un obstáculo habitual a la hora de planificar tratamientos implantológicos que permitan la colocación de prótesis implantosoportadas. Ante esta limitación anatómica, se han diseñado diferentes técnicas quirúrgicas orientadas a incrementar el volumen óseo disponible, siendo una de las más relevantes la elevación del seno maxilar. Este procedimiento fue introducido inicialmente por Tatum en 1977 y formalmente publicado por Boyne y James en 1980. La técnica original consistía en la creación de una ventana lateral en la pared del seno maxilar, a través de la cual se elevaba cuidadosamente la membrana sinusal para introducir material de injerto. Posteriormente, se dejaba transcurrir un periodo de cicatrización de aproximadamente seis meses antes de colocar los implantes. A pesar de las variaciones técnicas implementadas con el tiempo, este enfoque continúa siendo ampliamente utilizado en la práctica clínica actual.²⁵

Con el objetivo de reducir la invasividad quirúrgica, Summers propuso en 1994 una alternativa transcrestal mediante el uso de osteótomos. Su técnica permite acceder al seno desde la cresta alveolar, utilizando instrumentos de diámetros progresivos para elevar la membrana sinusal sin necesidad de abrir una ventana lateral. Estos osteótomos, diseñados con una punta cóncava, compactan el injerto óseo hacia el interior del seno y actúan, además, elevando suavemente la membrana. Para minimizar el riesgo de perforación de la membrana de Schneider, Summers recomendó incluir material de injerto adicional que funcionara como un sistema de amortiguación hidráulico. Esta maniobra también favorece la condensación del hueso en la zona alveolar, lo cual puede contribuir a mejorar la estabilidad primaria del implante. Aunque esta técnica ha demostrado buenos resultados especialmente en pacientes con alturas óseas residuales comprendidas entre los 5 y los 7 mm, en la literatura se han señalado ciertas limitaciones que deben ser valoradas en función del caso clínico.²¹

Buscando minimizar la invasividad en los procedimientos de elevación sinusal transcrestal, diversos autores han introducido variantes sobre la técnica descrita inicialmente por Summers. Estas modificaciones se han centrado principalmente en la

utilización de instrumentos quirúrgicos específicos que permitan una mayor precisión y seguridad durante la intervención, facilitando además la expansión y compresión controlada de la cresta ósea. Entre estas alternativas, la técnica propuesta por Cosci se presenta como una evolución relevante, ya que incorpora una fresa de diseño atraumático, específicamente ideada para reducir el riesgo de perforación de la membrana sinusal. Gracias a su punta redondeada y su diseño abrasivo, esta herramienta permite una eliminación progresiva del hueso cortical del suelo del seno sin comprometer la integridad de la membrana, favoreciendo así la elevación en un único tiempo quirúrgico. Además, esta técnica permite aprovechar el hueso extraído durante la osteotomía como material autólogo de injerto, aunque también es posible emplear biomateriales de injerto si se considera necesario. En algunas situaciones, es el propio ápice del implante el que actúa como soporte mecánico para mantener la membrana sinusal elevada, la cual desempeña el papel de barrera biológica que favorece la formación ósea. Entre los sistemas diseñados para este tipo de abordaje, destaca el kit SCA (Sinus Crestal Approach), que ha demostrado ser una herramienta eficaz, predecible y segura en el manejo del suelo sinusal mediante acceso crestal. Este sistema ofrece un procedimiento más conservador y menos traumático en comparación con otras técnicas, al tiempo que garantiza una elevada precisión y control quirúrgico. Por su diseño y aplicabilidad, el kit SCA se posiciona como una de las opciones más fiables y eficientes en el contexto de las elevaciones sinusales transcrestales.²⁶

