

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

Curso 20**22**-**23**

PERFORACIÓN DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER: BALÓN SINUSAL VS PRESIÓN HIDRÁULICA A TRAVÉS DEL IMPLANTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Presentado por: [Enrica Cammalleri](#)

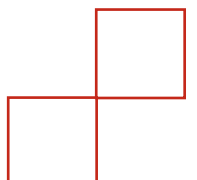
Tutor: [Carlos Rafael Pineda Villacorta](#)

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7

46010 Valencia

universidadeuropea.com



AGRADECIMIENTOS

“Se camminassimo solo nelle giornate di sole non raggiungeremmo mai la nostra destinazione. “

Paulo Coelho.

A me stessa, per essermi dimostrata capace di raggiungere i miei obiettivi, voglio ricordare per sempre una cosa: non smettere mai di credere in te.

A mio nonno Contarino, che nonostante la sua assenza non ha mai smesso di trasmettermi la sua forza da lassù.

A mio padre e mia madre, per avermi permesso di raggiungere questo traguardo e per avermi sostenuta in ogni momento. Siete stati la motivazione che mi ha spinto nei momenti di difficoltà.

A mio fratello, per essere stato il mio punto di riferimento durante questi cinque anni e per aver creduto costantemente in me.

Al resto della mia famiglia, per avermi fatta sentire fonte di orgoglio e gioia per tutti voi. Non dimenticherò mai la tristezza che ho provato nei giorni pre-partenza ma i vostri abbracci mi hanno sempre dato la carica per affrontare tutto.

Alle mie amiche Valenciane, con le quali ho condiviso questo viaggio:

Giulia, così simile a me, a te dico grazie per aver trasformato le mie lacrime in sorrisi, per avermi compresa senza la necessità di parlare e per i tuoi abbracci (pochi ma buoni) che sono valsi più tutte quelle parole affettuose che non ci siamo mai dette a causa dei nostri caratteri. Sorella, compagna di viaggi interminabili, grazie per esserci stata sempre e in modo sincero.

Benedetta, coinquilina, amica silenziosa ma con un mondo dentro da scoprire. Grazie per non avermi mai voltato le spalle e per non aver mai fatto pesare i miei difetti facendomi sentire sbagliata. Ci siamo scoperte sempre più l'una con l'altra arrivando a condividere il giorno e la notte. Noi ci diciamo poche cose, e tra

queste posso dirti che nulla mi rende più contenta nel sapere che ti fidi di me e spero che possa essere sempre così perché ricorda...siamo amiche per scelta.

Gaia, grazie per avermi insegnato a vivere la vita con spensieratezza, la tua risata contagiosa è stata come una medicina nei momenti di difficoltà. Ti fai amare e detestare nel giro di pochi secondi ma proprio per questo sin da subito sei entrata nel mio cuore. Hai saputo trasmettermi la tua capacità nel trovare sempre un modo per trasformare una giornata grigia in una piena di colori. La tua spontaneità ti contraddistingue ed è questa che ti rende una persona speciale.

Camilla, ti ringrazio soprattutto per ciò che hai fatto quando avevo bisogno, seppur con una tempesta in corso, saresti stata pronta ad aiutarmi e questo non lo dimenticherò mai. Sono felice di aver conosciuto una persona dal cuore così grande.

Alle mie amiche di una vita, Gaia O, Gaia F, Milena, a voi devo ringraziare per una cosa che non è per nulla scontata; essermi rimaste accanto nonostante la distanza che ci ha tenute divise durante questi anni e che ci ha privato di tanti momenti insieme. Abbiamo avuto i nostri alti e bassi ma, nonostante ciò, non avete mai smesso di credere in me e di darmi il vostro appoggio e questo è qualcosa che ha un valore immenso, grazie per far parte della mia vita.

A Noemi, felice di esserci ritrovate, ti ringrazio per avermi fatta sentire ascoltata.

A tutte le persone che in un modo o nell'altro hanno fatto parte di questo viaggio e mi hanno sostenuta anche per un solo giorno, vi ringrazio, perché evidentemente in quei momenti la vostra vicinanza e il vostro sostegno mi hanno permesso di affrontare in un modo migliore le difficoltà.

E infine, grazie Valencia per essere stata la mia casa, ogni singolo momento vissuto qui lo porterò nel cuore.

ÍNDICE REVISIÓN SISTEMÁTICA

1. ABREVIATURAS	7
2. RESUMEN	9
3. ABSTRACT	11
4. PALABRAS CLAVES	13
5. INTRODUCCIÓN	15
5.1. Generalidades	15
5.2. Consideraciones anatómicas	15
5.3. Clasificación y densidad ósea	18
5.4. Técnicas quirúrgicas	19
5.5. Complicaciones	23
5.6. Estabilidad primaria y Éxito de los implantes	24
6. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	27
7. OBJETIVOS	30
8. MATERIAL Y MÉTODO	32
8.1. Identificación de la pregunta PICO	32
8.2. Criterios de elegibilidad	33
8.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos	33
8.4. Proceso de selección de los estudios	36
8.5. Extracción de datos	36
8.6. Valoración de la calidad	38
8.7. Síntesis de datos	38
9. RESULTADOS	41
9.1. Selección de estudios. Flow chart	41
9.2. Análisis de las características de los estudios revisados	43
9.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	45
9.4. Síntesis resultados	46
10. DISCUSIÓN	57
10.1. Perforaciones de la membrana de Schneider	57
10.2. Ganancia ósea	59
10.3. Complicaciones post operatorias relacionadas con el procedimiento de elevación	60
10.4. Tasa de éxito y tasa de estabilidad primaria	62
10.5. Limitaciones del estudio	64
10.6. Futuras líneas de investigación	65
11. CONCLUSIONES	69
12. BIBLIOGRAFÍA	70
13. ANEXOS:	80

1. ABREVIATURAS

1. SM: Seno Maxilar
2. AHV: Altura ósea vertical
3. OSFE: Elevación del suelo sinusal con osteótomo
4. BAOSFE: Elevación del suelo sinusal con osteótomo y hueso añadido
5. BA-MSFA: Aumento del suelo del seno maxilar asistido con balón
6. MIAMBE: Elevación mínimamente invasiva de la membrana antral con balón
7. CBCT: Tomografía computarizada de haz cónico
8. ISQ: Cuota de estabilidad del implante
9. PRF: Fibrina rica en plaquetas
10. RBH: Altura ósea residual
11. BIC: Contacto hueso-implante

2. RESUMEN

Introducción: La colocación de implantes en el maxilar posterior atrófico puede presentar dificultades y a menudo se requiere una cirugía de elevación del suelo sinusal. Las limitaciones de la técnica de Summers y los desafíos asociados con la elevación mediante ventana lateral han impulsado el desarrollo de nuevos métodos de elevación interna, como el sistema del balón sinusal y el implante a presión hidráulica. Estos métodos innovadores ofrecen alternativas prometedoras para superar las barreras existentes y lograr una elevación eficiente del seno maxilar. El objetivo fue analizar el número de perforaciones de la membrana de Schneider, ganancia ósea, complicaciones postoperatorias y la tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes.

Material y Método: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science sobre elevación de seno maxilar mínimamente invasiva, a través de la técnica de balón sinusal o del implante a presión hidráulica, hasta enero de 2023.

Resultados: En el grupo del balón sinusal la tasa media de perforación de la membrana de Schneider fue de 2,6 %, la ganancia ósea fue de 9,5 mm, la tasa de complicaciones del 8,97 % y una tasa de éxito del 93,2%, la estabilidad primaria de los implantes no se pudo evaluar. Para el grupo del implante a presión hidráulica la tasa de perforación fue de 0,97%, la ganancia ósea de 10,3 mm, la tasa de complicaciones fue del 15,4 %, una tasa de éxito de 96,0% y una tasa de estabilidad primaria del 65,3%.

Conclusión: A pesar de las limitaciones, la técnica del implante parece garantizar una menor tasa de perforación de la membrana de Schneider. La evidencia actual es limitada debido a un número de muestra inadecuado y a la falta de información sobre la calidad metodológica.

Palabras claves: Elevación de seno maxilar, Elevación de membrana hidráulica, Elevación de seno con balón, Perforación de membrana, Implantes dentales.

3. ABSTRACT

Introduction: Implant placement in the atrophic posterior maxilla can present difficulties and sinus floor elevation surgery is often required. The limitations of the Summers technique and the challenges associated with lateral window elevation have prompted the development of new internal elevation methods, such as the sinus balloon system and the hydraulic pressure implant. These innovative methods offer promising alternatives to overcome existing barriers and achieve efficient sinus elevation. The objective was to analyze the number of Schneider's membrane perforations, bone gain, postoperative complications, and primary stability of the implants and the success rate.

Material and Methods: An electronic search of PubMed, Scopus and Web Of Science databases on minimally invasive maxillary sinus lift, using the sinus balloon technique or the hydraulic pressure implant, was performed until January 2023.

Results: In the sinus balloon group, the mean Schneider membrane perforation rate was 2.6 %, the bone gain was 9.5 mm, the complication rate was 8.97 %, the primary stability of the implants could not be evaluated and a success rate of 93.2 %. For the hydraulic pressure implant group, the perforation rate was 0.97%, the bone gain was 10.3 mm, the complication rate was 15.4%, a success rate of 96.0% and a primary stability rate of 65.3%.

Conclusions: Despite limitations, the hydraulic pressure implant technique seems to guarantee a lower Schneider's membrane perforation rate. However, the current evidence is limited due to inadequate sample size and lack of information on methodological quality.

Key words: Maxillary sinus lift, Hydraulic membrane elevation, Balloon sinus lift, Membrane perforation, Dental implants

4. PALABRAS CLAVES

- I. Maxillary sinus lift
- II. Bone augmentation
- III. Antral membrane
- IV. Posterior maxillary segment
- V. Maxillary sinus
- VI. Maxillary surgery
- VII. Minimally invasive surgical procedures
- VIII. Maxillary sinus floor augmentation
- IX. Bone graft
- X. Schneiderian Membrane
- XI. Sinus elevation
- XII. Membrane elevation
- XIII. Atrophic maxilla
- XIV. Alveolar bone loss
- XV. Sinus lift procedure
- XVI. Atrophic posterior maxilla
- XVII. Augmentation, maxillary ridge
- XVIII. Augmentations, sinus floor
- XIX. Hydraulic sinus condensing
- XX. hydraulic detachment
- XXI. hydraulic elevation
- XXII. Crestal hydraulic sinus lift
- XXIII. Hydraulic membrane elevation
- XXIV. Hydrostatic pressure
- XXV. Antral membrane balloon elevation
- XXVI. Balloon sinus lift
- XXVII. Sinus lift balloon system
- XXVIII. Membrane perforation
- XXIX. Dental implants

5. INTRODUCCIÓN

5.1. Generalidades

Las principales causas de pérdida de dientes son la enfermedad periodontal y la caries dental y la incidencia de pacientes edéntulos varía en todo el mundo entre el 7% y el 69%. Las deficiencias nutricionales, dolor oral y mal funcionamiento psicosocial están asociadas a la pérdida total o parcial de dientes. Durante los últimos 40 años, los implantes dentales osteointegrados se han convertido en uno de los biomateriales más utilizados para sustituir los dientes perdidos o ausentes y el tratamiento se ha caracterizado por un resultado altamente satisfactorio del edentulismo completo, parcial o único. La rehabilitación oral con prótesis implantosoportadas ha demostrado mejorar la función masticatoria y la calidad de vida relacionada con la salud oral específica en comparación con las prótesis removibles (1).

Sin embargo, el maxilar posterior ofrece con frecuencia unas condiciones difíciles para la colocación de implantes dentales debido a la reabsorción ósea alveolar, la expansión del seno maxilar tras la pérdida de dientes y la mala calidad ósea. Para aumentar la masa ósea disponible en el maxilar mediante el aumento óseo, se realiza una cirugía de elevación del suelo sinusal. De este modo, se coloca hueso autólogo o material óseo regenerativo en el alveolo residual del maxilar, por debajo de la membrana de Schneider. El material de sustitución ósea sólo puede colocarse después de despegar y levantar parcialmente la membrana de Schneider del maxilar, para crear un espacio subantral entre el hueso y la membrana (1,2).

5.2. Consideraciones anatómicas

El seno maxilar es el mayor de los senos paranasales y en los adultos contiene aproximadamente 12-15 ml de aire. Es una estructura piramidal con su base cerca de la cavidad nasal, la porción superior formando el suelo de la órbita y el ápice hacia el hueso cigomático. El suelo del seno se extiende anteriormente hasta la región premolar o canina y posteriormente hasta la tuberosidad maxilar con, en muchos casos, su parte más baja cerca de la zona del primer molar. El suelo del seno maxilar es la pared más gruesa en los adultos dentados, y está aproximadamente al mismo nivel que el suelo nasal. En un paciente edéntulo está 1 cm por debajo del suelo nasal (3).

La pared medial forma parte de la pared nasolateral y contiene dos estructuras vitales, el ostium y el conducto nasolagrimal. El ostium del seno maxilar está situado en la porción anterosuperior de la pared medial y drena en el infundíbulo etmoidal, que se abre en el meato medio de la cavidad nasal. El conducto nasolagrimal se origina en la pared medial de la órbita y se dirige hacia abajo y medialmente a través del seno maxilar, anterior al ostium del seno para drenar finalmente en el meato inferior (4).

5.2.1 Septos del seno maxilar

Los septos del seno maxilar fueron mencionados por primera vez por Underwood en 1910. Los septos están formados por hueso cortical y se localizan tanto en planos horizontales como verticales en el suelo del seno. Varios autores han observado la presencia de septos en el 25% al 31,7% de los senos maxilares, que pueden variar entre 2,5 y 12,7 mm de longitud y pueden encontrarse en cualquier zona del seno maxilar, aunque la mayoría de los septos se localizan entre el segundo premolar y el primer molar. En función de su origen, los tabiques pueden subdividirse en tabiques primarios, que se forman durante el desarrollo del maxilar y el crecimiento de los dientes, y tabiques secundarios, que se adquieren durante la neumatización del seno maxilar tras la pérdida de los dientes. El aumento del seno maxilar suele complicarse por la presencia de septos. Había considerablemente más septos en las arcadas edéntulas o atróficas que en las parcialmente edéntulas o no atróficas (3,5).

5.2.2 Membrana de Schneider

El seno maxilar está revestido por una membrana denominada membrana de Schneider. Esta membrana es un epitelio ciliado pseudoestratificado de membrana respiratoria columnar formado por células basales, células columnares y células caliciformes fijadas a la membrana basal. El grosor de la membrana varía normalmente de 0,13 a 0,5 mm (con un grosor medio de 0,8 mm). La membrana debe liberarse totalmente de la zona caudal para permitir la elevación del seno. Las probabilidades de perforación de la membrana sinusal dependen del ángulo entre la pared lateral y la medial del seno; un ángulo superior a 60° tiene un 0% de posibilidades de perforación; un ángulo de 30°-60° tiene un 28,6% de posibilidades de perforación; y un ángulo <30° tiene un

62,5% de posibilidades de perforación. Así pues, los ángulos estrechos dan lugar a mayores perforaciones. En relación con la dentición; Las raíces de los premolares y molares maxilares tienen una relación íntima con la cara inferior del seno maxilar. El ápice mesio-bucal de la raíz del segundo molar es el más cercano a la pared del seno maxilar (distancia media de 0,83 mm), mientras que el ápice lingual de la raíz del primer premolar es el más alejado de la pared del seno (5).

5.2.3 Vascularización y inervación

La arteria alveolar superior posterior, la arteria orbitaria inferior, la arteria palatina mayor y la arteria esfenopalatina son las ramas principales de la arteria maxilar que proporcionan riego sanguíneo a las paredes óseas y a la membrana del seno. Las localizaciones de la arteria orbitaria inferior y la arteria alveolar posterior superior son importantes en la planificación quirúrgica, ya que el daño a estas arterias puede causar hemorragias. Las dos arterias vuelven a conectarse entre sí y forman una doble arcada arterial que abarca el seno maxilar. Esta anastomosis es extraósea (a 23-26 mm de la cresta alveolar) o endósea (a 16,4-19,6 mm del margen alveolar). La rama dental de la arteria alveolar posterior superior tiene una anastomosis endósea con la arteria orbitaria inferior en todos los casos anatómicos disecados, pero esta anastomosis se encuentra radiográficamente sólo en el 50% de los casos. Es importante, porque existe una conexión específica entre el sistema venoso del seno maxilar y el seno cavernoso que puede ser una vía de propagación de la infección del seno al cerebro (3).

El seno maxilar (SM) recibe inervación sensitiva general de las ramas infraorbitaria y alveolar superior anterior, media y posterior del nervio maxilar (V2). La mayor parte de la inervación sensorial procede de la rama alveolar posterior superior, que suele tener de dos a tres ramas. La rama alveolar anterosuperior inerva la porción anterior del SM, mientras que la rama alveolar superior media contribuye a la inervación secundaria de la mucosa. El ostium del maxilar está inervado por el nervio palatino mayor, mientras que el infundíbulo está inervado por la rama etmoidal anterior del nervio oftálmico (V1). Las fibras secreto-motoras parasimpáticas se originan en el nervio intermedio del nervio

facial, hacen sinapsis en el ganglio pterigopalatino y se dirigen a la mucosa sinusal a través de las ramas sensoriales del trigémino (6).

5.2.4 Neumatización del seno maxilar

Debido a la presencia de los senos maxilares, la pérdida de hueso alveolar maxilar posterior crea un problema único para la colocación de implantes tras la extracción dental. La causa de este problema es el aumento de la neumatización del seno maxilar. El aumento de la actividad osteoclástica dentro del periostio de la membrana de Schneider provoca la expansión de los senos maxilares. Además, se cree que el aumento de la presión positiva contribuye a la atrofia del hueso alveolar. El hueso blando de tipo IV del maxilar posterior tiene poca resistencia a estos procesos y el resultado final es una disminución de la altura ósea vertical (AHV) del alvéolo en las zonas edéntulas (7).

Davarpanah y cols., clasificaron la pérdida ósea maxilar posterior en varias categorías:

- Pérdida ósea vertical desde el interior del seno: una distancia reducida desde el suelo del seno hasta la cresta alveolar. Sin embargo, no hay pérdida de distancia interoclusal
- Pérdida ósea vertical de la cresta alveolar: pérdida de la cresta alveolar por debajo del seno. Hay un aumento de la distancia interoclusal
- Pérdida ósea horizontal de la cresta alveolar: pérdida de la anchura buco - palatina del hueso alveolar.
- Pérdida subsinusal combinada: pérdida ósea tanto vertical como horizontal (7).

5.3. Clasificación y densidad ósea

En la clasificación radiográfica ósea y de calidad de Lekholm y Zarb, se utiliza a menudo para la evaluación preliminar de posibles zonas de implantes dentales. La densidad ósea se suele clasificar en los cuatro tipos siguientes en función de la cantidad de hueso cortical y trabecular evaluada radiográficamente:

Tipo 1: Hueso compacto totalmente homogéneo.

Tipo 2: Capa gruesa de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular denso.

Tipo 3: Capa fina de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular denso.

Tipo 4: Capa delgada de hueso compacto que rodea un núcleo de hueso trabecular de baja densidad (8).

5.4. Técnicas quirúrgicas

La colocación de implantes osteointegrados con fines de rehabilitación implanto-protésica del maxilar superior presenta varios inconvenientes incluyendo, con mayor frecuencia, el tamaño insuficiente del hueso alveolar en 3 dimensiones. A este respecto, numerosos estudiosos han analizado, clasificado y desarrollado protocolos terapéuticos para establecer los límites dentro de los cuales se puede actuar. La evolución en el tiempo de estos protocolos ha aumentado la predictibilidad de las operaciones quirúrgicas y hasta ahora, podemos decir lo siguiente:

- Una cresta de más de 6 mm puede ser suficiente para insertar implantes directamente sin procedimientos de elevación adicionales.
- Una cresta entre 4 y 6 mm permite colocar implantes al mismo tiempo que se utilizan técnicas para aumentar el volumen óseo.
- Una cresta inferior a 4 mm requiere planificar la cirugía en dos fases (9).

Para la implantación dental, el procedimiento fue presentado oralmente por primera vez por Hilt Tatum en el Congreso de Implantes de Alabama en 1976, pero fue publicado por primera vez en la literatura por Boyne y James, en 1980, en un informe sobre el aumento del suelo del seno maxilar, donde describieron una cirugía de implantes en dos fases de una osteotomía de ventana lateral con preservación del suelo del seno y elevación superior, y aumento óseo subantral simultáneo (se utilizó injerto óseo particulado autógeno extraído de la cresta ilíaca); 3 meses después, se colocaron implantes de pala para soportar reconstrucciones removibles o fijas (10).

Tatum, en 1986, sugirió un abordaje transalveolar para la elevación del suelo del seno, con la posterior colocación de implantes. Se utilizó un "formador de alvéolos" del tamaño del implante seleccionado para preparar el sitio del implante, de esta forma se logró una fractura en tallo verde del piso sinusal golpeando a mano el "formador de alvéolos" en dirección vertical. Después de la preparación del sitio, se colocó un implante en forma de raíz y se dejó curar sumergido (11).

En **1994, Summers** modificó esta técnica sugiriendo la "*técnica de Summers*" o el "*abordaje crestal*", que puede considerarse más conservador y menos invasivo que el abordaje lateral convencional. Consiste en el uso de un juego específico de osteótomos cónicos, cada uno de ellos con punta cóncava, con diámetros crecientes para preparar el lecho del implante. Es un intento de ganar altura ósea vertical reteniendo y reubicando todo el hueso existente. Así, cuando el osteótomo se empuja hacia el suelo del seno, las virutas óseas de las paredes laterales de la osteotomía se recogen en su parte cóncava antes de ser empujadas hacia arriba en el plano subantral elevando el suelo del seno y la membrana con un riesgo mínimo. Este concepto pretendía aumentar la densidad del hueso maxilar blando (tipo III y tipo IV), lo que resultaba en una mejor estabilidad primaria de los implantes dentales insertados. Luego, Summers modificó aún más la técnica de elevación del suelo sinusal con osteótomo (OSFE) añadiendo injerto óseo en la osteotomía antes de la elevación del seno. Esta técnica se denominó técnica de elevación del suelo sinusal con osteótomo y hueso añadido (BAOSFE). Se añadieron injertos óseos autógenos, alogénicos y/o xenogénicos para aumentar el volumen por debajo de la membrana sinusal elevada. Con la técnica BAOSFE, Summers describió una elevación constante de la membrana sinusal de 4-5 mm (10–12).

5.4.1. Técnica del globo sinusal

Muronoi et al., propusieron por primera vez el aumento del suelo del seno maxilar asistido con balón (BA-MSFA). El abordaje del antro a través de la ventana lateral y el levantamiento de la membrana de Schneider con un balón nasal hemostático es una técnica que mostró tasas mínimas de perforación de la membrana. Desde entonces, se han desarrollado diversas modificaciones (2).

Soltan y Smiler, utilizaron un método similar, aunque más invasivo, y lo probaron tanto en procedimientos de elevación de seno lateral como crestal. Kfir empezó a realizar elevaciones transcrestales del seno utilizando catéteres cardíacos y más tarde desarrolló su propio dispositivo de elevación mínimamente invasiva de la membrana antral con balón (MIAMBE) (13).

La técnica quirúrgica se lleva a cabo bajo anestesia local, se realiza un colgajo horizontal de grosor completo con sesgo palatino (para preservar el tejido queratinizado) seguido de dos pequeñas incisiones verticales para exponer la cresta alveolar, pero su diseño puede variar a segunda de la zona a tratar. Tras determinar la profundidad de perforación según las mediciones de la tomografía computarizada, se realiza una perforación piloto (con una fresa de 2 mm de diámetro) en el centro de la cresta alveolar hasta 1 o 2 mm por debajo del suelo del seno. La osteotomía se amplía de 2 a 2,9 mm con un osteótomo específico. Se inyecta material de injerto óseo en la osteotomía y, a continuación, se fractura suavemente el suelo del seno (la profundidad de penetración se controla ajustando la longitud de los topes de teflón del osteótomo). Tras retirar el osteótomo, se evalúa la integridad de la membrana. Se introduce el manguito metálico del dispositivo de alojamiento del balón en la osteotomía 1 mm más allá del suelo sinusal. El balón se infla lentamente con el inflador barométrico hasta alcanzar dos atmósferas. Una vez que el balón sale del manguito metálico y se expande por debajo de la membrana sinusal, la presión desciende a 0,5 atmósferas. Posteriormente, el balón se infla con un volumen progresivamente mayor de líquido de contraste. El inflado del balón y la elevación de la membrana se evalúan mediante radiografías periapicales secuenciales. Una vez obtenida la elevación deseada (normalmente >10 mm), el balón se deja inflado ≥ 5 minutos (para reducir el retroceso de la membrana sinusal). A continuación, se desinfla el balón, se retira y la integridad de la membrana se vuelve a evaluar. Mediante un inyector de injerto óseo se inyecta a través de la osteotomía, por debajo de la membrana antral, sucesivamente se coloca el implante y el cierre primario (14).

5.4.2. Técnica de presión hidráulica con implante

La condensación hidráulica del seno fue descrita por Chen y Cha en 2005. Se trata de una variante de la técnica del osteótomo. Inicialmente se perfora una osteotomía en la cresta crestal y se utiliza la presión de fluido del instrumento de perforación para elevar suavemente la membrana sinusal del suelo del seno. Una vez levantada la membrana sinusal, se rellena con material de injerto óseo y se colocan los implantes (15).

Otros desarrollos proporcionan manguitos huecos que se insertan a través de la cresta alveolar hasta el seno maxilar para sellar el canal de osteotomía y permitir el paso de fluidos a la membrana de Schneider. A continuación, la cavidad se rellena con material de injerto óseo. Algunos manguitos también tienen canales transversales que permiten que el mismo material se distribuya en la propia cresta alveolar para cambiar la calidad del tipo de hueso de un tipo de densidad ósea menos denso a uno más denso (2).

El sistema de elevación del suelo sinusal mínimamente invasivo derivado de implantes desarrollado recientemente consta de un canal interno y un tornillo de sellado que permite al clínico realizar diversos procedimientos, como una irrigación para la separación de la membrana sinusal, la inyección de sustituto óseo, la evaluación visual del estado de la membrana, la administración de medicamentos y de material de injerto óseo bajo la membrana de Schneider. Además, se proporciona un dispositivo para detectar una caída en la presión del fluido. Esto hace que el cirujano deje de girar más el implante, ya que la caída de presión indica que el líquido ha entrado en contacto con la membrana (2,16).