Dentro de las técnicas quirúrgicas disponibles para la elevación del seno maxilar, el enfoque crestal ha ganado protagonismo como una alternativa menos invasiva y con claras ventajas respecto al abordaje clásico mediante ventana lateral. Si bien esta última continúa considerándose el método de referencia en situaciones con alturas óseas residuales inferiores a 5 mm, su aplicación conlleva ciertas limitaciones relevantes. En primer lugar, requiere levantar un colgajo quirúrgico amplio, generalmente acompañado de incisiones de descarga, lo cual incrementa tanto la agresividad del procedimiento como la morbilidad postoperatoria. Este tipo de intervención suele asociarse a periodos de recuperación más prolongados, mayor incomodidad para el paciente y un riesgo más elevado de complicaciones, como infecciones o perforaciones

de la membrana sinusal. A todo esto se suman factores técnicos, como la duración prolongada del procedimiento o el posible impacto estético en determinadas regiones.

Frente a este panorama, el abordaje crestal representa una alternativa más conservadora, en la que se accede al seno a través de la propia cresta alveolar, sin necesidad de abrir una ventana lateral. Utilizando osteótomos o fresas específicas, es posible elevar la membrana sinusal de manera controlada y con menor agresividad para los tejidos blandos circundantes. Esta técnica ofrece múltiples beneficios: requiere incisiones más pequeñas, reduce notablemente la manipulación de los tejidos, y favorece una recuperación más rápida y confortable. Además, al preservar la pared bucal del maxilar, se mantiene una mejor irrigación sanguínea en la zona, lo que favorece la cicatrización y disminuye el riesgo de complicaciones. Desde el punto de vista quirúrgico, este enfoque también permite, en muchos casos, la colocación simultánea del implante, lo que acorta significativamente el tiempo total del tratamiento. Aunque el riesgo de perforación de la membrana de Schneider no desaparece por completo, se ha observado que el abordaje crestal, especialmente cuando se emplean sistemas específicos como el kit SCA, lo reduce de forma considerable, aumentando así la seguridad y predictibilidad del procedimiento.²⁷

Diversos trabajos en la literatura han respaldado la eficacia del abordaje transcrestal del seno maxilar, especialmente cuando se utiliza la técnica con osteótomos en combinación con xenoinjertos. Esta modalidad ha sido considerada durante años como el estándar de referencia, debido a su capacidad demostrada para generar aumentos óseos clínicamente relevantes en la zona posterior del maxilar. En las revisiones más destacadas, como las de Emmerich y Calin, se observa que la ganancia ósea media obtenida con este enfoque oscila habitualmente entre los 2,9 mm y los 5 mm, siendo esta variación atribuible a factores individuales como la morfología del seno, la cantidad de hueso remanente antes de la intervención y las características específicas del paciente.^{28, 29}

En contraste, estudios más recientes han evaluado técnicas innovadoras como el sistema SCA (Sinus Crestal Approach), con resultados igualmente prometedores. Por

ejemplo, Zhou y colaboradores llevaron a cabo una investigación en la que utilizaron este sistema para realizar elevaciones transcrestales del seno maxilar, sin registrar perforaciones en la membrana de Schneider, lo que refleja un alto nivel de seguridad. En dicha muestra, la altura ósea residual previa al procedimiento era de aproximadamente 6,4 mm, y la ganancia promedio alcanzada fue de 4,8 mm, con valores que oscilaron entre 2,8 mm y 7,4 mm. Estos datos sugieren que el kit SCA no solo ofrece una alternativa menos invasiva, sino también comparable en términos de eficacia al método tradicional con osteótomos, posicionándose como una herramienta versátil y predecible. Analizando los resultados obtenidos en este estudio mediante el uso del kit SCA, muestran una ganancia ósea media de 3,17 mm. Aunque esta cifra puede parecer algo inferior si se compara directamente con dicho estudio, los valores obtenidos se sitúan dentro de lo esperable desde el punto de vista clínico y resultan suficientes para la colocación simultánea de implantes, que es el objetivo principal de este tipo de intervención. A pesar de la diferencia observada en la media, los rangos entre ambos trabajos presentan una notable coincidencia, lo que sugiere que, en términos generales, la técnica ofrece resultados consistentes cuando se aplica siguiendo criterios clínicos similares.²⁷

Las diferencias en los valores medios de ganancia ósea podrían explicarse por múltiples factores, como las particularidades anatómicas de la muestra, el grosor o la morfología de la membrana sinusal, la calidad del hueso residual o incluso aspectos relacionados con la propia ejecución quirúrgica. A pesar de que en el presente estudio no se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas entre la ganancia ósea y variables como el ángulo del seno o la distancia entre las paredes óseas, no puede descartarse que estos elementos puedan influir en ciertos casos, aunque de forma no concluyente en nuestra muestra.

Desde una perspectiva práctica, los resultados alcanzados han sido clínicamente satisfactorios en todos los casos, permitiendo la colocación simultánea de los implantes sin necesidad de intervenciones adicionales ni complicaciones postoperatorias. Un aspecto de gran relevancia a destacar es que, al igual que en el trabajo de Zhou et al., como en el trabajo presentado por Young-Kyun Kim et al. o en el presentado por Gatti et al. no se han detectado perforaciones de la membrana de Schneider, lo que pone en

evidencia la seguridad del abordaje transcrestal. Estos hallazgos permiten reforzar la idea de que el uso del kit SCA puede ser una alternativa fiable frente al gold standard o la técnica de acceso lateral, especialmente en pacientes con una altura ósea residual moderada. El hecho de poder realizar el procedimiento en un solo acto quirúrgico, con menor invasividad y con una recuperación más rápida, aporta claras ventajas desde el punto de vista del confort del paciente y de la planificación clínica.^{27, 30, 31}

Durante la realización de este estudio se han identificado una serie de limitaciones significativas que pueden influir en la calidad de los resultados y en la interpretación de los mismos. Entre los principales factores que representan desafíos están la variabilidad anatómica del seno maxilar, el tamaño de la muestra y la experiencia del operador.

En primer lugar, la anatomía del seno maxilar presenta una heterogeneidad notable entre los individuos, lo que constituye un obstáculo importante para la estandarización de los procedimientos. Las diferencias en la altura ósea residual, el grosor y la elasticidad de la membrana de Schneider, así como la morfología y neumatización del seno maxilar, son variables que impactan directamente en la dificultad y el éxito del procedimiento. Por ejemplo, una membrana de Schneider delgada o extremadamente elástica puede ser más susceptible a perforaciones durante la manipulación quirúrgica, lo que aumenta el riesgo de complicaciones y puede comprometer el éxito del injerto. Asimismo, un suelo sinusal inclinado o con irregularidades óseas puede dificultar la elevación uniforme de la membrana, especialmente en técnicas crestalmente accesibles. La neumatización del seno, que ocurre con mayor frecuencia en pacientes edéntulos durante largos periodos, puede reducir aún más la cantidad de hueso disponible, lo que requiere técnicas más sofisticadas para lograr una elevación exitosa y una colocación segura del implante. Además, la variabilidad anatómica también introduce dificultades en la comparación de resultados entre pacientes. Incluso cuando se utiliza una técnica quirúrgica estandarizada, los resultados pueden variar ampliamente debido a las condiciones anatómicas específicas de cada paciente. Esto subraya la necesidad de estudios con un tamaño de muestra suficientemente grande para contrarrestar estas diferencias individuales y permitir una evaluación más confiable de la efectividad de las técnicas.

Por esto mismo, el tamaño de la muestra es otra limitación importante en la realización de este estudio. Reclutar un número adecuado de pacientes que cumplan con los criterios específicos de inclusión, como una altura ósea residual determinada o la necesidad de rehabilitación en el maxilar posterior, puede ser un desafío logístico y financiero. Los estudios con tamaños de muestra pequeños no solo reducen la potencia estadística, sino que también limitan la generalización de los resultados a una población más amplia.