Antes de empezar la operación quirúrgica se calcula la distancia desde la cresta maxilar hasta un punto situado entre 1 y 2 mm por debajo de la membrana de Schneider, utilizando las imágenes radiográficas preoperatorias. La cirugía comienza con anestesia local y una incisión crestal a lo largo de la cresta maxilar. Se reflejan colgajos mucoperiosticos de espesor total relativamente pequeños. El lugar de la osteotomía se marca con una pequeña fresa redonda. Se inicia una osteotomía en el lugar de implantación con una fresa helicoidal de 2 mm hasta una profundidad de 1 a 2 mm por debajo de la membrana de Schneider, según las mediciones de la radiografía preoperatoria. Se realiza una radiografía

periapical con una guía de profundidad para verificar la angulación y profundidad del fresado. La zona de la osteotomía se ensancha hasta el diámetro deseado con la secuencia de fresado completa. La longitud del implante se selecciona en función de la altura ósea residual y se introduce hasta que llega al final de la osteotomía preparada. A continuación, el implante se avanza lentamente hasta penetrar en el suelo del seno (aproximadamente 1 mm). Se conecta una jeringa de suero salino (solución salina estéril al 0,9%) al implante a través del puerto del tubo. Se inyecta suavemente solución salina a través del implante y en el seno. Si se observa una ligera hemorragia en la solución salina retraída significa que la punta del implante había penetrado en la corteza. Normalmente, se necesitan de 2 a 3 cm² de solución salina, dependiendo del tamaño del seno, el número de implantes y la elevación requerida. La solución salina se vuelve a introducir en la jeringa y ésta se desconecta del puerto del tubo. A continuación, se conecta una jeringa llena de injerto óseo al puerto del tubo y se inyecta lentamente el volumen deseado en el seno a través del implante. A continuación, se desconecta la jeringa de injerto óseo del puerto del tubo y, seguidamente, se desconectan el aplicador y el tubo del implante. El implante se introduce completamente a través de la osteotomía en el injerto óseo hasta que el aspecto coronal del implante se alinee con la cresta alveolar maxilar y se suturan los colgajos gingivales (14).

5.5. Complicaciones

5.5.1. Perforación de la membrana de Schneider

El problema de todos los métodos de elevación del seno interno es la dificultad de controlar el volumen elevado y confirmar de forma fiable la integridad de la membrana durante todo el proceso de elevación. Las perforaciones de la membrana pueden estar relacionadas con hallazgos anatómicos como los septos y con una experiencia quirúrgica limitada, pero son predominantemente el resultado de una osteotomía inadecuada o de una separación incorrecta de la membrana (2,17).

La perforación puede producirse en todas las fases del procedimiento, incluida la preparación de la osteotomía, la infracción del suelo sinusal, el avance apical del injerto y la colocación del implante. Los desgarros pueden detectarse

mediante visualización directa, palpación roma, la maniobra de Valsalva o la prueba de soplo nasal. Además, se ha cuestionado seriamente la fiabilidad de la maniobra de Valsalva para detectar una perforación. Esto sugiere sin duda que la incidencia de las perforaciones transcrestales se ha subestimado históricamente. La perforación sólo puede evaluarse con precisión durante todas las fases de la intervención mediante endoscopia intraoperatoria y los datos sobre procedimientos endoscópicos muestran tasas de perforación no inferiores al 13%, lo que sugiere que la mayoría de las perforaciones transcrestales no se detectan. Los primeros indicios postoperatorios de un desgarro pueden incluir epistaxis, exfoliación de partículas de injerto fuera de la nariz y desarrollo de sinusitis. Otro método para detectar desgarros si se está utilizando un material de injerto es exponer una radiografía periapical durante el procedimiento después de haber colocado una pequeña cantidad de hueso y ver si el hueso está contenido alrededor del ápice de la osteotomía (17).

5.5.2. Complicaciones postoperatorias

A pesar de sus ventajas, la elevación cerrada del seno es un procedimiento técnicamente exigente y no está exento de complicaciones, ya que el clínico desconoce lo que ocurre en el interior del seno durante su manipulación (18). La infección postoperatoria tras la elevación transalveolar del suelo del seno es una complicación poco frecuente (12). El vértigo posicional paroxístico benigno es un trastorno otoneurológico muy prevalente que se caracteriza por episodios breves de vértigo y náuseas precipitados por un cambio rápido en la postura de la cabeza. Su etiología puede ser idiopática, postraumática, postinfecciosa o por trastornos vasculares (18).

No obstante, las complicaciones más frecuentes que requieren intervención tras la elevación de seno se describen en procedimientos con abordaje de la ventana lateral; perforación de la membrana sinusal (SMP), la dehiscencia de la herida, la exposición y el fracaso del injerto y la sinusitis (17) .

5.6. Estabilidad primaria y Éxito de los implantes

Existen diferentes criterios de éxito de los implantes dentales, siendo los de Buser Albrektsson los más referenciados en la literatura.

- Criterios de éxito de Buser 1990 (19):
 - Ausencia de movilidad del implante clínicamente detectable.
 - Ausencia de dolor o sensación subjetiva de dolor.
 - Ausencia de infección recurrente alrededor del implante.
 - Ausencia de radiolucidez alrededor del implante.

- Criterios de éxito de Albrektsson y cols. 1986 (20):
 - Inmovilidad del implante.
 - Ausencia de radiolucidez periimplantaria.
 - Pérdida ósea vertical menor de 0,2 mm al año.
 - Ausencia de persistente y/o irreversible signos y síntomas, tal como dolor, infecciones, neuropatías, parestesias.

La estabilidad primaria se consigue cuando el implante se coloca en el hueso en una posición tal que quede "bien asentado". Esto permite que el implante se adapte mecánicamente al hueso huésped hasta que se alcance la estabilidad secundaria. Se ha demostrado que un deterioro de la estabilidad primaria del implante pone en peligro el proceso de osteointegración. Sin embargo, el éxito de esta adaptación depende de varios factores, como la densidad y la dimensión del hueso que rodea al implante, el diseño del implante y la técnica quirúrgica utilizada. Por lo tanto, es esencial evaluar la estabilidad del implante en diferentes momentos para garantizar una osteointegración satisfactoria (21).

6. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

JUSTIFICACIÓN

Los procedimientos de elevación de seno mediante un abordaje lateral aumentan el volumen óseo mediante el aumento de la cavidad sinusal con hueso autógeno o biomateriales disponibles en el mercado. Aunque la técnica de la ventana lateral con un abordaje modificado de Caldwell-Luc todavía representa el procedimiento estándar para el aumento del suelo del seno en la región posterior del maxilar, los pacientes sufren con frecuencia dolor e inflamación postoperatorios considerables. La principal razón del fracaso de este tipo de cirugía está relacionada con el desgarro de la membrana que puede desgarrarse no solo durante la fase de acceso al seno, sino también y con mayor probabilidad, en la fase de despegamiento, elevación e inserción del biomaterial. Durante estos pasos la membrana sufre estiramiento mecánico considerable que, si es excesivo, puede desgarrarse. El dolor postoperatorio, la inflamación y los hematomas también pueden causar molestias al paciente. La tendencia general a encontrar procedimientos dentales y médicos menos invasivos para el paciente ha empujado a los investigadores a desarrollar técnicas menos traumáticas con el abordaje crestal y con menos complicaciones postoperatorias, como la elevación transalveolar, con o sin injerto y expansión simultánea de la cresta. Como primera mejora de ese tipo, Tatum en el 1986 introdujo una técnica transalveolar con implantación subsiguiente y en 1994, Summers describió una modificación de esta técnica utilizando un juego de osteótomos cónicos con diámetros crecientes destinados a aumentar la densidad del hueso blando y crear una fractura hacia arriba del suelo del seno maxilar. La entrada primaria controlada del “drill” en el seno maxilar y la elevación segura de la membrana de Schneider sin perforación son los principales desafíos de este método. Las deficiencias de la técnica de Summers han motivado el desarrollo de una gran variedad de nuevos métodos a lo largo del tiempo. Publicaciones recientes sobre estas modificaciones cubren el uso de globos y presión hidráulica en humanos (9,22–24).

En la literatura no existe una revisión sistemática que analiza y compara estas dos técnicas utilizadas para despegar la membrana de Schneider, aunque existen estudios sobre estas. Por lo anteriormente mencionado se creyó justificado realizar una revisión sistemática de la literatura que evaluara ambas técnicas, el globo sinusal y la presión hidráulica a través de un nuevo dispositivo de implante con el objeto de analizar la tasa de perforación de la membrana de Schneider, la ganancia ósea, las complicaciones postoperatorias y la tasa de éxito y estabilidad primaria de los implantes.

HIPÓTESIS

La hipótesis de trabajo de nuestro estudio considera que el método de balón sinusal y el de presión hidráulica a través del implante evitan la perforación de la membrana de Schneider en la elevación de seno crestal.

No habría diferencia estadística entre las técnicas de balón sinusal vs presión hidráulica a través del implante en la perforación de la membrana de Schneider en la elevación de seno maxilar.

7. OBJETIVOS

Objetivo principal

Analizar el número de perforaciones que se producen en la técnica del balón sinusal respecto a la técnica hidráulica con implante.

Objetivos secundarios

1. Evaluar la ganancia ósea con la técnica del balón sinusal respecto a la técnica hidráulica con implante.
2. Evaluar la tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes en la técnica del balón sinusal respecto a la técnica hidráulica con implante.
3. Evaluar las complicaciones postoperatorias del procedimiento de elevación del seno maxilar con la técnica del balón sinusal respecto a la técnica hidráulica con implante.

8. MATERIAL Y MÉTODO

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis).(25)

8.1. Identificación de la pregunta PICO

Se utilizaron la base de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para realizar una búsqueda de los artículos indexados , sobre pacientes con maxilar posterior atrófico que se les ha realizado un procedimiento de elevación de seno maxilar a través de la técnica de balón sinusal o de la técnica hidráulica mediante el nuevo dispositivo de implantes , para responder a la siguiente pregunta : “ *¿En los pacientes con atrofia de los sectores posteriores maxilares que precisan de una elevación de seno, la técnica del balón sinusal respecto a la presión hidráulica a través del implante proporciona un menor riesgo de perforación de la membrana de Schneider?*” Esta pregunta de estudio se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO. El formato de la pregunta se estableció de la siguiente manera:

- **P** (población): pacientes con maxilar posterior atrófico que se les ha realizado un procedimiento de elevación de seno maxilar.
- **I** (intervención): Dispositivo de implante de elevación hidráulica
- **C** (comparación): Técnica del balón sinusal
- **O** (resultados):
 - O1: Analizar el número de perforaciones de la membrana de Schneider.
 - O2: Ganancia ósea.
 - O3: Complicaciones postoperatorias.
 - O4: Tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes.

8.2. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron:

- **Tipo de Estudio:** *Estudio de casos y control, cohortes retrospectivos y prospectivos, series de casos, Ensayos clínicos aleatorizados no controlados;* estudios sobre individuos humanos, número de participantes ≥ 5 pacientes; Publicaciones en inglés, español o francés; Publicados hasta enero de 2023.
- **Tipo de Paciente:** Pacientes con atrofia ósea de los sectores posteriores maxilares tratados con elevación de seno. Pacientes que pueden o no ser fumadores.
- **Tipo de Intervención:** Elevación de la membrana de Schneider a través de un dispositivo de implante de elevación hidráulica o a través de la Técnica del balón sinusal
- **Tipo de Variables de Resultados:** Estudios que proporcionaran datos relacionados con el número de perforaciones de la membrana de Schneider como variable principal. Y como variables secundarias: Ganancia ósea, tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes y complicaciones postoperatorias

Los criterios de exclusión fueron: revisiones, a propósito de un caso, cartas o comentarios al editor, informes de expertos, estudios experimentales in vitro, en animales y en cadáveres. Además, los estudios en los que se realizó el procedimiento de elevación de seno maxilar mediante ventana lateral, empleo de la técnica hidráulica que no utiliza el dispositivo de implante, pacientes con enfermedades y/o alteraciones del seno maxilar.

Cuando fue necesario, se estableció contacto con los autores para aclarar la información que faltaba.

8.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos.

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras clave: “maxillary sinus lift“, “Antral membrane“, “Posterior maxillary segment“, “maxillary sinus“, “minimally invasive surgical procedures” ,”maxillary sinus floor augmentation“, “alveolar bone loss“, ”bone graft“, “Schneiderian Membrane“, “sinus elevation“, “atrophic maxilla“, “sinus lift procedure” ,“atrophic posterior maxilla“, “augmentation, maxillary ridge“, “augmentations, sinus floor“, “hydraulic detachment“, “hydraulic sinus condensing“, “hydraulic elevation“, “crestal hydraulic sinus lift“, “hydraulic membrane elevation“, “hydrostatic pressure“, “dental implants“, “minimally invasive antral membrane balloon elevation“, “balloon sinus lift“, “sinus lift balloon system“, “membrane perforation“.

Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos “AND y OR“, así como con los términos controlados (“MeSH” para Pubmed) en un intento de obtener los mejores y más amplios resultados de búsqueda.

La búsqueda en Pubmed fue la siguiente: (((((maxillary sinus lift) OR (bone augmentation)) OR (Antral membrane)) OR (Posterior maxillary segment)) OR (maxillary sinus[MeSH Terms])) OR (maxillary surgery)) OR (minimally invasive surgical procedures[MeSH Terms])) OR (maxillary sinus floor augmentation[MeSH Terms])) OR (bone graft)) OR (Schneiderian Membrane)) OR (sinus elevation)) OR (membrane elevation)) OR (atrophic maxilla)) OR (alveolar bone loss[MeSH Terms])) OR (sinus lift procedure)) OR (atrophic posterior maxilla)) OR (augmentation, maxillary ridge[MeSH Terms])) OR (augmentations, sinus floor[MeSH Terms])) AND ((hydraulic sinus condensing) OR (hydraulic detachment)) OR (hydraulic elevation)) OR (crestal hydraulic sinus lift)) OR (hydraulic membrane elevation)) OR (hydrostatic pressure[MeSH Terms])) OR (dental implants[MeSH Terms])))) OR ((minimally invasive antral membrane balloon elevation) OR (balloon sinus lift)) OR (sinus lift balloon system))) AND (membrane perforation) Filters: in the last 10 years.

La búsqueda en Scopus fue la siguiente:

(ALL (*maxillary* AND *sinus* AND *lift* OR *antral* AND *membrane* OR *posterior* AND *maxillary* AND *segment* OR *maxillary* AND *sinus* OR *minimally* AND *invasive* AND *surgical* AND *procedures* OR *maxillary* AND *sinus* AND *floor* AND *augmentation* OR *alveolar* AND *bone* AND *loss* OR *bone* AND *graft* OR *schneiderian* AND *membrane* OR *sinus* AND *elevation* OR *atrophic* AND *maxilla* OR *sinus* AND *lift* AND *procedure* OR *atrophic* AND *posterior* AND *maxilla* OR *augmentation* AND *maxillary* AND *ridge* OR *augmentations* OR *sinus* AND *floor*) AND ALL (*hydraulic* AND *detachment* OR *hydraulic* AND *sinus* AND *condensing* OR *hydraulic* AND *elevation* OR *crestal* AND *hydraulic* AND *sinus* AND *lift* OR *hydraulic* AND *membrane* AND *elevation* OR *hydrostatic* AND *pressure*) AND ALL (*minimally* AND *invasive* AND *antral* AND *membrane* AND *balloon* AND *elevation* OR *balloon* AND *sinus* AND *lift* OR *sinus* AND *lift* AND *balloon* AND *system*) AND ALL (*membrane* AND *perforation*) AND ALL (*dental* AND *implants*)).

La búsqueda en Web of Science fue la siguiente: (((TS=(maxillary sinus lift OR Antral membrane OR Posterior maxillary segment OR maxillary sinus OR minimally invasive surgical procedures OR maxillary sinus floor augmentation OR alveolar bone loss OR bone graft OR Schneiderian Membrane OR sinus elevation OR atrophic maxilla OR sinus lift procedure OR atrophic posterior maxilla OR augmentation, maxillary ridge OR augmentations OR sinus floor)) AND TS=(hydraulic detachment OR hydraulic sinus condensing OR hydraulic elevation OR crestal hydraulic sinus lift OR hydraulic membrane elevation OR hydrostatic pressure)) OR TS=(minimally invasive antral membrane balloon elevation OR balloon sinus lift OR sinus lift balloon system)) AND TS=(membrane perforation)) AND TS=(Dental implants)

En la **Tabla 1** incluida en el apartado de Anexos se muestra el resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

Con el fin de identificar cualquier estudio elegible que la búsqueda inicial podría haber perdido, se completó la búsqueda con una revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada uno de los estudios.

Por otra parte, se llevó a cabo una búsqueda manual de artículos científicos de las siguientes revistas de cirugía e implantología bucal: *The Chinese Journal of Dental Research*, *Journal of Periodontal Research*, *Journal of Oral Implantology and Implant Dentistry*. Por último, se realizó una búsqueda cruzada de artículos potencialmente interesantes para el análisis. Los estudios duplicados fueron eliminados de la revisión.

8.4. Proceso de selección de los estudios

Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (EC, RPV). En la primera etapa se filtraba por los títulos con el objeto de eliminar publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se realizaba el cribado por los resúmenes y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de intervención, número de pacientes, y variables de resultado. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo y se procedió a la extracción de los datos usando para ello un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. Los desacuerdos entre los revisores, en cada una de las fases, se resolvieron mediante discusión y, cuando fue necesario, un tercer revisor fue consultado.

El grado de acuerdo respecto a la inclusión de los estudios potenciales fue calculado por k-stadistics (Cohen kappa test) para la segunda y la tercera etapa de selección.

8.5. Extracción de datos

La siguiente información fue extraída de los estudios y se dispuso en tablas según el tipo de procedimiento (técnica del balón sinusal o técnica hidráulica con implante) : autores con el año de publicación, tipo de estudio (*Estudio de casos y control* , *cohortes retrospectivos* y *prospectivos* , *series de casos*), número de pacientes, pacientes fumadores (número de cigarrillos al día) , número de perforaciones de la membrana de Schneider , altura ósea alveolar residual preoperatoria (en milímetros) , altura ósea post operatoria (en milímetros) ganancia ósea final (en milímetros) ,complicaciones postoperatorias

relacionadas con el procedimiento de elevación de seno (número, tipo de complicación y evolución) , numero de implantes dentales colocados en cada técnica , estabilidad primaria de los implantes (números), tasa de éxito de los implantes (porcentaje y criterios utilizados), tiempo de seguimiento de los implantes dentales (en meses), tipo de técnica radiográfica empleada para evaluar el éxito de los procedimientos , media de pérdida ósea marginal periimplantaria (milímetros), uso de colocación de biomaterial (sí, no, y en caso afirmativo el tipo de material empleado) ,cantidad de implantes no osteointegrados/fracasados en cada técnica , momento de la colocación de los implantes (1 fase o 2 fases) y tiempo del procedimiento quirúrgico (minutos) .

Variable principal

- **Perforación de la membrana de Schneider:** Se recogió el número de perforación de la membrana de Schneider mediante diferentes métodos según los estudios; falta de secreción nasal del líquido salino inyectado, la clínica visual y la sensación táctil, la maniobra negativa de Valsalva, el aspecto radiológico del injerto óseo en la porción elevada del seno y mediante endoscopia intraoperatoria.

La forma de medición de esta variable principal (perforación de la membrana de Schneider) de cada uno de los estudios se describe en la **Tabla 2** en el apartado de Anexos.

Variabes secundarias

- **Ganancia ósea:** La ganancia ósea se calculó mediante el uso de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), como la diferencia entre la altura ósea aumentada (referida como la distancia entre la cresta ósea y la señal radiopaca más superior del material del injerto, medida a lo largo del eje largo del implante) y la altura ósea alveolar residual preoperatoria.

- **Complicaciones postoperatorias:** Se recogieron aquellas complicaciones que se verificaron después de los procedimientos quirúrgicos según el número y el tipo.

• **Estabilidad primaria y de éxito de los implantes:** La estabilidad primaria se midió a través de la cuota de estabilidad del implante (ISQ), mientras que la tasa de éxito se recogió atendiendo a los criterios de Albrektsson o Buser, según el estudio.

8.6. Valoración de la calidad

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (EC, RPV) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos.

Para la evaluación de la calidad de los estudios observacionales no randomizados se utilizó la escala de Newcastle-Ottawa (26) ; se consideró “bajo riesgo de sesgo” en el caso de una puntuación de estrellas >6 y “alto riesgo de sesgo” en el caso de una puntuación ≤ 6 .

Los estudios de series de casos se evaluaron mediante la escala MOGA.

El grado de acuerdo inter-examinador de la evaluación de la calidad metodológica se obtuvo con la prueba kappa de Cohen, siguiendo la escala propuesta por Landis y Koch (27).

8.7. Síntesis de datos

Con la finalidad de resumir y comparar las variables de resultados entre los diferentes estudios, las medias de los valores de las variables principales fueron agrupadas según el grupo de estudio.

Puesto que las medias encontradas en los estudios analizados procedían de muestras con diferentes técnicas utilizadas fue necesario calcular la media ponderada con el fin de obtener unos resultados más representativos.

En función del tipo de variable a estudiar, para el cálculo de la ponderación se dividió el número de pacientes o el número de implantes (para el numero de perforaciones de la membrana de Schneider, ganancia ósea y número de complicaciones se utilizó el número de pacientes, mientras que para la estabilidad primaria y éxito se utilizó el número de implantes) de cada estudio por el total de pacientes o de implantes de todos los estudios y se multiplicó por

el valor de media reportada por cada estudio. Esto se hizo para todas las variables de resultado analizadas y para cada uno de los grupos de estudio; Grupo de elevación con balón sinusal y grupo de elevación con dispositivo de implante de elevación hidráulica.

Un metaanálisis no se pudo llevar a cabo por la falta de estudios aleatorios que comparan ambos grupos de tratamiento, por lo que los resultados se enfocaron hacia un estudio descriptivo de las variables.

9. RESULTADOS

9.1. Selección de estudios. Flow chart

Se obtuvieron un total de 191 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline - PubMed (n=102), SCOPUS (n=65) y la Web of Science (n=16). Además, se obtuvieron 8 estudios adicionales a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). De estas publicaciones, 22 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos y resúmenes. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 17 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 1). La información relacionada con los artículos excluidos (y las razones de su exclusión) se presenta en la **Tabla 3**.

El valor k para el acuerdo Inter examinador sobre la inclusión de los estudios fue de 0.90 (títulos y resúmenes) y 0.95 (textos completos) lo que indica un acuerdo "bueno" y "completo", respectivamente, según los criterios de Landis y Koch (27).

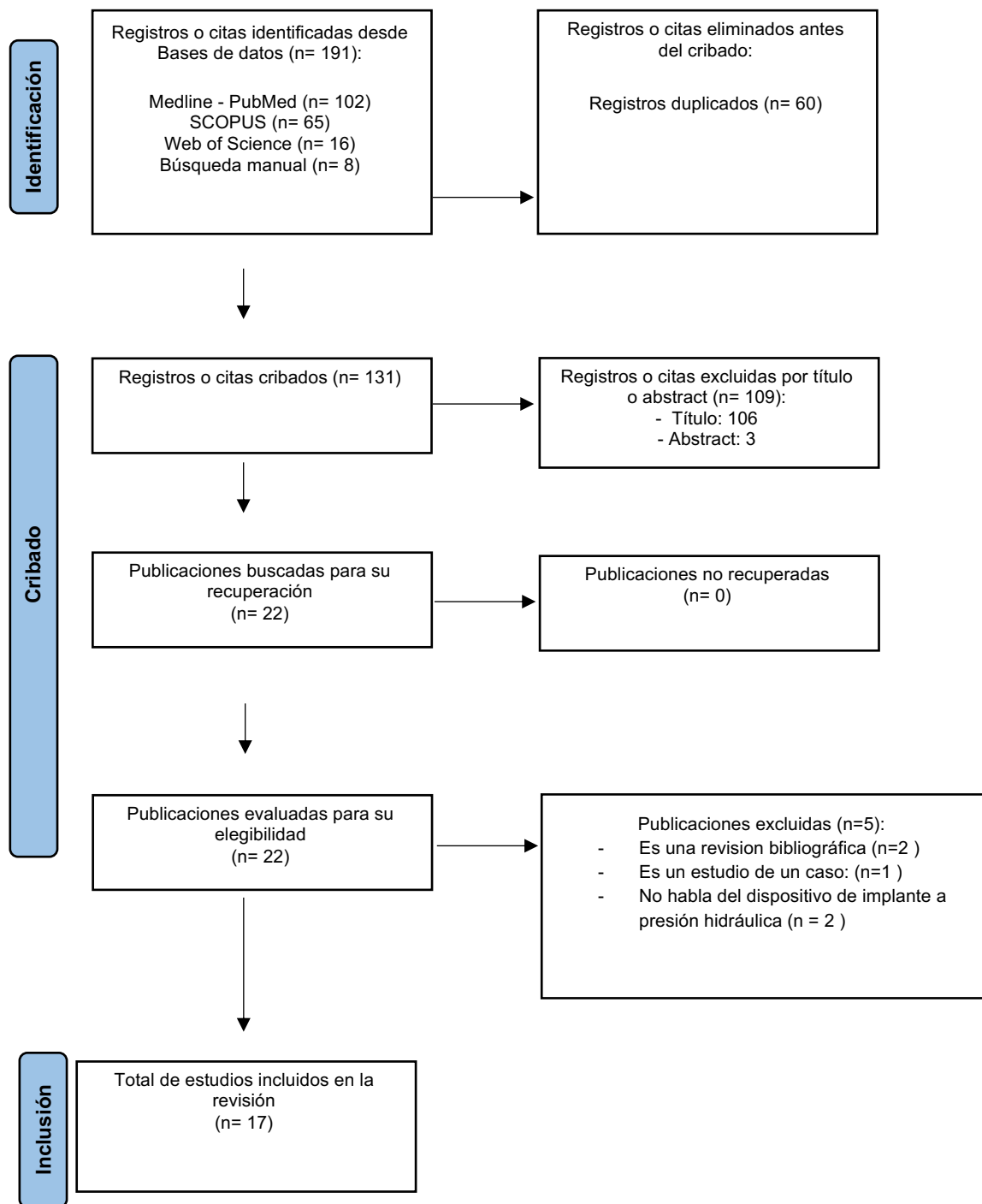


Fig. 1. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

Tabla 3: Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

AUTOR Y AÑO	PUBLICACIÓN	MOTIVO DE EXCLUSIÓN
Thomas S. (2017)	JOURNAL OF ORAL & MAXILLOFACIAL RESEARCH	Es una revisión bibliográfica
Michele Antonio L. (2014)	THE JOURNAL OF CRANIOFACIAL SURGERY	No habla del dispositivo de implante a presión hidráulica
Linda S. (2013)	BIOMEDICAL ENGINEERING	Es una revisión bibliográfica
Philip J. (2013)	ORAL SURGERY ORAL MEDICINE ORAL PATHOLOGY ORAL RADIOLOGY	No habla del dispositivo de implante a presión hidráulica
Daniel W. (2011)	IMPLANT DENTISTRY	Es un estudio de un caso

9.2. Análisis de las características de los estudios revisados

De los 17 artículos incluidos en la presente revisión, siete artículos describían la elevación del seno maxilar mediante la técnica con balón sinusal (14,28–33), diez la técnica con dispositivo de implante de elevación hidráulica (15,16,34–41).

Diez artículos fueron estudios de cohorte, seis de estos fueron cohortes prospectivos (14,15,33–35,40) y cuatro cohortes retrospectivos (16,37,38,41), un estudio de caso y control (39) y seis serie de casos (28–32,36).

Se trataron un total de 1045 pacientes: 821 tratados con la técnica de implante de elevación hidráulica, 234 mediante la técnica de balón sinusal.

Se pusieron un total de 1959 implantes; 1626 mediante la técnica de implante de elevación hidráulica y 333 mediante la técnica de balón sinusal.

En la **tabla 4** se describen las características generales de los estudios seleccionados.

Tabla 4: Características de los estudios seleccionados.

Variables de las características de los estudios	Implante a presión hidráulica	Balón sinusal	Tot
Tipo de estudio			
Estudio de cohorte retrospectivo	4	-	4
Estudio de cohorte prospectivo	4	2	6
Estudio de caso y control	1	-	1
Serie de casos	2	4	6
N° pacientes (rango mínimo máximo)	18-331	6-112	1045
N° perforaciones membrana de Schneider	8	7	15
Tiempo de seguimiento	≥6 meses	≥6 meses	

A continuación, se describe la **tabla 5** donde hemos decidido de representar los artículos incluidos en esta revisión sistemática y las revistas en las que están publicados, así como el cuartil correspondiente que sirve para poder evaluar los grupos de revistas de una determinada especialidad, ordenados de mayor a menor visibilidad (factor de impacto).

Tabla 5: Revistas y cuartil de cada estudio

Autores y año	Revista	Cuartil
Chaushu y cols. (2020) (37)	<i>Medicina (Kaunas, Lithuania)</i>	Q3
Nahlieli y cols. (2019) (16)	<i>Quintessence International</i>	Q2
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	<i>International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery</i>	Q1
Better y cols. (2018) (39)	<i>INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTICS & RESTORATIVE DENTISTRY</i>	Q2
Tallarico y cols. (2017) (40)	<i>European journal of oral implantology</i>	-
Tallarico y cols. (2016) (36)	<i>International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry</i>	Q2
Levin y cols. (2016) (38)	<i>Journal of Oral Implantology</i>	Q3
Dhandapani y cols. (2016) (29)	<i>Journal of Indian Society of Periodontology</i>	Q3
Tallarico y cols. (2016) (41)	<i>JOURNAL OF CRANIO MAXILLOFACIAL SURGERY</i>	Q1
Nahlieli y cols. (2016) (35)	<i>Quintessence International</i>	Q2
Better y cols. (2014) (15)	<i>Clinical Implant Dentistry and Related Research</i>	Q1

Nahlieli y cols. (2014) (34)	The Chinese journal of dental research	Q2
Peñarrocha y cols. (2012) (32)	Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal	Q2
Mazor Z y cols. (2011) (31)	Implant Dentistry	Q3
Kfir y cols. (2009) (14)	Clinical Implant Dentistry and Related Research	Q1
Kfir y cols. (2007) (30)	Journal of Clinical Periodontology	Q1
Kfir y cols. (2006) (28)	The Journal of oral implantology	Q3

9.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Para los estudios observaciones no aleatorios, 5 fueron considerados de bajo riesgo de sesgo y 6 de alto sesgo (**Tablas 6 y 7**). Para los estudios de series de casos un alto riesgo de sesgo fue considerado por la propia naturaleza del tipo de estudio (**Tabla 8** en Anexos).

El valor k (Cohen kappa test) sobre el acuerdo entre los revisores de la calidad metodológica fue de 0,88 según la escala de Landis & Koch (116).

	Definición de los casos	Representatividad	Selección de los controles	Definición de los controles	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (cualquier otra variable)	Comprobación de la exposición	Mismo método para ambos grupos	Tasa de abandonos	Total
Better y cols. 2018 (39)	★	★	-	★	★	★	★	-	-	6

Tabla 6. Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no aleatorios con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observacionales con grupo control no aleatorios.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comprobación exposición	Demostración no presencia variable interés al inicio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Chaushu y cols. 2020 (37)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Nahlieli y cols. 2019 (16)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Lopez-Q y cols. 2018 (33)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Tallarico y cols. 2017 (40)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Levin y cols. 2016 (38)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Nahlieli y cols. 2016 (35)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6

Tallarico y cols. 2016 (41)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Better y cols. 2014 (15)	★	-	★	★	★	-	★	★	-	6
Nahlieli y cols. 2014 (34)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Kfir y cols. 2009 (14)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6

Tabla 7. Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no aleatorios con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observaciones cohortes no grupo control.

9.4. Síntesis resultados

9.4.1 Número de perforaciones de la membrana de Schneider

Para calcular la media del número de perforaciones de la membrana de Schneider, ganancia ósea y número de complicaciones postoperatorias hubiera sido ideal utilizar el número de senos elevados, pero, no todos los estudios reportan esta información, debido a esto se decidió utilizar el número de pacientes, ya que se especifica en todos los artículos y permite así obtener el valor medio. En relación con el número de perforaciones se calculó su tasa en porcentaje, haciendo una media aritmética entre el número total de los pacientes y las perforaciones ocurridas en cada técnica.

Con relación a la técnica del balón sinusal, cinco estudios (14,28,30,32,33) sobre siete nos informan de que han ocurrido perforaciones de la membrana de Schneider, reportando un valor medio de **2,6 %**, rango mínimo de 1 (28,30,32,33) y rango máximo de 3 (14). La forma de solucionar las perforaciones fue diferente en cada estudio;

En el estudio de Kfir y cols. (30) se produjo una perforación, pero el procedimiento se ejecutó con éxito utilizando un sitio de osteotomía alternativo en la misma sesión. Otro estudio nos informa de que la perforación tenía un tamaño menor de 2 mm y esto no impidió la finalización del procedimiento (33). El estudio de Penarrocha y cols. excluye un paciente por confirmación de una perforación mediante endoscopia, pero no especifica con claridad el momento de la cirugía en la que ha ocurrido (32). En otro estudio de Kfir y cols. se describen tres perforaciones de la membrana que obligan a abortar los procedimientos quirúrgicos, pero, los tres pacientes se sometieron con éxito a MIAMBE 3 meses después. (14)

Kfir y cols. en este estudio informan de que un procedimiento fue abortado debido a la ruptura del globo y de la membrana, pero se realizó con éxito 3 semanas después. (28)

Los casos en el que se producen desgarros de la membrana que obligan al cirujano a modificar el procedimiento quirúrgico se decidió de incluirlos como perforaciones (30), de forma contraria en los estudios donde las micropunciones de la membrana se han podido solucionar, por ejemplo, utilizando una membrana de fibrina rica en plaquetas (PRF) (14) no se consideran como perforaciones y por tanto no vienen incluidas en el cálculo de la media.

Es importante notificar que, aunque no se ha producido una perforación, en dos estudios la rotura del balón (28,33) sinusal ha aportado modificaciones durante el procedimiento quirúrgico ya que en un estudio (33) se procedió a realizar la elevación del seno maxilar mediante la técnica de Tatum y en el otro (28) a realizar el tratamiento 3 semanas después.

En relación con la técnica del implante a presión hidráulica, sobre diez estudios solo uno (16) nos informa de que han ocurrido perforaciones de la membrana de Schneider, reportando un valor medio de **0,97%**, rango mínimo de 0 (15,34–41) y rango máximo de 8 (16) .

Analizando los procedimientos quirúrgicos realizados a través de esta técnica, un estudio (40) nos informa de un pequeño desgarro de la membrana que no ha influido en la colocación de los implantes y en el éxito del procedimiento, por esto no se considera como una perforación de la membrana de Schneider.

De forma general podemos evidenciar que en la mayoría de los estudios esta técnica resulta ser exitosa y segura. El único estudio que destaca la atención es lo de Nahlieli y cols. (16) porque registra ocho perforaciones autocurativas. La única justificación que puede apoyar este resultado es que los pacientes tienen en común una altura ósea <5 mm, un espesor de membrana inferior a 1 mm y no se colocan biomateriales durante el procedimiento de elevación de la membrana.

Los resultados descriptivos sobre el número de perforaciones de la membrana de Schneider se muestran en la **Tabla 9**.

Tabla 9: Resultados descriptivos de las perforaciones de la membrana de Schneider recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	Nº PERFORACIONES DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL		
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	27	1
Dhandapani y cols. (2016) (29)	9	0
Peñarrocha y cols. (2012) (32)	6	1
Mazor y cols. (2011) (31)	20	0
Kfir y cols. (2009) (14)	112	3 perforaciones
		9: micropunción de la membrana
Kfir y cols. (2007) (30)	36	1
Kfir y cols. (2006) (28)	24	1
TOTAL MEDIA (%)		2,6 %

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	Nº PERFORACIONES DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA		
Chaushu y cols. (2020) (37)	50	0
Nahlieli y cols. (2019) (16)	331	8
Better y cols. (2018) (39)	40	0
Tallarico y cols. (2017) (40)	30	0
Tallarico y cols. (2016) (36)	18	0
Levin y cols. (2016) (38)	37	0
Tallarico y cols. (2016) (41)	62	0
Nahlieli y cols. (2016) (35)	172	0
Better y cols. (2014) (15)	18	0
Nahlieli y cols. (2014) (34)	63	0
TOTAL MEDIA (%)		0,97%

9.4.2. Ganancia ósea

En relación con la técnica del balón sinusal, 7 estudios proporcionaron datos sobre la ganancia ósea (14,28–33). La ganancia ósea media fue de **9,5 mm** con un rango mínimo de 4,34 mm (29) y máximo de 10,7 mm (14). En este caso no fue posible calcular la media ponderada de la SD de la ganancia ósea final porque en casi todos los estudios no se reporta esta información.

En cuanto a la técnica del implante a presión hidráulica, 6 estudios proporcionaron datos sobre la ganancia ósea (15,36,37,39–41) . La ganancia ósea media fue de **10,3 mm** con un rango mínimo de 9,3 mm (37) y máximo de 12,78 mm (36) . En esta técnica 4 estudios (36,37,40,41) reportan el valor de la desviación estándar, por tanto, se pudo calcular la media ponderada que fue de 1,25 mm.

Aunque con esta técnica la ganancia ósea final obtenida resulta mayor respecto a la otra, es importante especificar que tres estudios (16,34,35) del autor Nahlieli y cols. fueron excluidos del cálculo porque no aportaban datos suficientes.

En ambas técnicas, para calcular la ganancia ósea final en los estudios que dividían los participantes en dos o más grupos, se tenía en cuenta el número medio del rango descrito en el estudio (28), y en otros casos en presencia de un valor preciso de la altura ósea, cada grupo se incluyó en la media ponderada de forma independiente, pero, utilizando el mismo número de participantes (37).

Los resultados descriptivos sobre la ganancia ósea se muestran en la **Tabla 10**.

Tabla 10: Resultados descriptivos de la ganancia ósea recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	N° PACIENTES	ALTURA ÓSEA INICIAL (± SD)	ALTURA ÓSEA FINAL (± SD)	GANANCIA ÓSEA	SD
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL					
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	27	3,82 mm	12,04 mm	8,10 mm	± 3,45 mm
Dhandapani y cols. (2016) (29)	9	6,16 mm	10,50 mm	4,34 mm	-
Peñarrocha y cols. (2012)(32)	6	3,38 mm	9,32 mm	5,34 mm	-
Mazor Z y cols. (2011) (31)	20	2 a 6 mm	11 mm	7 mm	-
Kfir y cols. (2009) (14)	112	3.8 ± 2.1	11–18 mm (rango)	10,7 mm	
Kfir y cols. (2007) (30)	36	3.4 ± 2.1	12.9 ± 3.5	9.5 mm	-
Kfir y cols. (2006) (28)	24	GRUPO 1: 3,7 ± 2,1 mm	GRUPO 1: 10 – 17 (rango)	9,8 mm	-
		GRUPO 2: 3,5 ± 2,3 mm	GRUPO 2: 10-18 (rango)	10,5 mm	
TOTAL MEDIA PONDERADA				9,5 mm	

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	ALTURA ÓSEA INICIAL (± SD)	ALTURA ÓSEA FINAL (± SD)	GANANCIA ÓSEA	SD
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA					
Chaushu y cols. (2020) (37)	50	Grupo control: 4,21 ± 0,5 mm Grupo de estudio: 5,44 ± 0,76 mm	Grupo control: 13,51 mm Grupo estudio: 13,24 mm	Grupo control: 9,3 mm Grupo estudio: 7,80 mm	Grupo control: ± 0,5 mm Grupo estudio: ± 0,5 mm
Nahlieli y cols. (2019) (16)	331	Grupo A: 3 a 5 mm Grupo B: 5 a 8 mm	-	-	-
Better y cols. (2018) (39)	40	4,6 mm	6,4 mm	11 mm	-
Tallarico y cols. (2017)(40)	30	4,64 ± 0,86 mm	16,86 mm	12,22 mm	± 3,13 mm
Tallarico y cols. (2016) (36)	18	4,78 ± 0,88 mm	8 mm	12,78 mm	± 2,18 mm
Levin y cols. (2016) (38)	37	5,24 ± 1 mm	-	-	-
Tallarico y cols. (2016) (41)	62	5,2±1 mm	5,7 mm	10,9 mm	±2,43 mm
Nahlieli y cols. (2016)(35)	172	< 5 mm >5 mm	-	-	-
Better y cols. (2014) (15)	18	5,5 mm	5,7 mm	11,2 mm	
Nahlieli y cols. (2014)(34)	63	< 5 mm >5 mm	-	-	-
TOTAL MEDIA PONDERADA				10,3 mm	1,25 mm

9.4.3. Complicaciones post operatorias relacionadas con el procedimiento de elevación

En esta revisión sistemática se decidió incluir todas las complicaciones ocurridas durante el periodo postoperatorio, no solo las biológicas sino también el número de implantes fracasados.

Solo en 4 estudios (14,28,30,33) ocurrieron complicaciones relacionadas con el procedimiento de la técnica del balón sinusal y en 3 (16,34,35) con la técnica del implante a presión hidráulica.

En cuanto a la elevación mediante balón sinusal, se informaron 21 complicaciones en un total de 234 pacientes vs 127 complicaciones en un total de 821 pacientes tratados mediante la técnica del implante, **8,97 % vs 15,4 %** respectivamente.

En el grupo del balón sinusal, la complicación postoperatoria más frecuente fue el fracaso de los implantes (n=17) debido en la mayoría de los casos a signos de infecciones locales y con consecuente retirada de los implantes. De una forma menos frecuente se presenta la sinusitis aguda durante un mes que ocurrió en dos pacientes y fue solucionada mediante el uso de clindamicina 300 mg + levofloxacino 500 mg cada 12 h durante 7 días (33). La complicación más “relevante” en términos de severidad ocurrió en un solo estudio y a un único paciente, la fistula oro-antral requirió la extracción del implante para permitir su cierre y su curación (14).

En la técnica del implante a presión hidráulica, las complicaciones sobre todo vienen descritas en los estudios del autor Nahelil (16,34,35) , que además son los estudios que más números de pacientes presentan. La complicación más frecuente fue el fracaso de los implantes, logrando un total de 61 implantes fracasados. Esto fue debido principalmente a signos de infecciones locales/periimplantitis (n=23) (16,34,35) y a la falta de la osteointegración (n=19) (16,34).

De forma menos frecuente se describen 2 casos de complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción, pero no describe precisamente lo que ha ocurrido y como se han solucionados (16,34).

Los resultados descriptivos sobre las complicaciones postoperatorias de la zona receptora se muestran en la **Tabla 11**.

Tabla 11: Resultados descriptivos de las complicaciones postoperatorias con la técnica del balón sinusal vs técnica del implante a presión hidráulica.

AUTORES Y AÑO	COMPLICACIONES	NO COMPLICACIONES	Nº PACIENTES
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL			
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	6 1: Sangrado primeras 24h 3: fracaso del implante por falta de osteointegración 2: sinusitis aguda durante 1 mes	24	27
Dhandapani y cols. (2016) (29)	0	9	9
Peñarrocha y cols. (2012)(32)	0	5	6
Mazor Z y cols. (2011) (31)	0	20	20
Kfir y cols. (2009) (14)	12 1: infección y fístula oroantral 11: fracasos del implante	111	112
Kfir y cols. (2007) (30)	2 Fracaso del implante	36	36
Kfir y cols. (2006) (28)	1 Fracaso del implante	24	24
TOTAL MEDIA (%)	8,97 %		

AUTORES Y AÑO	COMPLICACIONES	NO COMPLICACIONES	N° PACIENTES															
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESION HIDRAULICA																		
Chaushu y cols. (2020) (37)	0	50	50															
Nahlieli y cols. (2019) (16)	63	299	331															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grupo A (3 – 5 mm)</th> <th>Grupo B (5-8 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 4 = infecciones/periimplantitis</td> <td>N° 4 = infecciones/periimplantitis</td> </tr> <tr> <td>N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción</td> <td>N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria</td> </tr> <tr> <td>N° 8 = Falta de osteointegración</td> <td>N° 5 = Falta de osteointegración</td> </tr> <tr> <td>N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> <td>N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> </tr> <tr> <td>N° 21 = fracaso del implante</td> <td>N°12 = fracaso del implante</td> </tr> </tbody> </table>			Grupo A (3 – 5 mm)	Grupo B (5-8 mm)	N° 4 = infecciones/periimplantitis	N° 4 = infecciones/periimplantitis	N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria	N° 8 = Falta de osteointegración	N° 5 = Falta de osteointegración	N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 21 = fracaso del implante	N°12 = fracaso del implante			
Grupo A (3 – 5 mm)	Grupo B (5-8 mm)																	
N° 4 = infecciones/periimplantitis	N° 4 = infecciones/periimplantitis																	
N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria																	
N° 8 = Falta de osteointegración	N° 5 = Falta de osteointegración																	
N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración																	
N° 21 = fracaso del implante	N°12 = fracaso del implante																	
Better y cols. (2018) (39)	0	40	40															
Tallarico y cols. (2017)(40)	0	30	30															
Tallarico y cols. (2016) (36)	0	18	18															
Levin y cols. (2016) (38)	0	37	37															
Tallarico y cols. (2016) (41)	0	62	62															
Nahlieli y cols. (2016) (35)	53	168	172															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>0-2 años seguimiento</th> <th>2-4 años seguimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>38</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>N° 4 = infecciones/periimplantitis</td> <td>N° 4 = infecciones/periimplantitis</td> </tr> <tr> <td>N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción</td> <td>N° 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> </tr> <tr> <td>N° 6 = Falta de osteointegración</td> <td>N° 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria</td> </tr> <tr> <td>N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> <td>N° 5: fracaso del implante</td> </tr> <tr> <td>N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria</td> <td>N°3: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)</td> </tr> <tr> <td>N° 16: fracaso del implante</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N°6: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			0-2 años seguimiento	2-4 años seguimiento	38	15	N° 4 = infecciones/periimplantitis	N° 4 = infecciones/periimplantitis	N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	N° 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 6 = Falta de osteointegración	N° 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria	N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 5: fracaso del implante	N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria	N°3: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)	N° 16: fracaso del implante
0-2 años seguimiento	2-4 años seguimiento																	
38	15																	
N° 4 = infecciones/periimplantitis	N° 4 = infecciones/periimplantitis																	
N°1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	N° 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración																	
N° 6 = Falta de osteointegración	N° 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria																	
N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	N° 5: fracaso del implante																	
N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria	N°3: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)																	
N° 16: fracaso del implante																		
N°6: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)																		
Better y cols. (2014) (15)	0	18	18															
Nahlieli y cols. (2014) (34)	11	59	63															
	N° 4: infecciones locales N° 7: fracasos de los implantes																	
TOTAL MEDIA (%)	14,9 %																	

9.4.4. Tasa de éxito y tasa de estabilidad primaria

Respecto al grupo de elevación del seno maxilar mediante la técnica del balón sinusal en seis estudios (14,28,30–33) se evaluó la tasa de éxito, con una tasa media de **93,2 %**. En contra, la tasa de estabilidad primaria no se pudo evaluar porque ninguno de los estudios nos informa de este dato. El periodo de seguimiento varia desde 6 meses a un máximo de 1 año. El número total de implantes osteointegrados colocados mediante esta técnica son 316 y de los implantes fracasados son 17.

Respecto al grupo de elevación del seno mediante técnica del implante, ocho estudios (15,16,34,35,37–39,41) proporcionan datos sobre la tasa de éxito, 2 estudio (36,40) sobre la tasa de estabilidad primaria. La tasa media de éxito del implante fue del **96,0%** en un rango mínimo de 6 meses y un máximo de 4 años y la tasa de estabilidad primaria fue del **65,3%**. El número total de implantes osteointegrados colocados mediante esta técnica son 1565 y de los implantes fracasados son 61.

En un estudio Kfir y cols. (28) no tenemos información sobre el número de implantes y esto nos impide incluirlo en el cálculo de la media, aunque la tasa de éxito lograda estaba muy elevada (91,6 – 100). Además, el autor describe dos valores de tasas de éxito porque divide el total de participantes en 2 grupos según la altura de hueso inicial (1° grupo $3,7 \pm 1,4$ mm, 2° grupo $3,5 \pm 1,3$ mm).

Los resultados descriptivos sobre las tasas de éxito y de estabilidad primaria se muestran en la **Tabla 12**.

Tabla 12: Resultados descriptivos de la tasa de éxito y de estabilidad primaria recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	N° IMPLANTES	TASA DE ESTABILIDAD PRIMARIA	TASA DE ÉXITO	SEGUIMIENTO (MESES)
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL				
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	50	-	74	6
Peñarrocha y cols. (2012)(32)	6	-	100	12

Mazor Z y cols. (2011) (31)	37	-	100	6
Kfir y cols. (2009) (14)	219	-	95	9
Kfir y cols. (2007) (30)	72	-	97,2	8
Kfir y cols. (2006) (28)	-	-	1° grupo: 91,6 2° grupo: 100	8
TOTAL MEDIA PONDERADA (%)			93,2 %	

AUTORES Y AÑO	N° IMPLANTES	TASA DE ESTABILIDAD PRIMARIA	TASA DE ÉXITO	SEGUIMIENTO (MESES)
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA				
Chausu y cols. (2020) (37)	50	-	100	17,5
Nahlieli y cols. (2019) (16)	722	-	95,4	518 implantes = 18 meses 159 = 4 años
Better y cols. (2018) (39)	40	-	100	-
Tallarico y cols. (2017)(40)	50	65,2 ± 5,4	-	15,8 ± 2,1
Tallarico y cols. (2016) (36)	18	65,5	-	10,8 ± 2,8
Levin y cols. (2016) (38)	37	-	100	24,81±13
Tallarico y cols. (2016) (41)	64	-	100	23,0 ± 9,5
Nahlieli y cols. (2016) (35)	378	-	94,5	24
Better y cols. (2014) (15)	23	-	100	8,7 meses
Nahlieli y cols. (2014) (34)	218	-	96,8	18 meses
TOTAL MEDIA PONDERADA (%)		65,3%	96%	

Para la evaluación post operatoria de los parámetros analizados, se describen a continuación en las **tablas 13 y 14**, los tipos de técnicas radiográficas empleadas en cada estudio:

Tabla 13: técnicas radiográficas empleadas en la técnica del balón sinusal

Autor y año	Técnica radiográfica
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	Tomografía computarizada
Dhandapani y cols. (2016) (29)	Radiografías panorámicas Radiografías periapicales intraorales
Peñarrocha y cols. (2012) (32)	Radiografías panorámicas
Mazor y cols. (2011) (31)	Radiografías panorámicas Radiografías periapicales intraorales
Kfir y cols. (2009) (14)	Tomografías computarizadas Radiografías periapicales intraorales
Kfir y cols. (2007) (30)	Tomografía computarizada de seguimiento Radiografías panorámicas Radiografías periapicales intraorales
Kfir y cols. (2006) (28)	Tomografía computarizada de seguimiento (opcional) Radiografías panorámicas Radiografías periapicales intraorales

Tabla 14: técnicas radiográficas empleadas en la técnica del implante a presión hidráulica

Autor y año	Técnica radiográfica
Chaushu y cols. (2020) (37)	Radiografía periapical intraoral
Nahlieli y cols. (2019) (16)	Tomografía computarizada de haz cónico.
Better y cols. (2018) (39)	Tomografía computarizada Tomografía computarizada de haz cónico.
Tallarico y cols. (2017) (40)	Tomografía computarizada de haz cónico.
Tallarico y cols. (2016) (36)	Tomografía computarizada de haz cónico.
Levin y cols. (2016) (38)	Radiografías panorámicas
Tallarico y cols. (2016) (41)	Tomografía computarizada de haz cónico.
Nahlieli y cols. (2016)(35)	Tomografía computarizada de haz cónico.
Better y cols. (2014) (15)	Radiografías panorámicas y/o Tomografía computarizada de haz cónico
Nahlieli y cols. (2014)(34)	Tomografía computarizada de haz cónico

En el apartado de Anexos se puede consultar las tablas completas correspondientes a cada una de las técnicas, balón sinusal vs implante a presión hidráulica. Estas tablas aportan datos adicionales sobre el número de fumadores, pérdida ósea marginal periimplantaria (mm), tipo de biomateriales, la evolución de cada complicación postoperatorias, el número de implantes fracasados/no osteointegrados, el momento de la colocación de los implantes durante la cirugía y su duración. La **tabla 15** describe las variables para la técnica del balón sinusal, la **tabla 16** para la técnica del implante a presión hidráulica.

10. DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática proporciona información basada en la evidencia científica sobre los resultados de la técnica de elevación del seno maxilar mediante la técnica del balón sinusal en comparación con la técnica del implante a presión hidráulica. El objetivo de esta revisión fue evaluar ambas técnicas respecto al número de perforaciones de la membrana de Schneider y de forma secundaria estudiar la ganancia ósea, las complicaciones postoperatorias relacionadas con el procedimiento de aumento, así como los resultados de los implantes colocados después de la elevación (tasa de estabilidad primaria, tasa de éxito).

10.1. Perforaciones de la membrana de Schneider

Los resultados de esta revisión sistemática, basada en 17 investigaciones científicas revelaron que la técnica del balón sinusal produce una mayor tasa de perforación de la membrana de Schneider (2,6% vs 0,98 %).

En la literatura científica, las tasas de perforación comunicadas oscilan entre el 20% y el 50% en la elevación de seno mediante una técnica de acceso lateral (42). En cambio, en nuestra revisión estas técnicas mínimamente invasivas, demuestran unas tasas de perforación mucho más inferiores.

Los estudios analizados evidencian que la técnica hidráulica mejora problemas importantes en comparación con las otras técnicas transcrestales. Estos resultados concuerdan con diferentes autores como Kher y cols. (43) y Bensaha y cols. (44) los cuales utilizaron sistemas hidráulicos diferentes y en un total de 52 pacientes no informaron de perforaciones de la membrana.

La parte más difícil de los procedimientos de elevación de seno es la separación de la membrana de Schneider de la superficie interna del hueso maxilar. El uso de tornillos intraóseos de titanio para el anclaje óseo ofrece un sellado hermético y una zona confinada del suelo sinusal, lo que permite la infiltración del seno con un chorro de líquido de flujo confinado que proporcionaría estabilidad y igual presión en cada punto de la membrana sinusal, lo que reduce el riesgo de rotura (45).