Por último, la experiencia del operador es un factor crítico que puede influir de manera significativa en los resultados. Técnicas como el uso de osteotomos o los kits especializados como el kit SCA requieren un cierto grado de habilidad quirúrgica, precisión y conocimiento anatómico. Los operadores con menos experiencia pueden enfrentar tasas más altas de complicaciones, como la perforación de la membrana de Schneider, que puede comprometer la viabilidad del injerto y aumentar el riesgo de fallos en la colocación del implante. Además, al involucrar a múltiples operadores, la falta de estandarización en la técnica quirúrgica puede introducir un sesgo significativo. Cada operador puede tomar decisiones intraoperatorias diferentes en respuesta a las condiciones anatómicas específicas del paciente, lo que resulta en una variabilidad adicional en los resultados.

Estas limitaciones resaltan la importancia de diseñar investigaciones bien controladas que consideren y mitiguen estas posibles variables. Esto incluye la selección cuidadosa de pacientes, el diseño de protocolos estandarizados y la inclusión de operadores experimentados. Asimismo, es fundamental contar con un tamaño de muestra adecuado y realizar análisis estadísticos seguros que permitan evaluar el impacto de la variabilidad anatómica y operativa en los resultados. Solo de esta manera será posible avanzar en la comprensión y optimización de estas técnicas para su aplicación clínica segura y efectiva.

Las implicaciones clínicas de este estudio se extienden más allá del simple estudio y comparación con diferentes técnicas para la elevación del seno maxilar por vía crestal. En primer lugar, los hallazgos refuerzan la utilidad y eficacia de este abordaje mínimamente invasivo como alternativa válida a la técnica lateral tradicional, especialmente en pacientes con una altura ósea residual de entre 4 y 9 mm. Las técnicas

transcrestales, al reducir significativamente la morbilidad postoperatoria, el tiempo quirúrgico y el coste, constituyen una opción atractiva tanto para el clínico como para el paciente.

En cuanto a las proyecciones futuras, este estudio representa una base sólida para futuras investigaciones más amplias y controladas. Uno de los caminos más prometedores consiste en el diseño de ensayos clínicos aleatorizados con un tamaño muestral mayor, que permitan validar los resultados obtenidos y explorar en mayor profundidad las diferencias entre las técnicas desde el punto de vista de la biología ósea, la estabilidad primaria y secundaria de los implantes y los resultados clínicos a largo plazo. Además, sería interesante correlacionar las variables radiográficas con parámetros funcionales y subjetivos, como la percepción del paciente, la calidad de vida relacionada con la salud oral, el dolor postoperatorio y la tasa de complicaciones.

Otra línea de investigación especialmente relevante que se desprende de este trabajo es la posibilidad de investigar la eficacia de las elevaciones transcrestales sin el uso de biomateriales. La literatura reciente ha sugerido que, en determinados casos, es posible obtener una regeneración ósea suficiente simplemente con la elevación de la membrana sinusal y la colocación del implante, sin necesidad de injerto óseo. En este sentido, Nedir et al. han demostrado en sus estudios clínicos que la elevación sinusal transcrestal puede inducir formación ósea adecuada incluso en ausencia de biomaterial, logrando tasas de supervivencia de implantes comparables a las técnicas con injerto, así como una integración clínica satisfactoria a largo plazo. Estos hallazgos se ven reforzados por los resultados de las revisiones sistemáticas de Pérez-Martínez S. et al. y Lie et al. , que analizan procedimientos sin injerto y concluyen que, si bien la ganancia ósea y la densidad pueden ser mayores con injertos, la supervivencia de los implantes y la estabilidad primaria no se ven comprometidas cuando se omiten los biomateriales, siempre que las condiciones anatómicas lo permitan. Esta línea de evidencia abre nuevas perspectivas para abordar la elevación sinusal de forma más conservadora, reduciendo la morbilidad del procedimiento sin sacrificar los resultados clínicos. Esta hipótesis se basa en la capacidad del coágulo sanguíneo, estabilizado por el implante y sostenido por la membrana elevada, de inducir una neoformación ósea espontánea a través de mecanismos naturales de osteogénesis. Explorar esta posibilidad no solo

podría reducir aún más los costes y la morbilidad del procedimiento, sino también simplificar su ejecución, especialmente en entornos clínicos con recursos limitados.^{32,33,34,35}

Por ello, futuras investigaciones podrían centrarse en comparar directamente los resultados obtenidos con técnicas crestales con y sin biomaterial, evaluando parámetros como la tasa de supervivencia del implante, la ganancia ósea a medio y largo plazo, la estabilidad primaria y la respuesta tisular periimplantaria. Además, integrar herramientas digitales como la planificación virtual, la utilización de guías quirúrgicas y el análisis volumétrico mediante software 3D permitiría aumentar la precisión de la técnica y la fiabilidad de los resultados.