Los resultados aportados podrían atribuirse a que este sistema de elevación hidráulica parece ser largamente estudiado tanto en ex - vivo como en humanos. El sistema se basa sobre principios físicos que permiten justificar por qué se pueda definir un sistema innovador y lo que tiene de diferente respecto a otros abordajes quirúrgicos. Si nos centramos en el estudio de Pommer y cols. y Pommer y Watzek, estos autores han demostrado en cadáveres humanos que la membrana de Schneider se perfora a una tensión media de 7,3 N/mm², mientras que la presión ejercida manualmente con solución salina en una jeringa de 5 cm² se limita a aproximadamente 0,2 N/mm² (dos atmósferas); por lo tanto, el riesgo de perforación de la membrana parece ser extremadamente bajo (46,47).

Lo que puede generar dudas es que también en la técnica del balón sinusal se utilizan sistemas que regulan la presión ejercida sobre la membrana que en la mayoría de los estudios otorga las dos atmósferas, pero, lo que puede generar un “obstáculo” y que es lo que diferencia las dos técnicas, es el mismo balón que puede llegar a romperse y complicar el procedimiento quirúrgico (28).

Siguiendo la misma línea de investigación los autores Lopez y cols. justificaron el funcionamiento del sistema de implante apoyándose en el principio de Pascal, donde “la fuerza proporcionada por los fluidos inyectados se distribuye por igual en las direcciones vertical y horizontal a lo largo de la pared del seno, lo que reduce la tensión aplicada a la membrana y el riesgo de perforación” (48).

Hay que asumir que, aunque los estudios demuestran que la técnica hidráulica reduce el número de perforaciones de la membrana de Schneider , podemos afirmar que a través de la literatura consultada el dispositivo del balón sinusal tiene una elevada seguridad y esto tiene concordancia con numerosos autores como Asmael H y cols. que llegaron a la conclusión de que la técnica del balón del seno crestal produce una reducción del riesgo de perforación de la membrana sinusal y reduce el dolor postoperatorio, la infección y otros síntomas que generalmente ocurren con los procedimientos de elevación del seno (49).

Autores como Kfir y cols. realizaron 16 procedimientos MIAMBE en pacientes con una patología significativa de la membrana sinusal y todos ellos fueron un éxito, sin fracasos significativos del implante ni complicaciones durante ni después del procedimiento (50).

Hsun-Liang Chan y cols. evidenciaron que la perforación de la membrana puede producirse tanto con la técnica del balón como con la del osteótomo. Sin embargo, los resultados con la técnica de balón son aceptables en comparación con los obtenidos con la técnica de elevación de seno de Tatum. La principal ventaja de la técnica con balón es que es meno invasiva (51).

10.2. Ganancia ósea

Los resultados de esta revisión sistemática, revelaron una ganancia ósea mayor con la técnica de implante a presión hidráulica reportando un valor medio de 10,3 mm.

Consultando la literatura no encontramos autores que afirman que a través de las dos técnicas no se logra un notable incremento de la cresta ósea. Cabe mencionar que algunos artículos presentes en esta revisión no informaron detalladamente de la ganancia ósea y por tanto no se pudieron incluir en estos resultados (16,34,35,38).

Entre los estudios que concuerdan con que a través de la técnica del implante se pueden alcanzar alturas similares de hueso encontramos los de Kher y cols.(43) con una ganancia media de altura ósea postoperatoria de $10,31 \pm 2,46$ mm y Bensaha y cols. con una ganancia ósea media de $12,03 \pm 2,1$ mm(44).

Kotsakis G y cols. concluyeron que el beneficio más significativo del uso de esta técnica es que puede conseguir una ganancia de altura ósea comparable a la conseguida con el uso del abordaje de ventana lateral, manteniendo al mismo tiempo los beneficios del abordaje transalveolar menos invasivo. En general, el abordaje transalveolar de elevación de seno se emplea en sitios con más de 6 mm de altura ósea preoperatoria. La técnica actual amplía la aplicación del abordaje transalveolar a casos con una altura ósea significativamente menor (52).

La altura de la elevación de la membrana puede ser superior a la obtenida con las técnicas mediadas por osteotomos, es decir, los 7 a 15 mm de ganancia conseguidos en esta población, en comparación con los menos de 8 mm que se obtienen típicamente con las técnicas de osteotomos (44) .

Un factor que puede explicar la diferencia de ganancia ósea en las dos técnicas puede ser que actualmente se ha demostrado que la perforación accidental de la membrana reduce el potencial de formación de hueso nuevo tras procedimientos de elevación de seno y como con el balón sinusal se ha obtenido una mayor tasa de perforación esto puede haber influido en los resultados (53).

A favor de que la técnica del balón sinusal es también eficaz en términos de ganancia ósea encontramos una revisión sistemática donde se concluyó que la ganancia ósea con la técnica MIAMBE pudo alcanzar más de 10 mm, oscilando entre 3 y 10,8 mm, con una media de 6,96 mm (54).

Los autores Stelzle y cols. que evaluaron cuatro métodos indirectos de elevación de seno diseñados para permitir incrementos de cresta de hasta 10 mm (elevación de seno con osteotomos, elevación de seno con injertos óseos y osteotomos, elevación de seno con ultrasonidos y elevación de seno con balón sinusal). La ventaja de la técnica con balón es que puede aplicarse a crestas alveolares que midan 3 mm o menos y esto se debe a que la elevación sinusal con osteotomos permite un aumento de altura de $3 \pm 0,8$ mm, mientras que la técnica de balón puede permitir elevaciones de la membrana sinusal de hasta 10 mm (55).

10.3. Complicaciones post operatorias relacionadas con el procedimiento de elevación

Diversas técnicas mínimamente invasivas de elevación indirecta del seno maxilar han surgido para superar la morbilidad quirúrgica asociada a la técnica convencional de ventana lateral (29).

Los resultados de la presente revisión sistemática revelan una mayor tasa de complicación con la técnica del implante a presión hidráulica 14,9 % respecto a la de balón sinusal 8,97%.

En nuestro estudio se decide de incluir no solo las complicaciones biológicas postoperatorias sino también el número de los implantes fracasados. Esto es importante recordarlo porque en ambas técnicas las complicaciones más frecuentes fueron por supuesto los implantes fracasados (17 vs 61). Otro factor para tener en cuenta es que la muestra de pacientes y consecuentemente el número de implantes es mucho mayor en la técnica de implante a presión hidráulica, por lo cual la tasa de complicaciones se ve influida por todos estos factores.

El hecho de que el sistema de balón sinusal produce una tasa inferior de complicaciones lo evidencian diferentes autores. En un estudio (33) incluido en la presente revisión se encontró una tasa de sinusitis aguda del 7,4% a diferencia de otros autores que informaron de tasas de supuración en procedimientos convencionales de elevación de seno del 5,6%³¹ y el 3,5% (56,57).

Nuestros resultados contrastantes se tienen una razón explicable y es que ese % más elevado en realidad corresponde sólo a dos pacientes, y ambos casos se resolvieron sin problema tras la administración de antibióticos. Por lo tanto, se considera que los resultados no difieren en gran medida (33).

En otro estudio, los autores Kfir y cols. concluyeron que, en cuanto al paciente, este procedimiento elimina las complicaciones (especialmente elevadas entre los pacientes con septos antrales), las molestias y la desfiguración asociadas a la osteotomía de bisagra tradicional, y puede acortar el tiempo de exposición y funcionalidad del implante. El procedimiento es realmente mínimamente invasivo y no presenta complicaciones, sólo se asocia a molestias leves y proporciona implantes funcionales de forma sistemática y precoz. El MIAMBE es seguro, no presenta problemas y requiere menos tiempo y dinero que la ventana lateral (58).

En la técnica del sistema de implante a presión hidráulica las únicas complicaciones vienen destacadas en los estudios del autor Naheli (16,34,35).

En la muestra de pacientes encontramos siempre 2 grupos que se diferencian en la altura ósea residual <5 mm vs >5 mm, pero el autor afirmó que la comparación de las tasas de complicaciones entre los grupos no indicó diferencias significativas ($P = 0,32$) (35), ($P = 0,48$)(16).

En la literatura (44) se describe que este procedimiento puede aplicarse a pacientes que necesitan un injerto maxilar posterior en presencia de un seno maxilar tabicado con un alto índice de éxito quirúrgico, un bajo índice de complicaciones y una formación de hueso nuevo y supervivencia del implante satisfactorias. Los estudios que concuerdan con que esta técnica reduce tasas de complicaciones son numerosos. Entre estos una revisión sistemática (59) evidencia que la elevación hidráulica con membrana de Schneider muestra una alta tasa de éxito quirúrgico, con muy baja frecuencia de complicaciones.

Como la mayor tasa de complicación deriva del fracaso del implante, un factor que debemos tener en cuenta y que es relevante, tanto en la técnica del balón sinusal como en la del implante, es que en los estudios donde más tasas de fracasos de implantes se produce (14,30), los pacientes son fumadores y en todos ellos no se especifica la cantidad de cigarrillos/día. En los estudios del autor Naheli, nunca se especifica si los pacientes son fumadores o no. Esto es importante porque se ha visto que el consumo de tabaco conlleva un riesgo relativo del 15,8% de pérdida del implante como consecuencia de un deterioro de la cicatrización ósea (60).

10.4. Tasa de éxito y tasa de estabilidad primaria

En la literatura, se utilizan muchos criterios diferentes para determinar las tasas de éxito de los implantes dentales. La falta de criterios de éxito universalmente aceptados hace que la interpretación y comparación de los datos sea realmente difícil. En la presente revisión sistemática un éxito del 100% sugiere una implantación exitosa y una osteointegración de todos los implantes.

Los resultados obtenidos evidencian altas tasas de éxito en ambas técnicas 96 % en la técnica del implante y 93,2 % en la del balón sinusal. A favor de que las técnicas con un abordaje mínimamente invasivo producen altos % de éxito, tenemos una revisión sistemática de Tan y cols. en la cual se identificó una tasa

media de éxito de implantes del 92,8% (61) y un estudio del autor Soardi y cols. nos informó de una tasa de éxito del 94,9% (62).

Es importante decir que hay mucha controversia sobre que la altura ósea residual (RBH) pueda influir sobre el éxito de los implantes. Muchos estudios han demostrado que para RBH <4 mm, la tasa de éxito disminuirá significativamente (Rosen y cols., 1999) (63). Además, un metaanálisis reciente revisado por Călin y cols., en el que se analizaron 25 artículos con 3.092 implantes insertados mediante osteotomos, informó de que el RBH >4 mm no influía en la tasa de éxito del implante. Sin embargo, cuando el hueso nativo inicial era <4 mm, la tasa de éxito se veía influida negativamente (64). En nuestro estudio esta correlación se puede asociar a que las tasas de éxito más bajas coinciden con RBH iniciales entre 3 y 4 mm.

Un factor clave y controvertido puede ser que la perforación de la membrana pueda influir en la tasa de éxito de los implantes, porque, por sí misma, puede causar otras complicaciones, como un mayor riesgo de infección debido a la comunicación con otros senos o el riesgo de migración de las partículas del injerto al seno (65).

En la literatura este factor ha sido ampliamente analizado (65–68). Autores como Merli y cols., Elisa Soardi y cols., y De Almeida Ferreira y cols., a pesar de las perforaciones producidas tienen una tasa de éxito superior al 94%. Con los datos encontrados en la literatura los autores concluyeron que la perforación de la membrana no es un factor de riesgo en el fracaso de los implantes (66–68).

Otro factor importante para tener en cuenta es que, en el maxilar posterior atrófico, la estabilidad primaria es más difícil de conseguir debido al hueso cortical limitado y, en la mayoría de los casos, el hueso está más meduloso (es decir, calidad tipo IV). Dado que la retención mecánica inicial del implante o la estabilidad primaria es más difícil de conseguir en hueso de baja calidad, existe la creencia de que la preparación no ablativa del lecho implantario mediante osteotomos condensa el hueso, reubicándolo tanto lateral como apicalmente, mejorando así la densidad ósea local, el contacto hueso-implante (BIC) y, en consecuencia, la estabilidad primaria del implante. Varios estudios que utilizan

densitometría radiográfica han hallado aumentos significativos del grosor trabecular, reducción de su separación, así como aumentos histomorfométricos del BIC tras la condensación ósea (17).

Cabe subrayar que la tasa de estabilidad primaria de los implantes fue pobremente referenciada en los estudios revisados y por tanto sería imprescindible la elaboración de más estudios que incorporen en sus resultados este valor, con el fin de proporcionar una mayor información.

10.5. Limitaciones del estudio

La presente revisión evidenció una falta de estudios clínicos comparativos aleatorios. La escasez de este tipo de diseño de estudio revela niveles bajos de evidencia según Richards (69), lo que imposibilitó realizar un metaanálisis que pudiera determinar si una técnica era preferible. Por esta razón, los resultados aquí presentados deben interpretarse con cautela y se plantearon de manera descriptiva en cada grupo del estudio.

Otra limitación encontrada fue el tamaño de la muestra que no se puede definir equilibrado entre las dos técnicas y esto fue un factor de sesgo importante que mayoritariamente influyó en los resultados ya que las medias ponderadas/aritméticas se hicieron según el número de pacientes y sobre todo por esta razón nuestras conclusiones para ser confirmadas necesitaran más estudios con un tamaño muestral mayor.

La mayoría de los estudios no aportan informaciones sobre el tamaño de las perforaciones ocurridas durante la elevación. Este dato hubiera sido interesante ya que según el tamaño de la perforación el cirujano puede decidir si repararla o abortar el procedimiento y esto podría haber ayudado en sacar conclusiones más evidentes sobre cómo proceder en caso de perforaciones utilizando estas dos técnicas revisadas.

El número de pacientes fumadores, la cantidad de cigarrillos/día es una información clave que evidentemente en la mayoría de los estudios no tenemos y esto seguramente nos ha impedido de poder sacar conclusiones definitivas

sobre la influencia directa del tabaco en procedimientos de elevación del seno, las tasas de perforaciones de la membrana y de fracaso de los implantes.

Otra limitación encontrada fue la falta de datos acerca de la tasa de estabilidad primaria de los implantes y la desviación estándar de la ganancia ósea sobre todo en la técnica del balón sinusal.

De igual manera, la forma de averiguar la perforación de la membrana fue considerada como una de las limitaciones de la presente revisión ya que el método de control no fue idéntico en todos los estudios. La perforación sólo puede evaluarse con precisión durante todas las fases de la intervención mediante endoscopia intraoperatoria y esto sugiere sin duda que la incidencia de las perforaciones transcrestales se ha subestimado históricamente.

10.6. Futuras líneas de investigación

El trabajo desarrollado en esta revisión sistemática y los resultados obtenidos, dan pie a un amplio abanico de posibles trabajos como futuras líneas de investigación. A continuación, se destacan algunas:

Se propone la realización y concepción de otros estudios de mayor envergadura, centrados en estas dos técnicas, abarcando una muestra más amplia de pacientes que compartan características similares, tanto en hábitos de salud bucal y periodontal como de RBH.

Es imperativo incentivar a los cirujanos a utilizar sistemas de evaluación cada vez más precisos, como el endoscopio, con el fin de reducir los fracasos y tomar medidas adecuadas en aquellos casos en los que la perforación de la membrana podría subestimarse utilizando otros métodos de evaluación.

Estas investigaciones proporcionarían información esencial para respaldar de manera más contundente la validez de estas dos técnicas. Por ejemplo, se podrían realizar estudios sobre la estabilidad primaria de los implantes, lo cual permitiría obtener datos determinantes para el éxito de los procedimientos.

Además, se podrían identificar criterios definidos que permitan evaluar de manera precisa la tasa de éxito de las técnicas empleadas. Por último, se podría analizar si el uso de un biomaterial específico conlleva mayores beneficios en términos de ganancia ósea.

11. CONCLUSIONES

Conclusión principal

1. Ambas técnicas evidenciaron tasas de perforaciones de la membrana inferiores respecto a los abordajes convencionales, siendo esta inferior en el grupo del dispositivo de implante a presión hidráulica.

Conclusiones secundarias

2. Ambas técnicas evidenciaron elevadas ganancias de aumento óseo, siendo mayor aquella obtenida mediante el dispositivo de implante a presión hidráulica.
3. La tasa de complicaciones postoperatorias relacionadas con el procedimiento de elevación de seno mínimamente invasiva fue mayor en el grupo del dispositivo de implante a presión hidráulica.
4. Ambas técnicas evidenciaron alta tasa de éxito de los implantes, aunque se registró un porcentaje mayor en la técnica del implante a presión hidráulica. De forma contraria la tasa de estabilidad primaria no se pudo evaluar.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Starch-Jensen T, Dalsgaard Jensen J. No 3 | e3 | p.1 J Oral Maxillofac Res. J Oral Maxillofac Res. 2017;8(3):2.
2. Schwarz L, Unger E, Watzek G, Pommer B. Novel devices to prevent membrane perforation in transcrestal sinus floor augmentation surgery. Recent Pat Biomed Eng. 2013;6(3):179–87.
3. Danesh-Sani SA, Loomer PM, Wallace SS. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2016;54(7):724–30.
4. Soriano RM, M Das J. Anatomy, Head and Neck, Maxilla. StatPearls Publishing.;2023 Jan.
5. Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. Maxillary sinus augmentation. J Indian Soc Periodontol. 2018 Nov 1;22(6):468–73.
6. Iwanaga J, Wilson C, Lachkar S, Tomaszewski KA, Walocha JA, Tubbs RS. Clinical anatomy of the maxillary sinus: application to sinus floor augmentation. Anat Cell Biol. 2019 Mar 1;52(1):17–24.
7. Mohan N, Wolf J, Dym H. Maxillary Sinus Augmentation. Dent Clin North Am. 2015 Apr 1;59(2):375–88.
8. Al-Ekrish A, Widmann G, Alfadda S. Revised, Computed Tomography-Based Lekholm and Zarb Jawbone Quality Classification. Int J Prosthodont. 2018 Jul;31(4):342–5.
9. Lopez MA, Bassi MA, Confalone L, Carinci F. Maxillary sinus floor elevation via crestal approach: the evolution of the hydraulic pressure technique. J Craniofac Surg. 2014;25(2).
10. Nahlieli O, Abu-Nimer A. Minimally Invasive Implant Surgery with and Without Sinus Floor Elevation. In: Minimally Invasive Oral and Maxillofacial Surgery. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2018. p. 163–83.

11. Trombelli L, Minenna P, Franceschetti G, Minenna L, Farina R. Transcrestal sinus floor elevation with a minimally invasive technique. *J Periodontol*. 2010 Jan;81(1):158–66.
12. Pjetursson BE, Lang NP. Sinus floor elevation utilizing the transalveolar approach. *Periodontol 2000*. 2014;66(1):59–71.
13. Apparaju V, Vaddamanu SK, Vyas R, Vishwanath S, Gurumurthy V, Kanji MA. Is balloon-assisted maxillary sinus floor augmentation before dental implant safe and promising? A systematic review and meta-analysis. *Niger J Clin Pract*. 2020 Mar 1;23(3):275–83.
14. Kfir E, Goldstein M, Yerushalmi I, Rafaelov R, Mazor Z, Kfir V, et al. Minimally Invasive Antral Membrane Balloon Elevation - Results of a Multicenter Registry. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009 Oct;11:e83–91.
15. Better H, Slavescu D, Barbu H, Cochran DL, Chaushu G. Minimally Invasive Sinus Lift Implant Device: A Multicenter Safety and Efficacy Trial Preliminary Results. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014 Aug;16(4):520–6.
16. Nahlieli O, Boiangiu A, Abramson A, Aba M, Nahlieli D, Srouji S. Graftless sinus floor augmentation with an internal-port implant: long-term experience. *Quintessence Int*. 2019;50(7):560–7.
17. Toffler M, Rosen PS. Complications with transcrestal sinus floor elevation: Etiology, prevention, and treatment. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment: Second Edition*. Wiley Blackwell; 2015. 427–456 p.
18. Molina A, Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Ortiz-Vigón A, Sanz M. Complications in sinus lifting procedures: Classification and management. *Periodontol 2000*. 2022 Feb 1;88(1):103–15.
19. Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. I-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-

- cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res*. 1990 Dec;1(1):33–40.
20. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1(1):11–25.
 21. Javed F, Ahmed HB, Crespi R, Romanos GE. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interv Med Appl Sci*. 2013 Dec 1;5(4):162–7.
 22. Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM. A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. *JOURNAL OF CRANIO MAXILLOFACIAL SURGERY*. 2016 Aug;44(8):1089–94.
 23. Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F. A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013 Sep;116(3):293–300.
 24. Starch-Jensen T, Dalsgaard Jensen J. *J Oral Maxillofac Res*. 2017;8(3):2.
 25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336–41.
 26. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010 Sep;25(9):603–5.
 27. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers *Biometrics*. 1977 Jun;33(2):363-74.

28. Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol*. 2006;32(1):26–33.
29. Dhandapani RB, Baskaran S, Arun KV, Kumar TSS. Minimally invasive maxillary sinus elevation using balloon system: A case series. *J Indian Soc Periodontol*. 2016 Jul 1;20(4):468.
30. Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J Periodontol*. 2007 Oct;78(10):2032–5.
31. Mazor Z, Kfir E, Lorean A, Mijiritsky E, Horowitz RA. Flapless approach to maxillary sinus augmentation using minimally invasive antral membrane balloon elevation. *Implant Dent*. 2011;20(6):434–8.
32. Penarrocha-Diago M, Galan-Gil S, Carrillo-Garcia C, Penarrocha-Diago D, Penarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Jan;17(1): E122–8.
33. Lopez-Quiles J, Melero-Alarcon C, Cano-Duran JA, Sanchez-Martinez-Sauceda EI, Ortega R. Maxillary sinus balloon lifting and deferred implantation of 50 osseointegrated implants: a prospective, observational, non-controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Oct;47(10):1343–9.
34. Nahlieli O. Dynamic implant valve approach for dental implant procedures. *Chin J Dent Res*. 2014;17(1):15–21.
35. Abba M, Nahlieli O, Zagury A, Michaeli E, Bruck N, Nahlieli D, et al. Four-years' experience with dynamic implants with internal port for minimally invasive sinus elevation. *Quintessence Int*. 2016 Mar;47(8):93.

36. Tallarico M, Meloni S, Xhanari E, Pisano M, Cochran D. Minimally Invasive Sinus Augmentation Procedure Using a Dedicated Hydraulic Sinus Lift Implant Device: A Prospective Case Series Study on Clinical, Radiologic, and Patient-Centered Outcomes. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017 Jan;37(1):125–35.
37. Chaushu L, Chaushu G, Better H, Naishlos S, Kolerman R, Aragonese JM, et al. Sinus augmentation with simultaneous, non-submerged, implant placement using a minimally invasive hydraulic technique. *Medicina (Lithuania)*. 2020 Feb 1;56(2).
38. Mijiritsky E, Barbu H, Lorean A, Shohat I, Danza M, Levin L. Use of implant-derived minimally invasive sinus floor elevation: A multicenter clinical observational study with 12- To 65-month follow-up. *Journal of Oral Implantology*. 2016 Aug 1;42(4):343–8.
39. Better H, Chaushu L, Nissan J, Xavier Samuel and Tallarico M, Chaushu G. The Feasibility of Hapless Approach to Sinus Augmentation Using an Implant Device Designed According to Residual Alveolar Ridge Height. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTICS & RESTORATIVE DENTISTRY*. 2018 Jul;38(4):601–6.
40. Tallarico M, Cochran DL, Xhanari E, Dellavia C, Canciani E, Mijiritsky E, et al. Crestal sinus lift using an implant with an internal L-shaped channel: 1-year after loading results from a prospective cohort study. *Eur J Oral Implantol*. 2017 Sep;10(3):325–36.
41. Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM. A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. *JOURNAL OF CRANIO-MAXILLOFACIAL SURGERY*. 2016 Aug;44(8):1089–94.

42. Hernández-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res.* 2008 Jan;19(1):91–8.
43. Kher U, Ioannou AL, Kumar T, Siormpas K, Mitsias ME, Mazor Z, et al. A clinical and radiographic case series of implants placed with the simplified minimally invasive antral membrane elevation technique in the posterior maxilla. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* 2014 Dec 1;42(8):1942–7.
44. Outcomes of Flapless Crestal Maxillary Sinus Elevation Under Hydraulic Pressure. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012 Sep-Oct;27(5):1223-9.
45. Bensaha T. Evaluation of the capability of a new water lift system to reduce the risk of Schneiderian membrane perforation during sinus elevation. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40(8):815–20.
46. Pommer B, Unger E, Sütö D, Hack N, Watzek G. Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Jun;20(6):633–7.
47. Gel-pressure technique for flapless transcrestal maxillary sinus floor elevation: a preliminary cadaveric study of a new surgical technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009 Sep-Oct;24(5):817-22.
48. Bassi MA, Lopez MA, Confalone L, Carinci F. Hydraulic sinus lift technique in future site development: Clinical and histomorphometric analysis of human biopsies. *Implant Dent.* 2015 Feb 6;24(1):117–24.
49. Asmael HM, Thair), Lateef A. An Assessment of the Efficacy of Sinus Balloon Technique on Transcrestal Maxillary Sinus Floor Elevation Surgery. *Journal of Baghdad College of Dentistry.* 2016 Mar 15;28(1):109–13.
50. Kfir E, Goldstein M, Abramovitz I, Kfir V, Mazor Z, Kaluski E. The effects of sinus membrane pathology on bone augmentation and

- procedural outcome using minimal invasive antral membrane balloon elevation. *J Oral Implantol.* 2014 ;40(3):285–93.
51. Chan HL, Oh TJ, Fu JH, Benavides E, Avila-Ortiz G, Wang HL. Sinus augmentation via transcresal approach: a comparison between the balloon and osteotome technique in a cadaver study. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Sep;24(9):985–90.
 52. Kotsakis GA, Mazor Z. A simplified approach to the minimally invasive antral membrane elevation technique utilizing a viscoelastic medium for hydraulic sinus floor elevation. *Oral Maxillofac Surg.* 2015 Mar 1;19(1):97–101.
 53. Kolerman R, Tal H, Moses O. Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane. *J Periodontol.* 2008 Nov;79(11):2104–11.
 54. Asmael HM. Is antral membrane balloon elevation truly minimally invasive technique in sinus floor elevation surgery? A systematic review. *Int J Implant Dent.* 2018 Dec;4(1).
 55. Stelzle F, Benner KU. Evaluation of different methods of indirect sinus floor elevation for elevation heights of 10mm: an experimental ex vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2011 Jun;13(2):124–33.
 56. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006 Jan-Feb;21(1):81-5.
 57. Cordaro L, Bosshardt DD, Palattella P, Rao W, Serino G, Chiapasco M. Maxillary sinus grafting with Bio-Oss® or Straumann® Bone Ceramic: Histomorphometric results from a randomized controlled multicenter clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(8):796–803.
 58. Kfir E, Goldstein M, Rafaelov R, Yerushalmi I, Kfir V, Mazor Z, et al. Minimally invasive antral membrane balloon elevation in the presence of antral septa: a report of 26 procedures. *J Oral Implantol.* 2009;35(5):257–67.

59. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. *J Clin Periodontol*. 2008 Sep;35(8 Suppl):216–40.
60. Sánchez-Pérez A, Moya-Villaescusa MJ, Caffesse RG. Tobacco as a risk factor for survival of dental implants. *J Periodontol*. 2007 Feb ;78(2):351–9.
61. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part I: Lateral approach. *J Clin Periodontol*. 2008; 35:216–40.
62. Soardi E, Cosci F, Checchi V, Pellegrino G, Bozzoli P, Felice P. Radiographic Analysis of a Transalveolar Sinus-Lift Technique: A Multipractice Retrospective Study With a Mean Follow-Up of 5 Years. *J Periodontol*. 2013 Aug;84(8):1039–47.
63. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999 Nov-Dec;14(6):853-8.
64. Călin C, Petre A, Drafta S. Osteotome-mediated sinus floor elevation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014 May;29(3):558–76.
65. Ding X, Zhu XH, Wang HM, Zhang XH. Effect of sinus membrane perforation on the survival of implants placed in combination with osteotome sinus floor elevation. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2013 Mar;24(2).
66. Soardi E, Cosci F, Checchi V, Pellegrino G, Bozzoli P, Felice P. Radiographic analysis of a transalveolar sinus-lift technique: a multipractice retrospective study with a mean follow-up of 5 years. *J Periodontol*. 2013 Aug;84(8):1039–47.

67. Merli M, Moscatelli M, Mariotti G, Pagliaro U, Bernardelli F, Nieri M. A minimally invasive technique for lateral maxillary sinus floor elevation: a Bayesian network study. *Clin Oral Implants Res.* 2016 Mar 1;27(3):273–81.
68. de Almeida Ferreira C, Martinelli C, Novaes A, Pignaton T, Guignone C, de Almeida A, et al. Effect of Maxillary Sinus Membrane Perforation on Implant Survival Rate: A Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017 Mar;32(2):401–7.
69. Richards D. GRADING--levels of evidence. *Evid Based Dent.* 2009;10(1):24–5.

13. ANEXOS:

Tabla 1: Resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	NÚMERO DE ARTÍCULOS	FECHA
PUBMED	(((("maxillary sinus"[MeSH Terms] OR ("maxillary"[All Fields] AND "sinus"[All Fields]) OR "maxillary sinus"[All Fields]) AND ("lifting"[MeSH Terms] OR "lifting"[All Fields] OR "lift"[All Fields])) OR (("bone and bones"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "bones"[All Fields]) OR "bone and bones"[All Fields] OR "bone"[All Fields]) AND ("augment"[All Fields] OR "augmentation"[All Fields] OR "augmentations"[All Fields] OR "augmented"[All Fields] OR "augmenting"[All Fields] OR "augments"[All Fields])) OR (("antral"[Supplementary Concept] OR "antral"[All Fields] OR "antral"[All Fields]) AND ("membranal"[All Fields] OR "membrane s"[All Fields] OR "membranous"[All Fields] OR "membranes"[MeSH Terms] OR "membranes"[All Fields] OR "membrane"[All Fields] OR "membranous"[All Fields])) OR (("posterior"[All Fields] OR "posteriors"[All Fields]) AND ("maxilla"[MeSH Terms] OR "maxilla"[All Fields] OR "maxillary"[All Fields] OR "maxillaries"[All Fields] OR "maxillaris"[All Fields]) AND ("segment"[All Fields] OR "segment s"[All Fields] OR "segmental"[All Fields] OR "segmentally"[All Fields] OR "segmentals"[All Fields] OR "segmentation"[All Fields] OR "segmentational"[All Fields] OR "segmentations"[All Fields] OR "segmented"[All Fields] OR "segmenter"[All Fields] OR "segmenters"[All Fields] OR "segmenting"[All Fields] OR "segments"[All Fields])) OR "maxillary sinus"[MeSH Terms] OR ("maxilla"[MeSH Terms] OR "maxilla"[All Fields] OR "maxillary"[All Fields] OR "maxillaries"[All Fields] OR "maxillaris"[All Fields]) AND ("surgery"[MeSH Subheading] OR "surgery"[All Fields] OR "surgical procedures, operative"[MeSH Terms] OR ("surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields] AND "operative"[All Fields]) OR "operative surgical procedures"[All Fields] OR "general surgery"[MeSH Terms] OR ("general"[All Fields] AND "surgery"[All Fields]) OR "general surgery"[All Fields] OR "surgery s"[All Fields] OR "surgeries"[All Fields] OR "surgeries"[All Fields]) OR "minimally invasive surgical procedures"[MeSH Terms] OR "sinus floor augmentation"[MeSH Terms] OR ("bone transplantation"[MeSH Terms] OR ("bone"[All Fields] AND "transplantation"[All Fields]) OR "bone transplantation"[All Fields] OR ("bone"[All Fields] AND "graft"[All Fields]) OR "bone graft"[All Fields]) OR ("nasal mucosa"[MeSH Terms] OR ("nasal"[All Fields] AND "mucosa"[All Fields]) OR "nasal mucosa"[All Fields] OR "schneiderian"[All Fields] AND "membrane"[All Fields]) OR "schneiderian membrane"[All Fields]) OR ("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("elevate"[All Fields] OR "elevated"[All Fields] OR "elevates"[All Fields] OR "elevating"[All Fields] OR "elevation"[All Fields] OR "elevational"[All Fields] OR "elevations"[All Fields])) OR ("membranal"[All Fields] OR "membrane s"[All Fields] OR "membranous"[All Fields] OR "membranes"[MeSH Terms] OR "membranes"[All Fields] OR "membrane"[All Fields] OR "membranous"[All Fields]) AND ("elevate"[All Fields] OR "elevated"[All Fields] OR "elevates"[All Fields] OR "elevating"[All Fields] OR "elevation"[All Fields] OR "elevational"[All Fields] OR "elevations"[All Fields]) OR ("atrophy"[MeSH Terms] OR "atrophy"[All Fields] OR "atrophic"[All Fields]) AND ("maxilla"[MeSH Terms] OR "maxilla"[All Fields] OR "maxillae"[All Fields] OR "maxillas"[All Fields]) OR "alveolar bone loss"[MeSH Terms] OR ("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("lifting"[MeSH Terms] OR "lifting"[All Fields] OR "lift"[All Fields]) AND ("methods"[MeSH Terms] OR "methods"[All Fields] OR "procedure"[All Fields] OR "methods"[MeSH Subheading] OR "procedures"[All Fields] OR "procedural"[All Fields] OR "procedurally"[All Fields] OR "procedure s"[All Fields])) OR ("atrophy"[MeSH Terms] OR "atrophy"[All Fields] OR "atrophic"[All Fields]) AND ("posterior"[All Fields] OR "posteriors"[All Fields]) AND ("maxilla"[MeSH Terms] OR "maxilla"[All Fields] OR "maxillae"[All Fields] OR "maxillas"[All Fields]) OR "alveolar ridge augmentation"[MeSH Terms] OR "sinus floor augmentation"[MeSH Terms]) AND (((("hydraulic"[All Fields] OR "hydraulically"[All Fields] OR "hydraulics"[All Fields]) AND ("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("condensable"[All Fields] OR "condensables"[All Fields] OR "condensate"[All Fields] OR "condensated"[All Fields] OR "condensates"[All Fields] OR	102	20.11.22

	<p>."condensation"[All Fields] OR "condensations"[All Fields] OR "condense"[All Fields] OR "condensed"[All Fields] OR "condenser"[All Fields] OR "condensers"[All Fields] OR "condenses"[All Fields] OR "condensing"[All Fields])) OR (("hydraulic"[All Fields] OR "hydraulically"[All Fields] OR "hydraulics"[All Fields]) AND ("detach"[All Fields] OR "detached"[All Fields] OR "detachment"[All Fields] OR "detaches"[All Fields] OR "detaching"[All Fields] OR "detachment"[All Fields] OR "detachments"[All Fields])))) OR (("hydraulic"[All Fields] OR "hydraulically"[All Fields] OR "hydraulics"[All Fields]) AND ("elevate"[All Fields] OR "elevated"[All Fields] OR "elevates"[All Fields] OR "elevating"[All Fields] OR "elevation"[All Fields] OR "elevational"[All Fields] OR "elevations"[All Fields])) OR (("crestal"[All Fields] OR "crestally"[All Fields]) AND ("hydraulic"[All Fields] OR "hydraulically"[All Fields] OR "hydraulics"[All Fields]) AND ("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("lifting"[MeSH Terms] OR "lifting"[All Fields] OR "lift"[All Fields])) OR (("hydraulic"[All Fields] OR "hydraulically"[All Fields] OR "hydraulics"[All Fields]) AND ("membranal"[All Fields] OR "membrane s"[All Fields] OR "membranous"[All Fields] OR "membranes"[MeSH Terms] OR "membranes"[All Fields] OR "membrane"[All Fields] OR "membranous"[All Fields]) AND ("elevate"[All Fields] OR "elevated"[All Fields] OR "elevates"[All Fields] OR "elevating"[All Fields] OR "elevation"[All Fields] OR "elevational"[All Fields] OR "elevations"[All Fields])) OR "hydrostatic pressure"[MeSH Terms] OR "dental implants"[MeSH Terms] OR ("minimally"[All Fields] AND ("invasibility"[All Fields] OR "invasible"[All Fields] OR "invasion"[All Fields] OR "invasions"[All Fields] OR "invasive"[All Fields] OR "invasively"[All Fields] OR "invasiveness"[All Fields] OR "invasives"[All Fields] OR "invasivity"[All Fields]) AND ("antral"[Supplementary Concept] OR "antral"[All Fields] OR "antral"[All Fields]) AND ("membranal"[All Fields] OR "membrane s"[All Fields] OR "membranous"[All Fields] OR "membranes"[MeSH Terms] OR "membranes"[All Fields] OR "membrane"[All Fields] OR "membranous"[All Fields]) AND ("balloon"[All Fields] OR "balloon s"[All Fields] OR "balloons"[All Fields]) AND ("elevate"[All Fields] OR "elevated"[All Fields] OR "elevates"[All Fields] OR "elevating"[All Fields] OR "elevation"[All Fields] OR "elevational"[All Fields] OR "elevations"[All Fields])) OR ("balloon"[All Fields] OR "balloon s"[All Fields] OR "balloons"[All Fields]) AND ("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("lifting"[MeSH Terms] OR "lifting"[All Fields] OR "lift"[All Fields])) OR (("paranasal sinuses"[MeSH Terms] OR ("paranasal"[All Fields] AND "sinuses"[All Fields]) OR "paranasal sinuses"[All Fields] OR "sinus"[All Fields] OR "sinus s"[All Fields]) AND ("lifting"[MeSH Terms] OR "lifting"[All Fields] OR "lift"[All Fields]) AND ("balloon"[All Fields] OR "balloon s"[All Fields] OR "balloons"[All Fields]) AND ("system"[All Fields] OR "system s"[All Fields] OR "systems"[All Fields])) AND (("membranal"[All Fields] OR "membrane s"[All Fields] OR "membranous"[All Fields] OR "membranes"[MeSH Terms] OR "membranes"[All Fields] OR "membrane"[All Fields] OR "membranous"[All Fields]) AND ("perforant"[All Fields] OR "perforants"[All Fields] OR "perforate"[All Fields] OR "perforated"[All Fields] OR "perforates"[All Fields] OR "perforating"[All Fields] OR "perforation"[All Fields] OR "perforations"[All Fields] OR "perforative"[All Fields] OR "perforator"[All Fields] OR "perforator s"[All Fields] OR "perforators"[All Fields])) AND (y_10[Filter])</p>		
<p>SCOPUS</p>	<p>(ALL (maxillary AND sinus AND lift OR antral AND membrane OR posterior AND maxillary AND segment OR maxillary AND sinus OR minimally AND invasive AND surgical AND procedures OR maxillary AND sinus AND floor AND augmentation OR alveolar AND bone AND loss OR bone AND graft OR schneiderian AND membrane OR sinus AND elevation OR atrophic AND maxilla OR sinus AND lift AND procedure OR atrophic AND posterior AND maxilla OR augmentation AND maxillary AND ridge OR augmentations OR sinus AND floor) AND ALL (hydraulic AND detachment OR hydraulic AND sinus AND condensing OR hydraulic AND elevation OR crestal AND hydraulic AND sinus AND lift OR hydraulic AND membrane AND elevation OR hydrostatic AND pressure) AND ALL (minimally AND invasive AND antral AND membrane AND balloon AND elevation OR balloon AND sinus AND lift OR sinus AND lift AND balloon AND system) AND ALL (membrane AND perforation) AND ALL (dental AND implants))</p>	<p>65</p>	<p>30.11.22</p>
<p>WEB OF SCIENCE</p>	<p>((((TS=(maxillary sinus lift OR Antral membrane OR Posterior maxillary segment OR maxillary sinus OR minimally invasive surgical procedures OR maxillary sinus floor augmentation OR alveolar bone loss OR bone graft OR Schneiderian Membrane OR sinus elevation OR atrophic maxilla OR sinus lift procedure OR atrophic posterior maxilla OR augmentation, maxillary ridge OR augmentations OR sinus floor)) AND TS=(hydraulic detachment OR hydraulic sinus condensing OR hydraulic elevation OR crestal hydraulic sinus lift OR hydraulic membrane elevation OR hydrostatic pressure)) OR TS=(minimally invasive antral membrane balloon elevation OR balloon sinus lift OR sinus lift balloon system)) AND TS=(membrane perforation)) AND TS=(Dental implants)</p>	<p>16</p>	<p>18.12.22</p>

Tabla 2: Registro de la forma de medición de la variable principal.

AUTORES (AÑO)	PERFORACIÓN DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER	MÉTODO DE MEDICIÓN
Chashu y cols. (2020) (37)	Durante el intraoperatorio	1. El injerto óseo que salía de la segunda osteotomía del implante reafirmaba la membrana de Schneider intacta.
Nahlieli y cols. (2019) (16)	Durante el intraoperatorio y en el postoperatorio.	1. Observando el movimiento respiratorio de la solución salina inyectada. 2. Después de la intervención quirúrgica, se realizó un escáner CBCT en cada caso.
Lopez-Q y cols. (2018) (33)	Durante el intraoperatorio	No describe el método de evaluación.
Better y cols. (2018) (39)	Durante el intraoperatorio	Prueba de Valsalva.
Tallarico y cols. (2017) (40)	Durante el intraoperatorio	No describe el método de evaluación.
Tallarico y cols. (2016) (36)	Durante el intraoperatorio y 6 meses después.	No describe el método de evaluación.
Levin y cols. (2016) (38)	Durante el intraoperatorio	1. Sensación clínica visual y táctil. 2. La maniobra de Valsalva. 3. El aspecto radiográfico del injerto óseo en la porción elevada del seno. Además, al inyectar solución salina en el seno cuando el paciente está en decúbito supino, saldrá agua o sangre por la nariz si hay una perforación.
Dhandapani y cols. (2016) (29)	Durante el intraoperatorio y 6 meses después.	Radiografías periapicales digitales.
Tallarico y cols. (2016) (41)	Durante el intraoperatorio	No describe el método de evaluación.

Nahlieli y cols. (2016) (35)	Durante el intraoperatorio	Movimiento respiratorio del nivel salino irrigado a través del espacio coronal del implante
Better y cols. (2014) (15)	Durante el intraoperatorio	Ausencia de secreción nasal del líquido salino inyectado.
Nahlieli y cols. (2014) (34)	Durante el intraoperatorio	Movimiento respiratorio del nivel salino irrigado a través del espacio coronal del implante
Peñarrocha y cols. (2012) (32)	Durante la secuencia de insuflación del balón	Endoscopio
Mazor y cols. (2011) (31)	Durante el intraoperatorio	Maniobra de Valsalva.
Kfir y cols. (2009) (14)	Durante el intraoperatorio	1. Maniobra de Valsalva. 2. Después de la retirada del globo: visualización directa y el examen con la jeringa de succión y el movimiento respiratorio de la sangre dentro de la osteotomía
Kfir y cols. (2007) (30)	Durante el intraoperatorio	Maniobra de Valsalva y visualización directa.
Kfir y cols. (2006) (28)	Durante el intraoperatorio	Maniobra de Valsalva y visualización directa.

Tabla 8: Evaluación del sesgo con la escala MOGA para series de caso

Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies	Kfir y cols. 2006(28)	Dhandapani y cols. 2016(29)	Peñarrocha y cols. 2012(32)	Mazor y cols. 2011(31)	Tallarico y cols. 2016(36)	Kfir y cols. 2007(30)
Item						
Study objective						
1- Was the hypothesis/aim/objective of the study clearly stated?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Study design						
2- Was the study conducted prospectively?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3- Were the cases collected in more than one centre?	-	-	-	Si	-	-
4- Were patients recruited consecutively?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Study population						
5- Were the characteristics of the patients included in the study described?	Si	No	Si	Si	Si	Si
6- Were the eligibility criteria (i.e. inclusion and exclusion criteria) for entry into the study clearly stated?	No	Si	Si	No	Si	No
7- Did patients enter the study at a similar point in the disease?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Intervention and co-intervention						
8- Was the intervention of interest clearly described?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Outcome measures						
9- Were relevant outcome measures established a priori?	-	-	Si	Si	Si	Si
10- Were outcome assessors blinded to the intervention that patients received?	No	No	No	No	No	No
11- Were the relevant outcomes measured using appropriate objective/subjective methods?	-	-	Si		Si	Si
12- Were the relevant outcome measures made before and after the intervention?	-	Si	Si	No	Si	Si
Statistical analysis						
13- Were the statistical tests used to assess the relevant outcomes appropriate?	No	No	Si	No	Si	Si
Results and conclusions						
14- Was follow-up long enough for important events and outcomes to occur?	Si	Si	-	Si	Si	Si
15- Were losses to follow-up reported?	Si	Si	Si	Si	Si	Si
16- Did the study provided estimates of random variability in the data analysis of relevant outcomes?	No	No	Si	No	Si	Si
17- Were the adverse events reported?	Si	No	Si	Si	Si	Si
18- Were the conclusions of the study supported by the results?	Si	Si	Si	No	Si	Si

Tabla 15: Revisión estudios clínicos de la membrana de Schneider con la técnica del balón sinusal.

AUTORES (AÑO)	Tipo estudio	Fumadores	Pérdida ósea marginal periimplantaria (mm)	Biomateriales	Evolución de las complicaciones	Nº implantes fracasados/ No osteointegrados	Momento colocación implantes
<i>Lopez-Q. y cols. (2018)</i> (34)	Estudio de cohorte prospectivo	< 10 cigarrillos al día	-	Geistlich Bio-Oss®	Sangrado se ha resuelto espontáneamente La sinusitis aguda fue solucionada mediante el uso de clindamicina 300 mg + levofloxacino 500 mg cada 12 h durante 7 días.	3 falta de osteointegración	Diferidos (6 meses)
<i>Dhandapani y cols. (2016)</i> (30)	Series de caso	-	-	Hueso esponjoso alógeno irradiado y de partículas de médula ósea	-	NO	Diferidos (6 meses)
<i>Peñarocha y cols. (2012)</i> (33)	Series de caso	Nº = 1 No especifica el nº de cigarrillos	-	Geistlich Bio-Oss® + partículas de hueso autógeno obtenidas mediante fresado.	-	NO	Diferidos Altura ósea <3 mm (3 meses después) Simultaneos Altura ósea >3mm
<i>Mazor Z y cols. (2011)</i> (32)	Series de caso	-	-	Mezcla de sustituto óseo (cerabone®) + PRF	-	NO	Simultaneos
<i>Kfir y cols. (2009)</i> (17)	Estudio de cohorte prospectivo	35 (31%). No especifica el nº de cigarrillos	-	Injerto óseo sintético (MinerOss™) + Hueso autógeno recogido durante la perforación con filtro y partículas óseas de la tuberosidad recogidas con	fístula oroantral; requirió la extracción del implante (la fístula se cerró espontáneamente después de debajo de la membrana antral	11 Fracasos	Diferidos Alura ósea ≤ 1mm Simultaneos 58±23 minutos

				ronguer (Stoma®) +Gel de fisioinjerto (Ghimas®)			
<i>Kfir y cols. (2007) (31)</i>	Series de caso	28 %. No especifica el n° de cigarrillos	-	PRF + partículas de hueso + hueso sintético	-	2 (1 y 3 semanas después del procedimiento)	Simultaneos 48 ± 15 minutos
<i>Kfir E y cols . (2006) (29)</i>	Series de caso	-	-	PRF, partículas óseas (recogidas por aspiración) y Bi-Ostetic™	-	1 (Fracaso 2 semanas después del procedimiento)	Simultaneos Grupo 1: 2h Grupo 2: 1h

Tabla 16: Revisión estudios clínicos de la membrana de Schneider con la técnica del implante a presión hidráulica.

AUTORES (AÑO)	Tipo de estudio	Fumadores	Pérdida ósea marginal periimplantaria (mm)		Biomateriales	Evolución de las complicaciones	N° implantes fracasados/ No osteointegrados	Momento colocación implantes
			Grupo Sumergido	Grupo NO sumergido				
Chausu y cols. (2020) (38)	Estudio de cohorte retrospectivo	< 10 cigarrillos al día	1,2 ± 0,5 mm	1 ± 0,4 mm	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®) o β-fosfato tricálcico puro y ácido hialurónico (CERASORB®).	-	NO	Diferidos Grupo Sumergido: (6-9 meses) Simultaneos Grupo No sumergido
Nahlieli y cols. (2019) (16)	Estudio de cohorte retrospectivo	No especifica	-	-	No se utilizan biomateriales	No especifica	33 fracasos (4,6%) causas → falta de osteointegración y la infección local	Simultaneos
Better y cols. (2018) (40)	Estudio de caso y control	No especifica	-	-	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	-	NO	Simultaneos
Tallarico y cols. (2017) (41)	Estudio de cohorte prospectivo	< 10 cigarrillos al día	-	-	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	-	NO	Simultaneos *Diferidos → altura ósea residual ≤ 3 mm (6 meses después)
Tallarico y cols. (2016) (37)	Series de caso	NO	-	-	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	-	NO	Simultaneos 24,0 ± 4,07 minutos.
Levin y cols. (2016) (39)	Estudio de cohorte retrospectivo	2 No especifica la cantidad	-	-	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	-	NO	Simultaneos
Tallarico y cols. (2016) (42)	Estudio de cohorte retrospectivo	3 (5.6%) < 11 cigarrillos al día	-	-	Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	-	NO	Simultaneos

Nahlieli y cols. (2016) (36)	Estudio de cohorte prospectivo	No especifica	-	β -fosfato tricálcico puro y ácido hialurónico (CERASORB®).	No especifica	21 fracasos (5,5%) causas → infección local y falta de osteointegración	Simultaneos
Better y cols. (2014) (15)	Estudio de cohorte prospectivo		-	-Masilla de aloinjerto (cinco procedimientos) -Gel de aloinjerto (13 procedimientos) -Mezcla de hidroxiapatita, gránulos de fosfato tricálcico beta en una solución de polímero hidrofílico (MBCP®) (cinco procedimientos)	-	NO	Simultaneos
Nahlieli y cols. (2014) (35)	Estudio de cohorte prospectivo	No especifica	-	Colágeno microfibrilar líquido de Avitene™ o Sustituto sintético bifásico del injerto óseo de fosfato cálcico (MBCP®)	No explica cómo se trataron las infecciones locales	7 Fracasos	Simultaneos

GUIA PRISMA 2023

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Portada
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	9,11
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	27,28
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	30
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	33
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	33-36
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	33-36
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	36
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	36,37
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	36-38
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	36-39
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	38
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	38-39
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	38-39
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
		conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	38-39
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	38-39
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	41
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	41,42
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	43,44
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	45,46
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	79-81
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	46-55
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	

DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	57-63
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	64,65
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	64,65
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

**SCHNEIDER MEMBRANE PERFORATION: SINUS BALLOON VS HYDRAULIC PRESSURE THROUGH
THE IMPLANT: SYSTEMATIC REVIEW.**

**Running title: Schneider membrane perforation, sinus balloon vs hydraulic pressure through
implant.**

Authors:

Enrica Cammalleri¹, Carlos Rafael Pineda Villacorta²

1 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.

2 Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.

Corresponding and reprints author:

Carlos Rafael Pineda Villacorta

Paseo Alameda 7, Valencia

46010, Valencia

carlosrafael.pineda@universidadeuropea.es

Abstract

Introduction: Implant placement in the atrophic posterior maxilla can present difficulties and sinus floor elevation surgery is often required. The limitations of the Summers technique and the challenges associated with lateral window elevation have prompted the development of new internal elevation methods, such as the sinus balloon system and the hydraulic pressure implant. These innovative methods offer promising alternatives to overcome existing barriers and achieve efficient sinus elevation.

Aims: To analyze the number of Schneider's membrane perforations, bone gain, postoperative complications and the implants stability and success rate

Material and Methods: An electronic search of PubMed, Scopus and Web Of Science databases on minimally invasive maxillary sinus lift, using the sinus balloon technique or the hydraulic pressure implant, was performed until January 2023.

Results: In the sinus balloon group, the mean Schneider membrane perforation rate was 2.6 %, the bone gain was 9.5 mm, the complication rate was 8.97 %, the primary stability of the implants could not be evaluated and a success rate of 93.2 %. For the hydraulic pressure implant group, the perforation rate was 0.97%, the bone gain was 10.3 mm, the complication rate was 15.4%, a success rate of 96.0% and a primary stability rate of 65.3%.

Discussion: Despite limitations, although the hydraulic pressure implant technique seems to guarantee a lower Schneider's membrane perforation rate. However, the current evidence is limited due to inadequate sample size and lack of information on methodological quality.

Key words: *Maxillary sinus lift, Hydraulic membrane elevation, Balloon sinus lift, Membrane perforation, Dental implants*

Introduction

The posterior maxilla can present difficulties for implant placement due to alveolar bone resorption, maxillary sinus expansion and poor bone quality; sinus floor elevation surgery is performed to address this problem (1,2). One of the challenges of internal elevation methods is to control the elevated volume and ensure the integrity of Schneider's membrane during the procedure (3). The lateral window technique is the commonly used technique, but patients often experience considerable postoperative pain and swelling, mainly due to membrane tearing (4), which may be due to anatomical findings and limited surgical experience, but predominantly due to inadequate osteotomy or improper membrane separation (2,5). The shortcomings of the Summers technique have prompted the development of new methods (4). One of these is balloon-assisted augmentation, proposed by Muroi et al (2). In this technique, a balloon is slowly inflated with a barometric inflator and once the desired elevation is obtained, the balloon is deflated and removed (6). Hydraulic sinus condensation, described by Chen and Cha, involves drilling a hole in the crestal ridge and using the fluid pressure of the instrument to gently elevate the sinus membrane from the sinus floor (7). To date, there has been no systematic review that analyzes and compares these two techniques and it was more than justified to perform the present review with the following objectives, such as to systematically review the following question in patients with maxillary posterior atrophy requiring sinus floor lift, does the sinus balloon technique with respect to hydraulic pressure through the implant provide a lower risk of perforation of Schneider's membrane? For this purpose, firstly, the rate of perforation of the membrane and, secondly, bone gain, postoperative complications and the success rate and primary stability of the implants were evaluated.

Material and methods

The present systematic review was conducted following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) guideline statement (8).

- **Focus question:** The focus question was established according to the PICO structured question:

P (population): patients with atrophic posterior maxilla who underwent a sinus lift procedure.

I (intervention): Hydraulic elevation implant device.

C (comparison): sinus balloon technique.

O (outcomes):

o O1: Analyse the number of Schneider's membrane perforations

- o O2: Bone gain.
- o O3: Post operative complications.
- o O4: Success rate and primary stability of the implants.

- Eligibility criteria:

The inclusion criteria were:

- Study design: case-control study, retrospective and prospective cohorts, case series, randomized uncontrolled clinical trials; studies on human individuals, number of participants ≥ 5 patients; Publications in English, Spanish or French; Published until January 2023.
- Patient: Patients with bony atrophy of the maxillary posterior sectors treated with sinus lift. Patients who may or may not be smokers.
- Intervention: Schneider's membrane elevation through a hydraulic elevation implant device or through the Sinus Balloon Technique.
- Outcomes: Studies that will provide data related to the number of Schneider's membrane perforations as the primary variable. And as secondary variables: Bone gain, success rate and primary implant stability and postoperative complications. The exclusion criteria were reviews, apropos of a case, letters or comments to the editor, expert reports, experimental studies in vitro, in animals and in corpse. In addition, studies in which the maxillary sinus lift procedure was performed by lateral window, use of the hydraulic technique that does not use the implant device, patients with diseases and/or alterations of the maxillary sinus. When necessary, the authors were contacted to clarify missing information.

- Information sources and data search: An automatized electronic and manual literature searches were conducted in three major electronic databases (PubMed, Scopus and Web of Science) with the following keywords: "maxillary sinus lift", "Antral membrane", "Posterior maxillary segment", "maxillary sinus", "minimally invasive surgical procedures", "maxillary sinus floor augmentation", "alveolar bone loss", "bone graft", "Schneiderian Membrane", "sinus elevation", "atrophic maxilla", "sinus lift procedure", "atrophic posterior maxilla", "augmentation, maxillary ridge", "augmentations, sinus floor", "hydraulic detachment", "hydraulic sinus condensing", "hydraulic elevation", "crestal hydraulic sinus lift", "hydraulic membrane elevation", "hydrostatic pressure", "dental implants", "minimally invasive antral membrane balloon elevation", "balloon sinus lift", "sinus lift balloon system", "membrane perforation". Keywords were combined with a combination of the controlled terms (MeSH for Pubmed) to obtain the best search results. The

following search strategy in Pubmed was carried out: (((((maxillary sinus lift) OR (bone augmentation)) OR (Antral membrane)) OR (Posterior maxillary segment)) OR (maxillary sinus[MeSH Terms])) OR (maxillary surgery)) OR (minimally invasive surgical procedures[MeSH Terms])) OR (maxillary sinus floor augmentation[MeSH Terms])) OR (bone graft)) OR (Schneiderian Membrane)) OR (sinus elevation)) OR (membrane elevation)) OR (atrophic maxilla)) OR (alveolar bone loss[MeSH Terms])) OR (sinus lift procedure)) OR (atrophic posterior maxilla)) OR (augmentation, maxillary ridge[MeSH Terms])) OR (augmentations, sinus floor[MeSH Terms])) AND ((hydraulic sinus condensing) OR (hydraulic detachment)) OR (hydraulic elevation)) OR (crestal hydraulic sinus lift)) OR (hydraulic membrane elevation)) OR (hydrostatic pressure [MeSH Terms])) OR (dental implants[MeSH Terms])))) OR ((minimally invasive antral membrane balloon elevation) OR (balloon sinus lift)) OR (sinus lift balloon system))) AND (membrane perforation) Filters: in the last 10 years. To identify any eligible studies that the initial search might have missed, the search was completed with a review of the references provided in the bibliography of each study. On the other hand, a manual search of scientific articles from the following oral surgery and implantology journals was carried out: The Chinese Journal of Dental Research, Journal of Periodontal Research, Journal of Oral Implantology and Implant Dentistry.

- **Search strategy:** A selection process was carried out in three stages. Study selection was carried out by two reviewers (EC, CRPV). In the first stage, titles were screened to eliminate irrelevant publications. In the second stage, abstracts were filtered according to the type of study, type of graft, type of intervention, number of patients, and outcome variables. Studies without sufficient information or with unstructured abstracts to determine their exclusion were considered for full text evaluation. The third phase consisted of a full reading of each text using a predetermined data extraction form to confirm study eligibility upon the predetermined inclusion and exclusion criteria. Disagreements between reviewers, at each of the phases, were resolved by discussion and, when necessary, a third reviewer was consulted. The degree of agreement regarding the inclusion of potential studies was calculated by k-statistics (Cohen kappa test) for the second and third stage of selection.

- **Extraction data:** The following information was extracted from the studies and arranged in tables according to the type of procedure (sinus balloon technique or hydraulic technique with implant): authors with year of publication, type of study (Case-control study, retrospective and prospective

cohorts, case series), number of patients, smoking patients (number of cigarettes per day), number of Schneider membrane perforations, preoperative residual alveolar bone height (in millimeters), postoperative bone height (in millimeters), final bone gain (in millimeters), postoperative complications related to the sinus lift procedure (number, type of complication and evolution), number of dental implants placed in each technique, primary implant stability (numbers), implant success rate (percentage and criteria used), follow-up time of dental implants (in months), type of radiographic technique used to evaluate the success of the procedures, mean peri-implant marginal bone loss (millimeters), use of biomaterial placement (yes, no, and if yes, the type of material used), number of non-Osseo integrated/failed implants in each technique, time of implant placement (1 stage or 2 stages) and time of the surgical procedure (minutes).

- **Quality and risk of bias assessment:** The assessment of the risk of bias was evaluated by two reviewers (EC, CRPV) to analyze the methodological quality of the included articles. For the quality assessment of non-randomized observational studies, the Newcastle-Ottawa scale was used (9); it was considered "low risk of bias" in the case of a star score >6 and "high risk of bias" in the case of a score ≤ 6 . Case series studies were assessed using the MOGA scale. The degree of inter-examiner agreement of the methodological quality assessment was obtained with Cohen's kappa test, following the scale proposed by Landis and Koch (10).

- **Data synthesis:** With the aim of summarizing and comparing studies, average data on main variables were grouped for each study group. As the average data found in the analyzed studies came from different samples, weighted arithmetic mean was calculated to obtain feasible outcomes. A meta-analysis was not able to be performed due to the lack of randomized studies comparing both procedures.

Results:

- **Study selection:** A total of 191 articles were obtained from the initial search process: Medline-PubMed (n=102), SCOPUS (n=65) and the Web of Science (n=16). In addition, 8 additional studies were obtained through manual search (reference list and primary sources). Of these publications, 22 were identified as potentially eligible articles by screening by titles and abstracts. Full-text articles were subsequently obtained and thoroughly evaluated. As a result, 17 articles met the inclusion criteria and were included in the present systematic review (Fig. 2). The k value for inter-reviewer agreement for the study inclusion was 0.90 (titles and abstracts) and 0.95 (full texts)

indicating "good" and "complete" agreement, respectively, according to the criteria of Landis and Koch (10).

- **Study characteristics:** Of the 17 articles included in the present review, 7 articles described maxillary sinus elevation using the sinus balloon technique (6,11-16) 10 the technique with hydraulic elevation implant device (7,17-25). 10 articles were cohort studies, 6 of these were prospective cohort (6,7,16,18,19,24). and 4 retrospective cohort (17,21,22,25), 1 case-control study (23) and 6 case series (11-15 ,20). A total of 1045 patients were treated: 821 treated with the hydraulic elevation implant technique, 234 by sinus balloon technique. A total of 1959 implants were placed: 1626 by the hydraulic elevation implant technique and 333 by the sinus balloon technique (Fig. 1).

- **Risk of bias:** For the nonrandomized observational studies, 5 were considered low risk of bias and 6 were considered high risk of bias (Figs. 3 and 4). Case series studies were considered high risk. The k value (Cohen kappa test) for inter-reviewer agreement on methodological quality was 0,88 according to the Landis & Koch scale (10).

- **Synthesis of results:**

Number of Schneider membrane perforations: In relation to the sinus balloon technique, five studies (6,11,13,15,16) inform us that Schneider's membrane perforations have occurred, reporting a mean value of 2.6 %, minimum range of 1 (11,13,15,16) and maximum range of 3 (6). The cases in which tearing (13) of the membrane occur, forcing the surgeon to modify the surgical procedure, it was decided to include them as perforations, on the contrary, in the studies (6) where the micro punctures of the membrane could be solved using a platelet-rich fibrin membrane (PRF), they are not considered as perforations and therefore are not included in the calculation of the mean. It is important to note that although no perforation has occurred, in two studies the rupture of the sinus balloon (11,16) has led to modifications during the surgical procedure, since in one study (16) the maxillary sinus was elevated using the Tatum technique and in the other (11) the treatment was performed 3 weeks later. In relation to the hydraulic pressure implant technique, out of ten studies only one (17) informs us that perforations of the Schneider membrane have occurred, reporting a mean value of 0.97%, minimum range of 0 (7,18-25) and

maximum range of 8 (17), the latter is the only study that stands out because it registers eight self-healing perforations (table 1).

Bone gain: In relation to the sinus balloon technique, 7 studies provided data on bone gain (6,11-16). The mean bone gain was 9.5 mm with a minimum range of 4.34 mm (12) and maximum of 10.7 mm (6). In this case it was not possible to calculate the weighted mean SD of the final bone gain because in almost all studies this information is not reported. Regarding the hydraulic pressure implant technique, 6 studies provided data on bone gain (7,20,21,23-25). The mean bone gain was 10.3 mm with a minimum range of 9.3 mm (21) and a maximum of 12.78 mm (20). In this technique 4 studies (20,21,24,25) report the value of the standard deviation, therefore, we could calculate the weighted mean which was 1.25 mm (Table 2). Although with this technique the final bone gain obtained is greater than with the other technique, it is important to specify that three studies (17-19) by the author Nahlieli et al. were excluded from the calculation because they did not provide sufficient data.

Postoperative complications related to the elevation procedure: In this systematic review it was decided to include all complications occurring during the postoperative period, not only biological complications but also the number of failed implants. Only in 4 studies (6,11,13,16) were complications related to the sinus balloon technique procedure and in 3 (17-19) to the hydraulic pressure technique. Regarding sinus balloon elevation, 21 complications were reported in a total of 234 patients vs 127 complications in a total of 821 patients treated with the implant technique, 8.97% vs 15.4% respectively. In the sinus balloon group, the most frequent postoperative complication was implant failure (n=17) due in most cases to signs of local infections and consequent implant removal. In the hydraulic pressure implant technique, the complications are mainly described in the studies of the author Nahelil (17-19), which are also the studies with the highest number of patients. The most frequent complication was implant failure, with a total of 61 failed implants. This was mainly due to signs of local infections/peri-implantitis (n=23) (17-19) and failure of osseointegration (n=19) (17,18). (Table 3).

Success rate and primary stability rate: With respect to the sinus lift group using the sinus balloon technique, the success rate was evaluated, with a mean rate of 93.2%. On the other hand, the primary stability rate could not be evaluated because none of the studies reported this data. The follow-up period varied from 6 months to a maximum of 1 year. The total number of osseointegrated implants placed by this technique was 316 and of the failed implants 17. With

respect to the sinus lift group by implant technique, the mean implant success rate was 96.0% in a minimum range of 6 months to a maximum of 4 years and a primary stability rate of 65.3%. The total number of osseointegrated implants placed by this technique was 1565 and 61 implants failed (Table 4).

Discussion

The lack of randomized studies comparing both techniques made it impossible to perform a meta-analysis. For this reason, the results presented here should be interpreted with caution and were presented descriptively in each study group.

Number of Schneider membrane perforations: 17 scientific investigations revealed that the sinus balloon technique produces a higher rate of Schneider's membrane perforation (2.6% vs. 0.98%). In the scientific literature, reported perforation rates range from 20% to 50% in sinus lift using a lateral access technique (26). In contrast, in our review these minimally invasive techniques show much lower perforation rates. The studies analyzed show that the hydraulic technique improves important problems in comparison with the other transcrestal techniques. The results provided could be attributed to the fact that this hydraulic elevation system appears to be extensively studied both in ex-vivo and in humans. The system is based on physical principles that justify why it can be defined as an innovative system and what is different from other surgical approaches. If we focus on the study by Pommer et al. and Pommer and Watzek, these authors have demonstrated in human cadavers that the Schneider membrane perforates at an average tension of 7.3 N/mm², while the pressure exerted manually with saline solution in a 5 cm² syringe is limited to approximately 0.2 N/mm² (two atmospheres); therefore, the risk of membrane perforation seems to be extremely low (27,28). What may raise doubts is that the sinus balloon technique also uses systems that regulate the pressure exerted on the membrane, which in most studies reaches two atmospheres, but what may generate an "obstacle", and which is what differentiates the two techniques, is the balloon itself, which may break and complicate the surgical procedure (11).

Bone gain: The results of this systematic review revealed a greater bone gain with the hydraulic pressure implant technique, reporting a mean value of 10.3 mm. In consulting the literature, we did not find authors who affirmed that the two techniques do not achieve a notable increase in

the bone crests. It is worth mentioning that some articles in this review did not report in detail the bone gain and therefore could not be included in these results (17,18,19,22). One factor that may explain the difference in bone gain in the two techniques may be that it has been currently demonstrated that accidental perforation of the membrane reduces the potential for new bone formation after sinus lift procedures and as a higher rate of perforation has been obtained with the sinus balloon this may have influenced the results (29).

Postoperative complications related to the elevation procedure: Various minimally invasive techniques of indirect maxillary sinus elevation have emerged to overcome the surgical morbidity associated with the conventional lateral window technique (12). The results of the present systematic review reveal a higher complication rate with the hydraulic pressure implant technique 14.9 % with respect to the sinus balloon technique 8.97%. In our study, it was decided to include not only the postoperative biological complications but also the number of failed implants. This is important to remember because in both techniques the most frequent complications were of course the failed implants (17 vs 61). Another factor to consider is that the patient sample and consequently the number of implants is much larger in the hydraulic pressure implant technique, so the complication rate is influenced by all these factors. The fact that the sinus balloon system produces a lower rate of complications is evidenced by different authors. A study (16) included in the present review found an acute sinusitis rate of 7.4% in contrast to other authors who reported suppuration rates in conventional sinus lift procedures of 5.6% (31) and 3.5% (30,31). Our contrasting results have an explainable reason and that is that this higher % corresponds to only two patients, and both cases resolved without problem after administration of antibiotics. Therefore, it is considered that the results do not differ to a great extent (16).

Success rate and primary stability rate: In the literature, many different criteria are used to determine the success rates of dental implants. The lack of universally accepted success criteria makes interpretation and comparison of the data difficult. In the present systematic review, a 100% success rate suggests successful implantation and osseointegration of all implants. The results obtained show high success rates in both techniques 96 % in the implant technique and 93.2 % in the sinus balloon technique. In favor of the fact that minimally invasive techniques produce high success rates, we have a systematic review by Tan et al, in which a mean implant success rate of 92.8% was identified (32) and a study by author Soardi et al. reported a success

rate of 94.9% (33). A key and controversial factor may be that perforation of the membrane may influence the success rate of implants, because, by itself, it may cause other complications, such as an increased risk of infection due to communication with other sinuses or the risk of migration of graft particles into the sinus (34). In the atrophic posterior maxilla, primary stability is more difficult to achieve due to the bone which, in most cases, is more medullary (type IV quality). Since initial implant mechanical retention or primary stability is more difficult to achieve in low-quality bone, there is a belief that implant bed preparation using osteotomes condenses the bone, relocating it and thus improving local bone density, bone-to-implant contact (BIC) and, consequently, primary implant stability. Several studies using radiographic densitometry have found significant increases in trabecular thickness, reduction of its separation, as well as histomorphometric increases in BIC after bone condensation (35). Despite the limitations, both techniques provide good results, although the hydraulic pressure implant technique seems to guarantee a lower Schneider membrane perforation rate. However, the current evidence is limited due to inadequate sample size and lack of information on methodological quality.

References

1. Starch-Jensen T, Dalsgaard Jensen J. No 3 | e3 | p.1 J Oral Maxillofac Res. 2017;8(3):2.
2. Schwarz L, Unger E, Watzek G, Pommer B. Novel devices to prevent membrane perforation in transcrestal sinus floor augmentation surgery. Recent Pat Biomed Eng . 2013;6(3):179–87.
3. Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. Maxillary sinus augmentation. J Indian Soc Periodontol. 2018 Nov 1;22(6):468–73.
4. Lopez MA, Bassi MA, Confalone L, Carinci F. Maxillary sinus floor elevation via crestal approach: the evolution of the hydraulic pressure technique. J Craniofac Surg. 2014;25(2).
5. Toffler M, Rosen PS. Complications with transcrestal sinus floor elevation: Etiology, prevention, and treatment. Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment: Second Edition. Wiley Blackwell; 2015. 427–456 p.
6. Kfir E, Goldstein M, Yerushalmi I, Rafaelov R, Mazor Z, Kfir V, et al. Minimally Invasive Antral Membrane Balloon Elevation - Results of a Multicenter Registry. Clin Implant Dent Relat Res. 2009 Oct;11:e83–91.

7. Better H, Slavesco D, Barbu H, Cochran DL, Chaushu G. Minimally Invasive Sinus Lift Implant Device: A Multicenter Safety and Efficacy Trial Preliminary Results. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014 Aug;16(4):520–6.
8. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010;8(5):336–41.
9. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol*. 2010 Sep [;25(9):603–5.
10. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers *Biometrics*. 1977 Jun;33(2):363-74.
11. Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol*. 2006;32(1):26–33.
12. Dhandapani RB, Baskaran S, Arun KV, Kumar TSS. Minimally invasive maxillary sinus elevation using balloon system: A case series. *J Indian Soc Periodontol*. 2016 Jul 1 ;20(4):468.
13. Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J Periodontol*. 2007 Oct ;78(10):2032–5.
14. Mazor Z, Kfir E, Lorean A, Mijiritsky E, Horowitz RA. Flapless approach to maxillary sinus augmentation using minimally invasive antral membrane balloon elevation. *Implant Dent*. 2011 ;20(6):434–8.
15. Penarrocha-Diago M, Galan-Gil S, Carrillo-Garcia C, Penarrocha-Diago D, Penarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Jan;17(1): E122–8.
16. Lopez-Quiles J, Melero-Alarcon C, Cano-Duran JA, Sanchez-Martinez-Sauceda EI, Ortega R. Maxillary sinus balloon lifting and deferred implantation of 50 osseointegrated implants: a prospective, observational, non-controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Oct;47(10):1343-9.
17. Nahlieli O, Boiangiu A, Abramson A, Aba M, Nahlieli D, Srouji S. Graftless sinus floor augmentation with an internal-port implant: long-term experience. *Quintessence Int*. 2019;50(7):560–7.

18. Nahlieli O. Dynamic implant valve approach for dental implant procedures. *Chin J Dent Res.* 2014;17(1):15–21.
19. Abba M, Nahlieli O, Zagury A, Michaeli E, Bruck N, Nahlieli D, et al. Four-years' experience with dynamic implants with internal port for minimally invasive sinus elevation. *Quintessence Int.* 2016 Mar;47(8):93.
20. Tallarico M, Meloni S, Xhanari E, Pisano M, Cochran D. Minimally Invasive Sinus Augmentation Procedure Using a Dedicated Hydraulic Sinus Lift Implant Device: A Prospective Case Series Study on Clinical, Radiologic, and Patient-Centered Outcomes. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017 Jan;37(1):125–35.
21. Chaushu L, Chaushu G, Better H, Naishlos S, Kolerman R, Aragonese JM, et al. Sinus augmentation with simultaneous, non-submerged, implant placement using a minimally invasive hydraulic technique. *Medicina (Lithuania).* 2020 Feb 1;56(2).
22. Mijiritsky E, Barbu H, Lorean A, Shohat I, Danza M, Levin L. Use of implant-derived minimally invasive sinus floor elevation: A multicenter clinical observational study with 12- To 65-month follow-up. *Journal of Oral Implantology.* 2016 Aug 1;42(4):343–8.
23. Better H, Chaushu L, Nissan J, Xavier Samuel and Tallarico M, Chaushu G. The Feasibility of Hapless Approach to Sinus Augmentation Using an Implant Device Designed According to Residual Alveolar Ridge Height. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTICS & RESTORATIVE DENTISTRY.* 2018 Jul;38(4):601–6.
24. Tallarico M, Cochran DL, Xhanari E, Dellavia C, Canciani E, Mijiritsky E, et al. Crestal sinus lift using an implant with an internal L-shaped channel: 1-year after loading results from a prospective cohort study. *Eur J Oral Implantol.* 2017 Sep;10(3):325–36.
25. Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM. A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. *JOURNAL OF CRANIO-MAXILLOFACIAL SURGERY.* 2016 Aug;44(8):1089–94.
26. Hernández-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res.* 2008 Jan;19(1):91-8.

27. Pommer B, Unger E, Sütö D, Hack N, Watzek G. Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Jun;20(6):633–7.
28. Gel-pressure technique for flapless transcrestal maxillary sinus floor elevation: a preliminary cadaveric study of a new surgical technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009 Sep-Oct;24(5):817-22.
29. Kolerman R, Tal H, Moses O. Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane. *J Periodontol.* 2008 Nov;79(11):2104–11.
30. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006 Jan-Feb;21(1):81-5.
31. Cordaro L, Bosshardt DD, Palattella P, Rao W, Serino G, Chiapasco M. Maxillary sinus grafting with Bio-Oss® or Straumann® Bone Ceramic: Histomorphometric results from a randomized controlled multicenter clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(8):796–803.
32. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part I: Lateral approach. *J Clin Periodontol.* 2008;35:216–40.
33. Soardi E, Cosci F, Checchi V, Pellegrino G, Bozzoli P, Felice P. Radiographic Analysis of a Transalveolar Sinus-Lift Technique: A Multipractice Retrospective Study With a Mean Follow-Up of 5 Years. *J Periodontol.* 2013 Aug;84(8):1039–47.
34. Ding X, Zhu XH, Wang HM, Zhang XH. Effect of sinus membrane perforation on the survival of implants placed in combination with osteotome sinus floor elevation. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2013 Mar;24(2).
35. Toffler M, Rosen PS. Complications with transcrestal sinus floor elevation: Etiology, prevention, and treatment. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment: Second Edition.* Wiley Blackwell; 2015. 427–456 p.

Funding: None declared.

Conflict of interest: None declared.

Table 1: Descriptive results of Schneider membrane perforations collected by the studies.

AUTHORS AND YEAR	N° PATIENTS	N° SCHNEIDER MEMBRANE PERFORATIONS
SINUS BALLOON STUDIES		
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	27	1
<i>Dhandapani y cols. (2016) (12)</i>	9	0
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	1
<i>Mazor y cols. (2011) (14)</i>	20	0
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	112	3 perforaciones
		9: micropunción de la membrana
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	36	1
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	24	1
TOTAL AVERAGE (%)		2,6 %
AUTHORS AND YEAR	N° PATIENTS	N° SCHNEIDER MEMBRANE PERFORATIONS
HYDRAULIC PRESSURE IMPLANT STUDIES		
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	0
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	331	8
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	0
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	30	0
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	0
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	0
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	62	0
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	172	0
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	18	0
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	63	0
TOTAL AVERAGE (%)		0,97%

Table 2: Descriptive results of bone gain collected by the studies.

AUTHORS AND YEAR	N° PATIENTS	INITIAL BONE HEIGHT (± SD)	FINAL BONE HEIGHT (± SD)	BONE GAIN	SD
ESTUDIOS BALON SINUSAL					
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	27	3,82 mm	12,04 mm	8,10 mm	± 3,45 mm
<i>Dhandapani y cols. (2016) (12)</i>	9	6,16 mm	10,50 mm	4,34 mm	-
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	3,38 mm	9,32 mm	5,34 mm	-
<i>Mazor Z y cols. (2011) (14)</i>	20	2 a 6 mm	11 mm	7 mm	-
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	112	3.8 ± 2.1	11–18 mm (rango)	10,7 mm	
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	36	3.4 ± 2.1	12.9 ± 3.5	9.5 mm	-
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	24	GRUPO 1: 3,7 ± 2,1 mm	GRUPO 1: 10 – 17 (rango)	9,8 mm	-
		GRUPO 2: 3,5 ± 2,3 mm	GRUPO 2: 10-18 (rango)	10,5 mm	
TOTAL weighted arithmetic mean				9,5 mm	

AUTHORS AND YEAR	N° PATIENTS	INITIAL BONE HEIGHT (± SD)	FINAL BONE HEIGHT (± SD)	BONE GAIN	SD
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESION HIDRAULICA					
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	Grupo control: 4,21 ± 0,5 mm	Grupo control: 13,51 mm	Grupo control: 9,3 mm	Grupo control: ± 0,5 mm
		Grupo de estudio: 5,44 ± 0,76 mm	Grupo estudio: 13,24 mm	Grupo estudio: 7,80 mm	Grupo estudio: ± 0,5 mm
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	331	Grupo A: 3 a 5 mm	-	-	-
		Grupo B: 5 a 8 mm			
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	4,6 mm	6,4 mm	11 mm	-
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	30	4,64 ± 0,86 mm	16,86 mm	12,22 mm	± 3,13 mm
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	4,78 ± 0,88 mm.	8 mm	12,78 mm	± 2,18 mm
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	5,24 ± 1 mm	-	-	-
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	62	5,2±1 mm	5,7 mm	10,9 mm	±2,43 mm
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	172	< 5 mm >5 mm	-	-	-
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	18	5,5 mm	5,7 mm	11,2 mm	
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	63	< 5 mm >5 mm	-	-	-
TOTAL weighted arithmetic mean				10,3 mm	1,25 mm

Table 3: Descriptive results of postoperative complications with the sinus balloon technique vs the hydraulic pressure implant technique.