7. CONCLUSION

Este trabajo ha permitido analizar de forma detallada la ganancia ósea obtenida tras la elevación del seno maxilar mediante el uso del kit SCA como técnica mínimamente invasiva. A través del uso de tomografía CBCT, se evaluaron numerosos casos con el objetivo de cuantificar de forma precisa la ganancia ósea lograda tras la intervención.

Los resultados muestran que, en promedio, se logró una ganancia ósea de aproximadamente 3,17 mm, una cifra suficiente para facilitar la posterior colocación de implantes en zonas con poca altura ósea. Además, se comprobó que el desplazamiento del injerto fue controlado y que la técnica empleada resultó segura, sin comprometer estructuras anatómicas clave como la membrana de Schneider.

Por otro lado, el análisis estadístico no encontró una relación clara entre las características anatómicas del paciente y la cantidad de hueso ganada, lo que sugiere que la técnica utilizada puede ofrecer resultados predecibles independientemente de ciertas variaciones individuales. De igual forma, no se encontraron resultados estadísticamente significativos respecto a la presencia de diabetes o al consumo de tabaco, indicando, al menos en nuestra muestra, que no suponen un impacto claramente negativo. Asimismo, la ganancia ósea fue significativamente menor al valor teórico de referencia de 4.8 mm, lo que invita a ajustar las expectativas clínicas y reforzar la planificación personalizada en cada caso.

Gracias a la realización de este estudio se confirma que la elevación crestal del seno maxilar es una opción eficaz y segura en situaciones con altura ósea limitada. Cabe destacar la importancia de continuar investigando con muestras más amplias y seguimientos a largo plazo para consolidar la evidencia científica y optimizar los resultados.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Misch CE. *Implantología contemporánea*. 3ª ed. Madrid: Elsevier España; 2008.
2. Bolger, WE, Butzin, CA, Parsons, DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic surgery . *Laryngoscope*. 1991;101:56–64.
3. Solar, P , Geyerhofer, U, Traxler, H. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. *Clin Oral Implants Res*. 1999;10:34–44.
4. Gómez V, Cabisco C, Manrique C, Martín M, Trapote S, Jiménez J. Anatomía de la arteria alveolar posterior superior (AAPS): estudio de 32 CBCT. Universidad Europea de Madrid. 2023.
5. Maloney , PL, Doku, HC. Maxillary sinusitis of odontogenic origin. *J Can Dent Assoc*. 1968;34:591.
6. Smith, D, Goycollea, M, Meyerhoff, WL. Fulminant odontogenic sinusitis. *Ear Nose Throat J*. 1979;58:411.
7. Daley , DL, Sande, M. The runny nose infection of the paranasal sinuses. *Infect Dis Clin North Am*. 1988;2:131.
8. Zinreich, SJ, Messerklinger, W, Drettner, B. The obstruction of the maxillary ostium. *Rhinology*. 1967;5:100–104.
9. Bolzer, WE, Kennedy , DW. Changing concepts in chronic sinusitis. *Hosp Pract*. 1992;27:20.
10. Beninger, MS, Mickleson, SA. Functional endoscopic sinus surgery , morbidity and early results. *Henry Ford Hosp Med J*. 1990;38:5.
11. Dufour, X, Kauffmann-Lacroix, C, Ferrie, JC, et al. Paranasal sinus fungus ball: epidemiology , clinical features and diagnosis. A retrospective analysis of 173 cases from a single medical center in France, 1989-2002. *Med Mycol*. 2006;44:61–67.
12. Kudo, K, et al. Clinicopathological study of postoperative maxillary cysts. *J Jpn Stomatol Soc*. 1972;21:250–257.
13. Villa M. *Técnicas de injerto del seno maxilar y su aplicación en implantología*. Elsevier España; 2005.
14. Evans, J. Maxillary antrolith: a case report. *Br J Oral Surg*. 1975;13:73–77.
15. Crist, RF, Johnson, RI. Antrolith: report of case. *J Oral Surg*. 1972;30:694–695.
16. Kudo, K, et al. Clinicopathological study of postoperative maxillary cysts. *J Jpn Stomatol Soc*. 1972;21:250–257.
17. Tatum OH: Lecture presented at Alabama Implant Study Group, Birmingham, Ala, 1977.
18. Tatum, OH. Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North Am*. 1986;30:107–119.
19. Tatum, OH. The Omnii implant system. In: Hardin JF, ed. *Clarke's clinical dentistry*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1984.
20. Tatum, OH, Jr ., Lebowitz, MS, Tatum, CA, et al. Sinus augmentation: rationale, development, long term results. *N Y State Dent J*. 1993;59:43–48.
21. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium*. 1994 Feb;15(2):152, 154-6, 158 passim; quiz 162. PMID: 8055503.

22. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13 Suppl:11-45. PMID: 9715571.
23. Wang HL, Katranji A. ABC sinus augmentation classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008;28(4):383–389.
24. Niu L, Wang J, Yu H, Qiu L. New classification of maxillary sinus contours and its relation to sinus floor elevation surgery. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2018;20(3):387–93. doi:10.1111/cid.12606.
25. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg*. 1980 Aug;38(8):613-6. PMID: 6993637.
26. Esposito M, Cannizzaro G, Barausse C, Cosci F, Soardi E, Felice P. Cosci versus Summers technique for crestal sinus lift: 3-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(2):129–37.
27. Zhou X, Hu XL, Li JH, Lin Y. Minimally invasive crestal sinus lift technique and simultaneous implant placement. *Chin J Dent Res [Internet]*. 2017;20(4):211–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3290/j.cjdr.a39220>
28. Emmerich D, Att W, Stappert C. Sinus floor elevation using osteotomes: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol [Internet]*. 2005;76(8):1237–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1902/jop.2005.76.8.1237>
29. Călin C, Petre A, Drafta S. Osteotome-mediated sinus floor elevation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants [Internet]*. 2014;29(3):558–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11607/jomi.3206>
30. Kim YK, Lee JY, Park JW, Kim SG, Oh JS. Sinus Membrane Elevation by the Crestal Approach Using a Novel Drilling System. *Implant Dent*. 2017 Jun;26(3):351-356. doi: 10.1097/ID.0000000000000570. PMID: 28288021.
31. Gatti F, Gatti C, Tallarico M, Tommasato G, Meloni SM, Chiapasco M. Maxillary sinus membrane elevation using a special drilling system and hydraulic pressure: A 2-year prospective cohort study. *Int J Periodontics Restorative Dent [Internet]*. 2018;38(4):593–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11607/prd.3403>
32. Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Nurdin N, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clin Oral Implants Res [Internet]*. 2009;20(7):701–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01696.x>
33. Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, Szmukler-Moncler S, Bischof M, Bernard J-P. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-year prospective study: Sinus elevation without grafting. *J Clin Periodontol [Internet]*. 2010;37(11):1023–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01610.x>
34. Pérez-Martínez S, Martorell-Calatayud L, Peñarrocha-Oltra D, García-Mira B, Peñarrocha-Diago M. Indirect sinus lift without bone graft material: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Exp Dent*. 2015;7(2):e316-9. <http://www.medicinaoral.com/odo/volumenes/v7i2/jcedv7i2p316.pdf>
35. Lie SAN, Claessen RMMA, Leung CAW, Merten H-A, Kessler PAWH. Non-grafted versus grafted sinus lift procedures for implantation in the atrophic maxilla: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]*. 2022;51(1):122–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2021.03.016>