AUTHORS AND YEAR	COMPLICATIONS	NO COMPLICATIONS	N° PATIENTS
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL			
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	6 1: Bleeding first 24h 3: failure of the implant due to lack of osseointegration 2: acute sinusitis during 1 month	24	27
<i>Dhandapani y cols. (2016) (12)</i>	0	9	9
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	0	5	6
<i>Mazor Z y cols. (2011) (14)</i>	0	20	20
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	12 1: infection and oroantral fistula 11: implant failures	111	112
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	2 Implant failures	36	36
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	1 Implant failures	24	24
TOTAL AVERAGE (%)	8,97 %		

AUTHORS AND YEAR	COMPLICATIONS	NO COMPLICATIONS	N° PATIENTS												
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESION HIDRAULICA															
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	0	50	50												
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	63	299	331												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Group A (3 – 5 mm)</th> <th>Group B (5-8 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° 4 = infections/periimplantitis</td> <td>N° 4 = infections/periimplantitis</td> </tr> <tr> <td>N° 1 = Complications after placement of immediate implants in extraction sites</td> <td>N° 2 = Peri-implant mucosal hyperplasia</td> </tr> <tr> <td>N° 8 = Failure of osseointegration</td> <td>N° 5 = Failure of osseointegration</td> </tr> <tr> <td>N° 3 = Loss of stability of restoration components</td> <td>N° 3 = Loss of stability of restoration components</td> </tr> <tr> <td>N° 21 = implant failures</td> <td>N° 12 = implant failures</td> </tr> </tbody> </table>	Group A (3 – 5 mm)	Group B (5-8 mm)	N° 4 = infections/periimplantitis	N° 4 = infections/periimplantitis	N° 1 = Complications after placement of immediate implants in extraction sites	N° 2 = Peri-implant mucosal hyperplasia	N° 8 = Failure of osseointegration	N° 5 = Failure of osseointegration	N° 3 = Loss of stability of restoration components	N° 3 = Loss of stability of restoration components	N° 21 = implant failures	N° 12 = implant failures		
Group A (3 – 5 mm)	Group B (5-8 mm)														
N° 4 = infections/periimplantitis	N° 4 = infections/periimplantitis														
N° 1 = Complications after placement of immediate implants in extraction sites	N° 2 = Peri-implant mucosal hyperplasia														
N° 8 = Failure of osseointegration	N° 5 = Failure of osseointegration														
N° 3 = Loss of stability of restoration components	N° 3 = Loss of stability of restoration components														
N° 21 = implant failures	N° 12 = implant failures														
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	0	40	40												
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	0	30	30												
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	0	18	18												
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	0	37	37												

Tallarico y cols. (2016) (25)

0

62

62

Nahlieli y cols. (2016) (19)

53

168

172

<i>0-2 years follow-up</i>	<i>2-4 years follow-up</i>
38	15
N° 4 = infections/periimplantitis N°1 = Complications after placement of immediate implants in extraction sites N° 6 = Failure of osseointegration N° 3 = Loss of stability of restoration components N° 2 = Peri-implant mucosal hyperplasia N° 16: implant failures N°6: complications associated with systemic disorders (diabetes)	N° 4 = infections/periimplantitis N° 2 = Loss of stability of restoration components N° 1 = Peri-implant mucosal hyperplasia N° 5: implant failures N°3: complications associated with systemic disorders (diabetes)

Better y cols. (2014) (7)

0

18

18

Nahlieli y cols. (2014) (18)

11

59

63

N° 4: local infections
N° 7: implant failures

TOTAL AVERAGE (%)

14,9 %

Table 4: Descriptive results of the success rate and primary stability collected by the studies.

AUTHORS AND YEAR	N° IMPLANTS	PRIMARY STABILITY RATE	SUCCESS RATE	FOLLOW-UP (MONTHS)
ESTUDIOS BALON SINUSAL				
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	50	-	74	6
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	-	100	12
<i>Mazor Z y cols. (2011) (14)</i>	37	-	100	6
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	219	-	95	9
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	72	-	97,2	8
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	-	-	1° group: 91,6 2° group: 100	8
TOTAL AVERAGE (%)			93,2 %	
AUTHORS AND YEAR	N° IMPLANTS	PRIMARY STABILITY RATE	SUCCESS RATE	FOLLOW-UP (MONTHS)
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESION HIDRAULICA				
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	-	100	17,5
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	722	-	95,4	518 implants = 18 months 159 = 4 years
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	-	100	-
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	50	65,2 ± 5,4	-	15,8 ± 2,1
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	65,5	-	10,8 ± 2,8
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	-	100	24,81±13
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	64	-	100	23,0 ± 9,5
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	378	-	94,5	24
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	23	-	100	8,7 months
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	218	-	96,8	18 months
TOTAL AVERAGE (%)		65,3	96%	

Fig. 1: Characteristics of the included studies

VARIABLES OF STUDY CHARACTERISTICS		HYDRAULIC PRESSURE IMPLANT	SINUS BALLOON	TOT
Study design:	Retrospective cohort study	4	-	4
	Prospective cohort study	4	2	6
	Case and control study	1	-	1
	Case series	2	4	6
N° patients (minimum range maximum)		18-331	6-112	1045
N° Schneider membrane perforations		8	7	15
Follow-up time		≥6 months	≥6 months	

Fig. 2: PRISMA flowchart of searching and selection process of titles during systematic review.

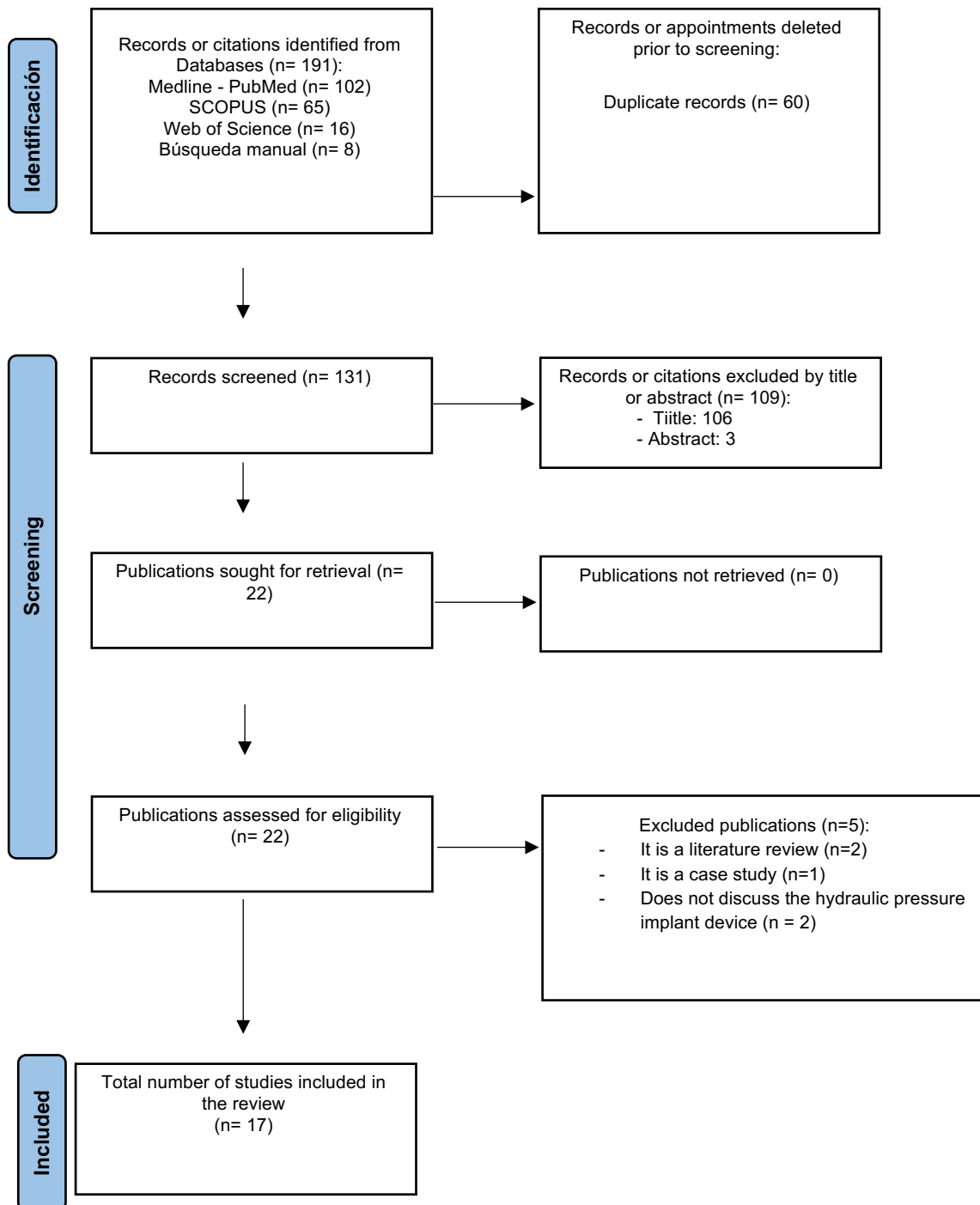


Fig. 3: Measurement of the risk of bias of non-randomized observational studies with the Newcastle-Ottawa scale - observational studies with non-randomized control group.

	Case definition	Representativeness	Selection of control	Definition of control	Comparability for main outcome	Comparability for additional factors	Ascertainment of exposure	Same method of ascertainment for case and control	Drop-out rate	Total
Better y cols. 2018 (23)	★	★	-	★	★	★	★	-	-	6

Fig. 4: Measurement of the risk of bias of non-randomized observational studies with the Newcastle-Ottawa scale - observational cohort studies with no control group.

	Cohort representativeness	Selection of unexposed cohort	Exposure verification	Demonstration of non-presence of variable of interest at baseline	Comparability (most important factor)	Comparability (other factors)	Outcome measurement	Sufficient follow-up	Dropout rate	Total
Chaushu y cols. 2020 (21)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Nahlieli y cols. 2019 (17)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Lopez-Q y cols. 2018 (16)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Tallarico y cols. 2017 (24)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Levin y cols. 2016 (22)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Nahlieli y cols. 2016 (19)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6
Tallarico y cols. 2016 (20)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Better y cols. 2014 (7)	★	-	★	★	★	-	★	★	-	6
Nahlieli y cols. 2014 (18)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Kfir y cols. 2009 (6)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6

PERFORACIÓN DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER: BALÓN SINUSAL VS PRESIÓN HIDRÁULICA A TRAVÉS DEL IMPLANTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Titulo corto: Perforación de la membrana de Schneider, balón sinusal vs implante a presión hidráulica.

Autores:

Enrica Cammalleri¹, Carlos Rafael Pineda Villacorta ²

¹ 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.

² Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.

Correspondencia

Carlos Rafael Pineda Villacorta

Paseo Alameda 7, Valencia

46010, Valencia

carlosrafael.pineda@universidadeuropea.es

Resumen

Introducción: La colocación de implantes en el maxilar posterior atrófico puede presentar dificultades y a menudo se requiere una cirugía de elevación del suelo sinusal. Las limitaciones de la técnica de Summers y los desafíos asociados con la elevación mediante ventana lateral han impulsado el desarrollo de nuevos métodos de elevación interna, como el sistema del balón sinusal y el implante a presión hidráulica. Estos métodos innovadores ofrecen alternativas prometedoras para superar las barreras existentes y lograr una elevación eficiente del seno maxilar.

Objetivos: Analizar el número de perforaciones de la membrana de Schneider, ganancia ósea, complicaciones postoperatorias y la tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes.

Material y método: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science sobre elevación de seno maxilar mínimamente invasiva a través de la técnica de balón sinusal o del implante a presión hidráulica hasta enero de 2023.

Resultados: En el grupo del balón sinusal la tasa media de perforación de la membrana de Schneider fue de 2,6 %, la ganancia ósea fue de 9,5 mm, la tasa de complicaciones del 8,97 % y una tasa de éxito del 93,2%, la estabilidad primaria de los implantes no se pudo evaluar. Para el grupo del implante a presión hidráulica la tasa de perforación fue de 0,97%, la ganancia ósea de 10,3 mm, la tasa de complicaciones fue del 15,4 %, una tasa de éxito de 96,0% y una tasa de estabilidad primaria del 65,3%.

Discusión: A pesar de las limitaciones, la técnica del implante parece garantizar una menor tasa de perforación de la membrana de Schneider. Sin embargo, la evidencia actual es limitada debido a un número de muestra inadecuado y a la falta de información sobre la calidad metodológica.

Palabras claves: *Elevación de seno maxilar, Elevación de membrana hidráulica, Elevación de seno con balón, Perforación de membrana, Implantes dentales.*

Introducción

El maxilar posterior puede presentar dificultades para la colocación de implantes debido a la reabsorción ósea alveolar, la expansión del seno maxilar y la mala calidad ósea, así, se realiza una cirugía de elevación del suelo sinusal. (1,2). Uno de los desafíos de los métodos de elevación interno es controlar el volumen elevado y garantizar la integridad de la membrana de Schneider durante el procedimiento (3). La técnica de ventana lateral es la comúnmente utilizada, pero los pacientes suelen experimentar dolor e inflamación postoperatorios considerables, principalmente debido al desgarro de la membrana (4), el cual puede deberse a hallazgos anatómicos y a una experiencia quirúrgica limitada, pero predominantemente a una osteotomía inadecuada o de una separación incorrecta de la membrana (2,5). Las deficiencias de la técnica de Summers han motivado el desarrollo de nuevos métodos (4). Una de estos es el aumento asistido con balón, propuesto por Muronoi et al., (2). En esta técnica, se infla lentamente un balón con un inflador barométrico y una vez obtenida la elevación deseada, se desinfla el balón y se retira (6). La condensación hidráulica del seno, descrita por Chen y Cha, consiste en realizar una perforación en la cresta crestal y utilizar la presión de fluido del instrumento para elevar suavemente la membrana sinusal del suelo del seno (7). Hasta el momento, no se ha realizado una revisión sistemática que analiza y compara estas dos técnicas y se creyó justificado realizar la presente revisión cuyo objetivo fue revisar sistemáticamente la siguiente pregunta ¿En los pacientes con atrofia de los sectores posteriores maxilares que precisan de una elevación de seno, la técnica del balón sinusal respecto a la presión hidráulica a través del implante proporciona un menor riesgo de perforación de la membrana de Schneider? Para ello se evaluaron, en primer lugar, la tasa de perforación de la membrana y, en segundo lugar, la ganancia ósea, las complicaciones postoperatorias y la tasa de éxito y estabilidad primaria de los implantes.

Material y métodos

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (8).

- **Pregunta PICO:** El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

P (población): pacientes con maxilar posterior atrófico que se les ha realizado un procedimiento de elevación de seno maxilar.

I (intervención): Dispositivo de implante de elevación hidráulica.

C (comparación): Técnica del balón sinusal.

O (resultados):

- O1: Analizar el número de perforaciones de la membrana de Schneider.
- O2: Ganancia ósea.
- O3: Complicaciones postoperatorias.
- O4: Tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes.

- Criterios de elegibilidad:

Los criterios de inclusión fueron:

- Tipo de Estudio: Estudio de casos y control, cohortes retrospectivos y prospectivos, series de casos, Ensayos clínicos aleatorizados no controlados; estudios sobre individuos humanos, número de participantes ≥ 5 pacientes; Publicaciones en inglés, español o francés; Publicados hasta enero de 2023.
- Tipo de Paciente: Pacientes con atrofia ósea de los sectores posteriores maxilares tratados con elevación de seno. Pacientes que pueden o no ser fumadores.
- Tipo de Intervención: Elevación de la membrana de Schneider a través de un dispositivo de implante de elevación hidráulica o a través de la Técnica del balón sinusal
- Tipo de Variables de Resultados: Estudios que proporcionaran datos relacionados con el número de perforaciones de la membrana de Schneider como variable principal. Y como variables secundarias: Ganancia ósea, tasa de éxito y de estabilidad primaria de los implantes y complicaciones postoperatorias. Los criterios de exclusión fueron: revisiones, a propósito de un caso, cartas o comentarios al editor, informes de expertos, estudios experimentales in vitro, en animales y en cadáveres. Además, los estudios en los que se realizó el procedimiento de elevación de seno maxilar mediante ventana lateral, empleo de la técnica hidráulica que no utiliza el dispositivo de implante, pacientes con enfermedades y/o alteraciones del seno maxilar. Cuando fue necesario, se estableció contacto con los autores para aclarar la información que faltaba.

- Fuentes de información y estrategia de búsqueda: Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos anteriormente citadas (PubMed, Scopus y Web of Science) con las siguientes palabras clave: "maxillary sinus lift", "Antral membrane", "Posterior maxillary segment", "maxillary sinus", "minimally invasive surgical procedures", "maxillary sinus floor augmentation", "alveolar bone loss", "bone graft", "Schneiderian Membrane", "sinus elevation", "atrophic maxilla", "sinus lift procedure", "atrophic posterior maxilla", "augmentation, maxillary ridge", "augmentations, sinus floor", "hydraulic detachment", "hydraulic sinus condensing", "hydraulic elevation", "crestal hydraulic sinus lift", "hydraulic membrane elevation", "hydrostatic pressure", "dental implants", "minimally invasive antral membrane balloon"

elevation”, “balloon sinus lift”, “sinus lift balloon system”, “membrane perforation “. Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos “AND y OR”, así como con los términos controlados (“MeSH” para Pubmed) en un intento de obtener los mejores y más amplios resultados de búsqueda. La búsqueda en Pubmed fue la siguiente : (((((maxillary sinus lift) OR (bone augmentation)) OR (Antral membrane)) OR (Posterior maxillary segment)) OR (maxillary sinus[MeSH Terms])) OR (maxillary surgery)) OR (minimally invasive surgical procedures[MeSH Terms])) OR (maxillary sinus floor augmentation[MeSH Terms])) OR (bone graft)) OR (Schneiderian Membrane)) OR (sinus elevation)) OR (membrane elevation)) OR (atrophic maxilla)) OR (alveolar bone loss[MeSH Terms])) OR (sinus lift procedure)) OR (atrophic posterior maxilla)) OR (augmentation, maxillary ridge[MeSH Terms])) OR (augmentations, sinus floor[MeSH Terms])) AND ((hydraulic sinus condensing) OR (hydraulic detachment)) OR (hydraulic elevation)) OR (crestal hydraulic sinus lift)) OR (hydraulic membrane elevation)) OR (hydrostatic pressure [MeSH Terms])) OR (dental implants[MeSH Terms]))) OR ((minimally invasive antral membrane balloon elevation) OR (balloon sinus lift)) OR (sinus lift balloon system))) AND (membrane perforation) Filters: in the last 10 years. Con el fin de identificar cualquier estudio elegible que la búsqueda inicial podría haber perdido, se completó la búsqueda con una revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada uno de los estudios. Por otra parte, se llevó a cabo una búsqueda manual de artículos científicos de las siguientes revistas de cirugía e implantología bucal: The Chinese Journal of Dental Research, Journal of Periodontal Research, Journal of Oral Implantology and Implant Dentistry.

-Proceso de selección de los estudios: Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (EC, CRPV). En la primera etapa se filtraba por los títulos con el objeto de eliminar publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se realizaba el cribado por los resúmenes y se seleccionaba según el tipo de estudio, tipo de intervención, número de pacientes, y variables de resultado. En la tercera etapa se filtraba según la lectura del texto completo y se procedió a la extracción de los datos usando para ello un formulario de recogida de datos previamente elaborado para confirmar la elegibilidad de los estudios. Los desacuerdos entre los revisores, en cada una de las fases, se resolvieron mediante discusión y, cuando fue necesario, un tercer revisor fue consultado. El grado de acuerdo respecto a la inclusión de los estudios potenciales fue calculado por k-stadistics (Cohen kappa test) para la segunda y la tercera etapa de selección.

-Extracción de datos: La siguiente información fue extraída de los estudios y se dispuso en tablas según el tipo de procedimiento (técnica del balón sinusal o técnica hidráulica con implante): autores con el

año de publicación, tipo de estudio (Estudio de casos y control , cohortes retrospectivos y prospectivos, series de casos), número de pacientes, pacientes fumadores (número de cigarrillos al día), número de perforaciones de la membrana de Schneider, altura ósea alveolar residual preoperatoria (en milímetros), altura ósea postoperatoria (en milímetros) ganancia ósea final (en milímetros), complicaciones postoperatorias relacionadas con el procedimiento de elevación de seno (número, tipo de complicación y evolución), número de implantes dentales colocados en cada técnica, estabilidad primaria de los implantes (números), tasa de éxito de los implantes (porcentaje y criterios utilizados), tiempo de seguimiento de los implantes dentales (en meses), tipo de técnica radiográfica empleada para evaluar el éxito de los procedimientos, media de pérdida ósea marginal periimplantaria (milímetros), uso de colocación de biomaterial (sí, no, y en caso afirmativo el tipo de material empleado), cantidad de implantes no osteointegrados/fracasados en cada técnica, momento de la colocación de los implantes (1 fase o 2 fases) y tiempo del procedimiento quirúrgico (minutos).

- **Valoración de la calidad:** La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (EC, CRPV) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos. Para la evaluación de la calidad de los estudios observacionales no aleatorios, se utilizó la escala de Newcastle-Ottawa (9); se consideró “bajo riesgo de sesgo” en el caso de una puntuación de estrellas >6 y “alto riesgo de sesgo” en el caso de una puntuación ≤ 6 . Los estudios de series de casos se evaluaron mediante la escala MOGA. El grado de acuerdo inter-examinador de la evaluación de la calidad metodológica se obtuvo con la prueba kappa de Cohen, siguiendo la escala propuesta por Landis y Koch (10).

- **Síntesis de datos:** Con el objetivo de resumir y comparar estudios, se agruparon los datos medios de las principales variables para cada grupo de estudio. Dado que los datos medios encontrados en los estudios analizados procedían de muestras diferentes, se calculó la media ponderada para obtener resultados factibles. No se pudo realizar un metaanálisis debido a la falta de estudios aleatorios que comparen ambos procedimientos.

Resultados

- **Selección de estudios:** Se obtuvieron un total de 191 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline-PubMed (n=102), SCOPUS (n=65) y la Web of Science (n=16). Además, se obtuvieron 8 estudios adicionales a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). De estas publicaciones, 22 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos y resúmenes. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a

fondo. Como resultado, 17 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 2). El valor k para el acuerdo Inter examinador sobre la inclusión de los estudios fue de 0.90 (títulos y resúmenes) y 0.95 (textos completos) lo que indica un acuerdo "bueno" y "completo", respectivamente, según los criterios de Landis y Koch (10).

- **Análisis de las características de los estudios revisados:** De los 17 artículos incluidos en la presente revisión, 7 artículos describían la elevación del seno maxilar mediante la técnica con balón sinusal (6,11-16) 10 la técnica con dispositivo de implante de elevación hidráulica (7,17-25). 10 artículos fueron estudios de cohorte, 6 de estos fueron cohorte prospectivos (6,7,16,18,19,24). y 4 cohorte retrospectivos (17,21,22,25), 1 estudio de caso y control (23) y 6 serie de casos (11-15 ,20). Se trataron un total de 1045 pacientes: 821 tratados con la técnica de implante de elevación hidráulica, 234 mediante la técnica de balón sinusal. Se pusieron un total de 1959 implantes; 1626 mediante la técnica de implante de elevación hidráulica y 333 mediante la técnica de balón sinusal (Fig. 1).

- **Evaluación de la calidad metodológica:** Para los estudios observaciones no aleatorios, 5 fueron considerados de bajo riesgo de sesgo y 6 de alto sesgo (Fig. 2 y 3). Los estudios de series de casos fueron considerados de alto riesgo. El valor k (Cohen kappa test) sobre el acuerdo entre los revisores de la calidad metodológica fue de 0,88 según la escala de Landis & Koch (10).

- **Síntesis de resultados:**

Número de perforaciones de la membrana de Schneider: En relación con la técnica del balón sinusal, cinco estudios (6,11,13,15,16) sobre siete nos informan de que han ocurrido perforaciones de la membrana de Schneider, reportando un valor medio de **2,6 %**, rango mínimo de 1 (11,13,15,16) y rango máximo de 3 (6). Los casos en el que se producen desgarros (13) de la membrana que obligan al cirujano a modificar el procedimiento quirúrgico se decidió de incluirlas como perforaciones, de forma contraria en los estudios (6) donde las micropunciones de la membrana se han podido solucionar utilizando una membrana de fibrina rica en plaquetas (PRF) no se consideran como perforaciones y por tanto no vienen incluidas en el cálculo de la media. Es importante notificar que, aunque no se ha producido una perforación, en dos estudios (11,16) la rotura del balón sinusal ha aportado modificaciones durante el procedimiento quirúrgico ya que en un estudio (16) se procedió a realizar la elevación del seno maxilar mediante la técnica de Tatum y en el otro (11) a realizar el tratamiento 3 semanas después. En relación con la técnica del implante a presión hidráulica solo un estudio (17) nos informa de que han ocurrido

perforaciones de la membrana de Schneider, reportando un valor medio de **0,97%**, rango mínimo de 0 (7,18-25) y rango máximo de 8 (17) (Tabla 1).

Ganancia ósea: En relación con la técnica del balón sinusal, 7 estudios proporcionaron datos sobre la ganancia ósea (6,11-16). La ganancia ósea media fue de **9,5 mm** con un rango mínimo de 4,34 mm (12) y máximo de 10,7 mm (6). En cuanto a la técnica del implante a presión hidráulica, 6 estudios proporcionaron datos sobre la ganancia ósea (7,20,21,23-25). La ganancia ósea media fue de **10,3 mm** con un rango mínimo de 9,3 mm (21) y máximo de 12,78 mm (20). En esta técnica 4 estudios (20,21,24,25) reportan el valor de la desviación estándar, por tanto, se pudo calcular la media ponderada que fue de 1,25 mm. (Tabla 2). Es importante especificar que tres estudios (17-19) del autor Nahlieli y cols. fueron excluidos del cálculo porque no aportaban datos suficientes.

Complicaciones post operatorias relacionadas con el procedimiento de elevación: En esta revisión sistemática solo en 4 estudios (6,11,13,16) ocurrieron complicaciones relacionadas con el procedimiento de la técnica del balón sinusal y en 3 (17-19) con la técnica del implante a presión hidráulica. En cuanto a la técnica del balón sinusal, se informaron 21 complicaciones en un total de 234 pacientes vs 127 complicaciones en un total de 821 pacientes tratados mediante la técnica del implante, 8,97 % vs 15,4 % respectivamente. En el grupo del balón sinusal, la complicación postoperatoria más frecuente fue el fracaso de los implantes (n=17) debido en la mayoría de los casos a signos de infecciones locales y con consecuente retirada de los implantes. En la técnica del implante a presión hidráulica la complicación más frecuente fue el fracaso de los implantes, logrando un total de 61 implantes fracasados. Esto fue debido principalmente a signos de infecciones locales/ periimplantitis (n=23) (17-19) y a la falta de la osteointegración (n=19) (17,18) (Tabla 3).

Tasa de éxito y tasa de estabilidad primaria: Respecto al grupo de elevación del seno maxilar mediante la técnica del balón sinusal se evaluó la tasa de éxito, con una tasa media de 93,2%. En contra, la tasa de estabilidad primaria no se pudo evaluar porque ninguno de los estudios nos informa de este dato. El periodo de seguimiento varia desde 6 meses a un máximo de 1 año. El número total de implantes osteointegrados colocados mediante esta técnica son 316 y de los implantes fracasados son 17. Respecto al grupo de elevación del seno mediante técnica del implante la tasa media de éxito del implante fue del 96,0% en un rango mínimo de 6 meses y un máximo de 4 años y una tasa de

estabilidad primaria del 65,3%. El número total de implantes osteointegrados colocados mediante esta técnica son 1565 y de los implantes fracasados son 61 (Tabla 4).

Discusión

La falta de estudios aleatorios que comparen ambas técnicas hizo imposible realizar un metaanálisis, por lo que los resultados se mostraron de forma descriptiva.

Perforaciones de la membrana de Schneider: Los resultados de esta revisión sistemática, basada en 17 investigaciones científicas revelaron que la técnica del balón sinusal produce una mayor tasa de perforación de la membrana de Schneider (2,6% vs 0,98 %). En la literatura científica, las tasas de perforación comunicadas oscilan entre el 20% y el 50% en la elevación de seno mediante una técnica de acceso lateral (26). En cambio, en nuestra revisión estas técnicas mínimamente invasivas, demuestran unas tasas de perforación mucho más inferiores. Los estudios analizados evidencian que la técnica hidráulica mejora problemas importantes en comparación con las otras técnicas transrectales. Los resultados aportados podrían atribuirse a que este sistema de elevación hidráulica parece ser largamente estudiado tanto en ex-vivo como en humanos. Si nos centramos en el estudio de Pommer y cols. y Pommer y Watzek, estos autores han demostrado en cadáveres humanos que la membrana de Schneider se perfora a una tensión media de 7,3 N/mm², mientras que la presión ejercida manualmente con solución salina en una jeringa de 5 cm² se limita a aproximadamente 0,2 N/mm² (dos atmósferas); por lo tanto, el riesgo de perforación de la membrana parece ser extremadamente bajo (27,28). Aunque en la técnica del balón sinusal se utilizan sistemas que regulan la presión ejercida sobre la membrana, lo que puede generar un “obstáculo” y que es lo que diferencia las dos técnicas, es el mismo balón que puede llegar a romperse y complicar el procedimiento quirúrgico (11).

Ganancia ósea: Los resultados revelaron una ganancia ósea mayor con la técnica de implante a presión hidráulica reportando un valor medio de 10,3 mm. Consultando la literatura no encontramos autores que afirman que a través de las dos técnicas no se logra un notable incremento de la cresta ósea. Cabe mencionar que algunos artículos presentes en esta revisión no informaron detalladamente de la ganancia ósea y por tanto no se pudieron incluir en estos resultados (17,18,19,22). Un factor que puede explicar la diferencia en las dos técnicas puede ser que actualmente se ha demostrado que la perforación accidental de la membrana reduce el potencial de formación de hueso nuevo tras procedimientos de elevación de seno (29).

Complicaciones post operatorias relacionadas con el procedimiento de elevación: Diversas técnicas mínimamente invasivas de elevación indirecta del seno maxilar han surgido para superar la morbilidad quirúrgica asociada a la técnica convencional de ventana lateral (12). Los resultados revelan una mayor tasa de complicación con la técnica del implante a presión hidráulica 14,9 % respecto a la de balón sinusal 8,97%. En nuestro estudio, se decide incluir no solo las complicaciones biológicas postoperatorias sino también el número de los implantes fracasados. Es importante recordarlo porque en ambas técnicas las complicaciones más frecuentes fueron los implantes fracasados (17 vs 61). Otro factor es que la muestra de pacientes y consecuentemente el número de implantes es mucho mayor en la técnica de implante a presión hidráulica, por lo cual la tasa de complicaciones se ve influida por todos estos factores. En un estudio (16) incluido en la presente revisión se encontró una tasa de sinusitis aguda del 7,4% a diferencia de otros autores que informaron de tasas de supuración en procedimientos convencionales de elevación de seno del 5,6% (31) y el 3,5% (30,31). Nuestros resultados contrastantes se tienen una razón explicable y es que ese % más elevado en realidad corresponde sólo a dos pacientes, y ambos casos se resolvieron tras la administración de antibióticos. Por lo tanto, se considera que los resultados no difieren en gran medida (16).

Tasa de éxito y tasa de estabilidad primaria: En la literatura, se utilizan muchos criterios diferentes para determinar las tasas de éxito de los implantes dentales. La falta de criterios de éxito universalmente aceptados hace que la interpretación y comparación de los datos sea realmente difícil. En la presente revisión sistemática un éxito del 100% sugiere una implantación exitosa y una osteointegración de todos los implantes. Los resultados obtenidos evidencian altas tasas de éxito en ambas técnicas 96 % en la técnica del implante y 93,2% en la del balón sinusal. A favor de que las técnicas con un abordaje mínimamente invasivo producen altos % de éxito, tenemos una revisión sistemática de Tan y cols., en la cual se identificó una tasa media de éxito de implantes del 92,8% (32) y un estudio del autor Soardi y cols. nos informó de una tasa de éxito del 94,9% (33). Un factor clave y controvertido puede ser que la perforación de la membrana pueda influir en la tasa de éxito de los implantes, porque, por sí misma, puede causar otras complicaciones, como un mayor riesgo de infección debido a la comunicación con otros senos o el riesgo de migración de las partículas del injerto al seno (34). Otro factor es que, en el maxilar posterior atrófico, la estabilidad primaria es más difícil de conseguir debido al hueso que, en la mayoría de los casos, está más meduloso (calidad tipo IV). Dado que la retención mecánica inicial del implante o la estabilidad primaria es más difícil de conseguir en hueso de baja calidad, existe la creencia de que la preparación del lecho implantario mediante osteótomos condensa el hueso, reubicándolo y

mejorando así la densidad ósea local, el contacto hueso-implante (BIC) y, en consecuencia, la estabilidad primaria del implante. Varios estudios que utilizan densitometría radiográfica han hallado aumentos significativos del grosor trabecular, reducción de su separación, así como aumentos histomorfométricos del BIC tras la condensación ósea (35). La tasa de estabilidad primaria de los implantes fue pobremente referenciada en los estudios revisados. A pesar de las limitaciones, ambas técnicas proporcionan buenos resultados, aunque la técnica del implante a presión hidráulica parece garantizar una menor tasa de perforación de la membrana de Schneider. Sin embargo, la evidencia actual es limitada debido a un número de muestra inadecuado y a la falta de información sobre la calidad metodológica.

BIBLIOGRAFIA:

1. Starch-Jensen T, Dalsgaard Jensen J. No 3 | e3 | p.1 J Oral Maxillofac Res. 2017;8(3):2.
2. Schwarz L, Unger E, Watzek G, Pommer B. Novel devices to prevent membrane perforation in transcrestal sinus floor augmentation surgery. *Recent Pat Biomed Eng.* 2013;6(3):179–87.
3. Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. Maxillary sinus augmentation. *J Indian Soc Periodontol.* 2018 Nov 1;22(6):468–73.
4. Lopez MA, Bassi MA, Confalone L, Carinci F. Maxillary sinus floor elevation via crestal approach: the evolution of the hydraulic pressure technique. *J Craniofac Surg.* 2014;25(2).
5. Toffler M, Rosen PS. Complications with transcrestal sinus floor elevation: Etiology, prevention, and treatment. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment: Second Edition.* Wiley Blackwell; 2015. 427–456 p.
6. Kfir E, Goldstein M, Yerushalmi I, Rafaelov R, Mazor Z, Kfir V, et al. Minimally Invasive Antral Membrane Balloon Elevation - Results of a Multicenter Registry. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009 Oct;11:e83–91.
7. Better H, Slavescu D, Barbu H, Cochran DL, Chaushu G. Minimally Invasive Sinus Lift Implant Device: A Multicenter Safety and Efficacy Trial Preliminary Results. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014 Aug;16(4):520–6.
8. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336–41.
9. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *Eur J Epidemiol.* 2010 Sep [;25(9):603–5.
10. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers *Biometrics.* 1977 Jun;33(2):363-74.

11. Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol*. 2006 ;32(1):26–33.
12. Dhandapani RB, Baskaran S, Arun KV, Kumar TSS. Minimally invasive maxillary sinus elevation using balloon system: A case series. *J Indian Soc Periodontol*. 2016 Jul 1 ;20(4):468.
13. Kfir E, Kfir V, Eliav E, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation: report of 36 procedures. *J Periodontol*. 2007 Oct ;78(10):2032–5.
14. Mazor Z, Kfir E, Lorean A, Mijiritsky E, Horowitz RA. Flapless approach to maxillary sinus augmentation using minimally invasive antral membrane balloon elevation. *Implant Dent*. 2011 ;20(6):434–8.
15. Penarrocha-Diago M, Galan-Gil S, Carrillo-Garcia C, Penarrocha-Diago D, Penarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Jan;17(1):E122–8.
16. Lopez-Quiles J, Melero-Alarcon C, Cano-Duran JA, Sanchez-Martinez-Sauceda EI, Ortega R. Maxillary sinus balloon lifting and deferred implantation of 50 osseointegrated implants: a prospective, observational, non-controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018 Oct;47(10):1343–9.
17. Nahlieli O, Boiangiu A, Abramson A, Aba M, Nahlieli D, Srouji S. Graftless sinus floor augmentation with an internal-port implant: long-term experience. *Quintessence Int*. 2019;50(7):560–7.
18. Nahlieli O. Dynamic implant valve approach for dental implant procedures. *Chin J Dent Res*. 2014;17(1):15–21.
19. Abba M, Nahlieli O, Zagury A, Michaeli E, Bruck N, Nahlieli D, et al. Four-years' experience with dynamic implants with internal port for minimally invasive sinus elevation. *Quintessence Int*. 2016 Mar;47(8):93.
20. Tallarico M, Meloni S, Xhanari E, Pisano M, Cochran D. Minimally Invasive Sinus Augmentation Procedure Using a Dedicated Hydraulic Sinus Lift Implant Device: A Prospective Case Series Study on Clinical, Radiologic, and Patient-Centered Outcomes. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017 Jan;37(1):125–35.
21. Chaushu L, Chaushu G, Better H, Naishlos S, Kolerman R, Aragoneses JM, et al. Sinus augmentation with simultaneous, non- submerged, implant placement using a minimally invasive hydraulic technique. *Medicina (Lithuania)*. 2020 Feb 1;56(2).

22. Mijiritsky E, Barbu H, Lorean A, Shohat I, Danza M, Levin L. Use of implant-derived minimally invasive sinus floor elevation: A multicenter clinical observational study with 12- To 65-month follow-up. *Journal of Oral Implantology*. 2016 Aug 1;42(4):343–8.
23. Better H, Chaushu L, Nissan J, Xavier Samuel and Tallarico M, Chaushu G. The Feasibility of Hapless Approach to Sinus Augmentation Using an Implant Device Designed According to Residual Alveolar Ridge Height. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTICS & RESTORATIVE DENTISTRY*. 2018 Jul;38(4):601–6.
24. Tallarico M, Cochran DL, Xhanari E, Dellavia C, Canciani E, Mijiritsky E, et al. Crestal sinus lift using an implant with an internal L-shaped channel: 1-year after loading results from a prospective cohort study. *Eur J Oral Implantol*. 2017 Sep;10(3):325–36.
25. Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM. A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. *JOURNAL OF CRANIO-MAXILLOFACIAL SURGERY*. 2016 Aug;44(8):1089–94.
26. Hernández-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Jan;19(1):91–8.
27. Pommer B, Unger E, Sütö D, Hack N, Watzek G. Mechanical properties of the Schneiderian membrane in vitro. *Clin Oral Implants Res*. 2009 Jun;20(6):633–7.
28. Gel-pressure technique for flapless transcrestal maxillary sinus floor elevation: a preliminary cadaveric study of a new surgical technique. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Sep-Oct;24(5):817-22.
29. Kolerman R, Tal H, Moses O. Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane. *J Periodontol*. 2008 Nov;79(11):2104–11.
30. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Jan-Feb;21(1):81-5.
31. Cordaro L, Bosshardt DD, Palattella P, Rao W, Serino G, Chiapasco M. Maxillary sinus grafting with Bio-Oss® or Straumann® Bone Ceramic: Histomorphometric results from a randomized controlled multicenter clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(8):796–803.
32. Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part I: Lateral approach. *J Clin Periodontol*. 2008;35:216–40.

33. Soardi E, Cosci F, Checchi V, Pellegrino G, Bozzoli P, Felice P. Radiographic Analysis of a Transalveolar Sinus-Lift Technique: A Multipractice Retrospective Study With a Mean Follow-Up of 5 Years. *J Periodontol*. 2013 Aug;84(8):1039–47.
34. Ding X, Zhu XH, Wang HM, Zhang XH. Effect of sinus membrane perforation on the survival of implants placed in combination with osteotome sinus floor elevation. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2013 Mar;24(2).
35. Toffler M, Rosen PS. Complications with transcrestal sinus floor elevation: Etiology, prevention, and treatment. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment: Second Edition*. Wiley Blackwell; 2015. 427–456 p.

Financiamiento: ninguno declarado.

Conflicto de interés: ninguno declarado.

Tabla 1: Resultados descriptivos de las perforaciones de la membrana de Schneider recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	Nº PERFORACIONES DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER
ESTUDIOS BALON SINUSAL		
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	27	1
<i>Dhandapani y cols. (2016) (12)</i>	9	0
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	1
<i>Mazor y cols. (2011) (14)</i>	20	0
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	112	3 perforaciones
		9: micropunción de la membrana
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	36	1
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	24	1
TOTAL MEDIA (%)		2,6 %

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	Nº PERFORACIONES DE LA MEMBRANA DE SCHNEIDER
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA		
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	0
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	331	8
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	0
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	30	0
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	0
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	0
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	62	0
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	172	0
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	18	0
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	63	0
TOTAL MEDIA (%)		0,97%

Tabla 2: Resultados descriptivos de la ganancia ósea recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	ALTURA ÓSEA INICIAL (± SD)	ALTURA ÓSEA FINAL (± SD)	GANANCIA ÓSEA	SD
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL					
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	27	3,82 mm	12,04 mm	8,10 mm	± 3,45 mm
<i>Dhandapani y cols. (2016) (12)</i>	9	6,16 mm	10,50 mm	4,34 mm	-
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	3,38 mm	9,32 mm	5,34 mm	-
<i>Mazor Z y cols. (2011) (14)</i>	20	2 a 6 mm	11 mm	7 mm	-
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	112	3.8 ± 2.1	11–18 mm (rango)	10,7 mm	
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	36	3.4 ± 2.1	12.9 ± 3.5	9.5 mm	-
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	24	GRUPO 1: 3,7 ± 2,1 mm GRUPO 2: 3,5 ± 2,3 mm	GRUPO 1: 10 – 17 (rango) GRUPO 2: 10-18 (rango)	9,8 mm 10,5 mm	-
TOTAL MEDIA PONDERADA				9,5 mm	

AUTORES Y AÑO	Nº PACIENTES	ALTURA ÓSEA INICIAL (± SD)	ALTURA ÓSEA FINAL (± SD)	GANANCIA ÓSEA	SD
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA					
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	Grupo control: 4,21 ± 0,5 mm Grupo de estudio: 5,44 ± 0,76 mm	Grupo control: 13,51 mm Grupo estudio: 13,24 mm	Grupo control: 9,3 mm Grupo estudio: 7,80 mm	Grupo control: ± 0,5 mm Grupo estudio: ± 0,5 mm
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	331	Grupo A: 3 a 5 mm Grupo B: 5 a 8 mm	-	-	-
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	4,6 mm	6,4 mm	11 mm	-
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	30	4,64 ± 0,86 mm	16,86 mm	12,22 mm	± 3,13 mm
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	4,78 ± 0,88 mm.	8 mm	12,78 mm	± 2,18 mm
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	5,24 ± 1 mm	-	-	-
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	62	5,2±1 mm	5,7 mm	10,9 mm	±2,43 mm
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	172	< 5 mm >5 mm	-	-	-
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	18	5,5 mm	5,7 mm	11,2 mm	
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	63	< 5 mm >5 mm	-	-	-
TOTAL MEDIA PONDERADA				10,3 mm	1,25 mm

Tabla 3: Resultados descriptivos de las complicaciones postoperatorias con la técnica del balón sinusal vs técnica del implante a presión hidráulica.

AUTORES Y AÑO	COMPLICACIONES	NO COMPLICACIONES	Nº PACIENTES
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL			
Lopez-Q y cols. (2018) (16)	6 1: Sangrado primeras 24h 3: fracaso del implante por falta de osteointegración 2: sinusitis aguda durante 1 mes	24	27
Dhandapani y cols. (2016) (12)	0	9	9
Peñarocha y cols. (2012) (15)	0	5	6
Mazor Z y cols. (2011) (14)	0	20	20
Kfir y cols. (2009) (6)	12 1: infección y fístula oroantral 11: fracasos del implante	111	112
Kfir y cols. (2007) (13)	2 Fracaso del implante	36	36
Kfir y cols. (2006) (11)	1 Fracaso del implante	24	24
TOTAL MEDIA (%)	8,97 %		

AUTORES Y AÑO	COMPLICACIONES	NO COMPLICACIONES	Nº PACIENTES												
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA															
Chaushu y cols. (2020) (21)	0	50	50												
Nahlieli y cols. (2019) (17)	63	299	331												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grupo A (3 – 5 mm)</th> <th>Grupo B (5-8 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº 4 = infecciones/periimplantitis</td> <td>Nº 4 = infecciones/periimplantitis</td> </tr> <tr> <td>Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción</td> <td>Nº 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria</td> </tr> <tr> <td>Nº 8 = Falta de osteointegración</td> <td>Nº 5 = Falta de osteointegración</td> </tr> <tr> <td>Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> <td>Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> </tr> <tr> <td>Nº 21 = fracaso del implante</td> <td>Nº 12 = fracaso del implante</td> </tr> </tbody> </table>	Grupo A (3 – 5 mm)	Grupo B (5-8 mm)	Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	Nº 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria	Nº 8 = Falta de osteointegración	Nº 5 = Falta de osteointegración	Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	Nº 21 = fracaso del implante	Nº 12 = fracaso del implante		
Grupo A (3 – 5 mm)	Grupo B (5-8 mm)														
Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 4 = infecciones/periimplantitis														
Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	Nº 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria														
Nº 8 = Falta de osteointegración	Nº 5 = Falta de osteointegración														
Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	Nº 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración														
Nº 21 = fracaso del implante	Nº 12 = fracaso del implante														
Better y cols. (2018) (23)	0	40	40												
Tallarico y cols. (2017) (24)	0	30	30												
Tallarico y cols. (2016) (20)	0	18	18												
Levin y cols. (2016) (22)	0	37	37												
Tallarico y cols. (2016) (25)	0	62	62												
Nahlieli y cols. (2016) (19)		168	172												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>0-2 años seguimiento</th> <th>2-4 años seguimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>38</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Nº 4 = infecciones/periimplantitis</td> <td>Nº 4 = infecciones/periimplantitis</td> </tr> <tr> <td>Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción</td> <td>Nº 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración</td> </tr> <tr> <td>Nº 6 = Falta de osteointegración</td> <td>Nº 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Nº 5: fracaso del implante</td> </tr> </tbody> </table>	0-2 años seguimiento	2-4 años seguimiento	38	15	Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	Nº 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración	Nº 6 = Falta de osteointegración	Nº 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria		Nº 5: fracaso del implante		
0-2 años seguimiento	2-4 años seguimiento														
38	15														
Nº 4 = infecciones/periimplantitis	Nº 4 = infecciones/periimplantitis														
Nº 1 = Complicaciones tras la colocación de implantes inmediatos en zonas de extracción	Nº 2 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración														
Nº 6 = Falta de osteointegración	Nº 1 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria														
	Nº 5: fracaso del implante														

	N° 3 = Pérdida de estabilidad de los componentes de restauración N° 2 = Hiperplasia de la mucosa periimplantaria N° 16: fracaso del implante N°6: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)	N°3: complicaciones asociadas a trastornos sistémicos (diabetes)		
	53			
Better y cols. (2014) (7)	0		18	18
Nahlieli y cols. (2014) (18)	11		59	63
	N° 4: infecciones locales N° 7: fracasos de los implantes			
TOTAL MEDIA (%)	14,9 %			

Tabla 4: Resultados descriptivos de la tasa de éxito y de estabilidad primaria recogidas por los estudios.

AUTORES Y AÑO	Nº IMPLANTES	TASA DE ESTABILIDAD PRIMARIA	TASA DE ÉXITO	SEGUIMIENTO (MESES)
ESTUDIOS BALÓN SINUSAL				
<i>Lopez-Q y cols. (2018) (16)</i>	50	-	74	6
<i>Peñarrocha y cols. (2012) (15)</i>	6	-	100	12
<i>Mazor Z y cols. (2011) (14)</i>	37	-	100	6
<i>Kfir y cols. (2009) (6)</i>	219	-	95	9
<i>Kfir y cols. (2007) (13)</i>	72	-	97,2	8
<i>Kfir y cols. (2006) (11)</i>	-	-	1º grupo: 91,6 2º grupo: 100	8
TOTAL MEDIA PONDERADA (%)			93,2 %	
AUTORES Y AÑO	Nº IMPLANTES	TASA DE ESTABILIDAD PRIMARIA	TASA DE ÉXITO	SEGUIMIENTO (MESES)
ESTUDIOS IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA				
<i>Chaushu y cols. (2020) (21)</i>	50	-	100	17,5
<i>Nahlieli y cols. (2019) (17)</i>	722	-	95,4	518 implantes = 18 meses 159 = 4 años
<i>Better y cols. (2018) (23)</i>	40	-	100	-
<i>Tallarico y cols. (2017) (24)</i>	50	65,2 ± 5,4	-	15,8 ± 2,1
<i>Tallarico y cols. (2016) (20)</i>	18	65,5	-	10,8 ± 2,8
<i>Levin y cols. (2016) (22)</i>	37	-	100	24,81±13
<i>Tallarico y cols. (2016) (25)</i>	64	-	100	23,0 ± 9,5
<i>Nahlieli y cols. (2016) (19)</i>	378	-	94,5	24
<i>Better y cols. (2014) (7)</i>	23	-	100	8,7 meses
<i>Nahlieli y cols. (2014) (18)</i>	218	-	96,8	18 meses
TOTAL MEDIA PONDERADA (%)		65,3	96%	

Fig. 1: Características de los estudios incluidos

VARIABLES DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS		IMPLANTE A PRESIÓN HIDRÁULICA	BALÓN SINUSAL	TOT
Tipo de estudio	Estudio de cohorte retrospectivo	4	-	4
	Estudio de cohorte prospectivo	4	2	6
	Estudio de caso y control	1	-	1
	Serie de casos	2	4	6
N° pacientes (rango mínimo máximo)		18-331	6-112	1045
N° perforaciones membrana de Schneider		8	7	15
Tiempo de seguimiento		≥6 meses	≥6 meses	

Fig. 2: PRISMA flowchart of searching and selection process of titles during systematic review.

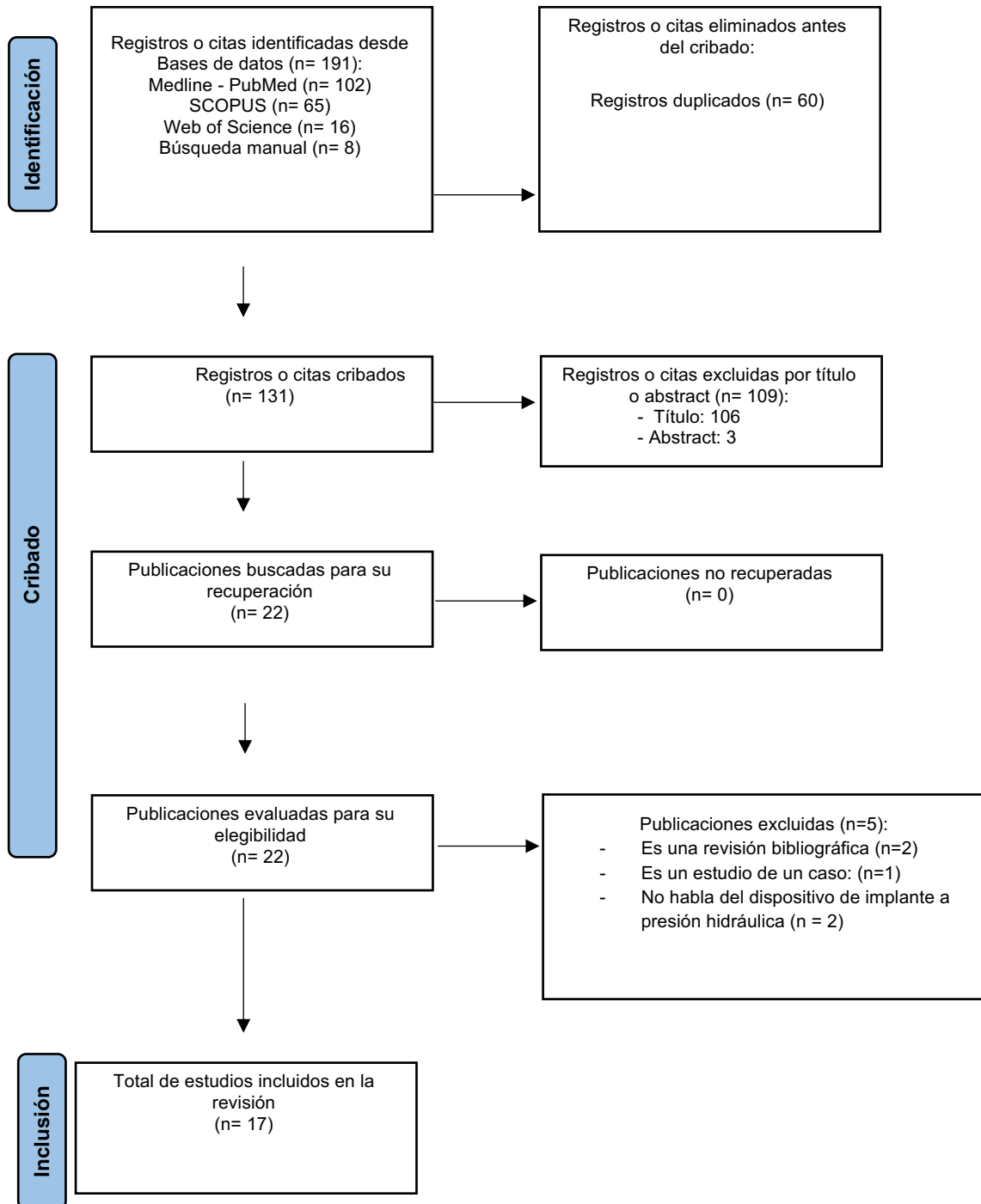


Fig. 3: Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no aleatorios con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observacionales con grupo control no aleatorios.

	Definición de los casos	Representatividad	Selección de los controles	Definición de los controles	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (cualquier otra variable)	Comprobación de la exposición	Mismo método para ambos grupos	Tasa de abandonos	Total
Better y cols. 2018 (23)	★	★	-	★	★	★	★	-	-	6

Fig. 4: Medición del riesgo de sesgo de los estudios observacionales no aleatorios con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observaciones cohortes no grupo control.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comprobación exposición	Demstración no presencia variable interés al inicio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Chaushu y cols. 2020 (21)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Nahlieli y cols. 2019 (17)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Lopez-Quiles y cols. 2018 (16)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Tallarico y cols. 2017 (24)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Levin y cols. 2016 (22)	★	-	★	★	-	-	★	★	-	5
Nahlieli y cols. 2016 (19)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6
Tallarico y cols. 2016 (20)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Better y cols. 2014 (7)	★	-	★	★	★	-	★	★	-	6
Nahlieli y cols. 2014 (18)	★	-	★	★	★	-	★	★	★	7
Kfir y cols. 2009 (6)	★	-	★	★	-	-	★	★	★	6