

Recibido:
11-VIII-2019

Complicaciones quirúrgicas de la elevación de seno maxilar en implantología

Aceptado:
30-IX-2019

Publicado en línea:
9-X-2019

Surgical Complications Associated to Maxillary Sinus Floor Elevation in Implantology

Deisy E. Quispe Damián DDS, MSc¹; Carmen T. Castro-Ruiz DDS, MSc²; Gerardo Mendoza Azpur DDS, MSc³

1. Especialista, Periodoncia e Implantología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
2. Profesora, Especialidad de Periodoncia e Implantología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
3. Coordinador, Especialidad de Periodoncia e Implantología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Autor para correspondencia: Dra. Carmen T. Castro-Ruiz - dra.castroruiz@gmail.com

RESUMEN: La elevación de piso de seno maxilar ha sido sumamente documentada en implantología como una técnica segura y predecible en el procedimiento de ganancia vertical ósea, en el maxilar posterior atrófico. Sin embargo, conjuntamente se han reportado complicaciones en este procedimiento, las cuales podrían poner en peligro los resultados de la regeneración, y por consiguiente la colocación del implante. El propósito de esta revisión de literatura es exponer y analizar diferentes complicaciones que pueden presentarse en la elevación de piso de seno maxilar.

PALABRAS CLAVES: Seno Maxilar, Piso de Seno, Elevación de Piso de Seno, Membrana, Septum.

ABSTRACT: Maxillary sinus floor elevation has been extensively documented as a safe and predictable procedure for gaining vertical bone height in the atrophic posterior maxilla. Even though, complications have been reported, which can potentially jeopardize the outcome of the regeneration and implant therapy. Therefore, the purpose of this literature review is to present, debate and analyze the different complications that can occur during a sinus floor elevation.

KEYWORDS: Maxillary Sinus; Sinus Floor; Sinus Floor Augmentation; Membrane; Septum.

INTRODUCCIÓN

La restauración de pacientes edéntulos en la zona maxilar supero-posterior con implantes dentales es un desafío debido a la calidad y cantidad deficiente de hueso alveolar que se encuentra frecuentemente en esta área. La elevación de seno maxilar a través de la membrana de Schneider es una de las técnicas más predecibles para la reconstrucción de pacientes con atrofia del maxilar, utilizando la técnica de ventana lateral reportada por Tatum y Boyne (1,2) en los 80, o por la vía transcresal descrita por Summers (3). Así mismo, se ha reportado una alta tasa de supervivencia de 93.3% a 98% de implantes colocados luego de una elevación de piso de seno maxilar (4).

A pesar de la alta predictibilidad de este tratamiento, elementos propios de la anatomía de seno como la altura ósea vertical residual, la presencia de septos sinusales, el grosor de la pared lateral, la anatomía vascular, el contorno del seno, el tipo de densidad ósea y el número de dientes que serán reemplazados pueden predisponer a complicaciones asociadas (5). Algunas complicaciones que han sido descritas son perforación de la membrana de Scheneider, sinusitis, cambio en la presión intrasinusal y nasal, imposibilidad de colocación de los implantes dentales, hemorragia, y reacción autoinmune a los implantes (6,7). Esta revisión reconoce dos objetivos: conocer las principales complicaciones que ocurren durante la elevación de seno y describir las variaciones anatómicas que están relacionadas a complicaciones, reportadas en la literatura científica.

PRINCIPALES COMPLICACIONES DURANTE LA ELEVACIÓN DE SENO MAXILAR

Las funciones principales del seno maxilar son reducir el peso del cráneo, mejorar el sentido del olfato, humidificación y calefacción del aire durante el proceso de respiración, así como modular la calidad y las propiedades de la voz

(8,9). El seno maxilar puede sufrir diversos cambios después de una exodoncia; un ejemplo frecuente es la neumatización de este, que se ha determinado, aumenta el riesgo de una posible fistula orosinusal, el desplazamiento del implante al interior del seno o incluso imposibilita la colocación del implante. Esta expansión puede ser atribuida al aumento de la actividad osteoclástica de la membrana de Schneider y al aumento en la presión positiva (10-16). También se ha observado, en pacientes edéntulos parciales y totales, que la posición de la arteria alveolar superior posterior (ASP) se encuentra acortada con respecto al piso del seno maxilar o cresta alveolar. Además, se ha correlacionado que, a medida que estas distancias disminuyen, el ancho medio-lateral del seno aumenta (11,12). También, se ha encontrado una mayor expansión del seno en dirección apico-coronal, especialmente si las raíces de los dientes se encontraron dentro del seno, y una mayor expansión inferior del seno cuando la distancia de la punta de la raíz del diente al piso del seno es menor (13).

PERFORACIÓN DE MEMBRANA

Una de las complicaciones más frecuentes es la perforación de la membrana de Schneider con una prevalencia de 7%- 44% (17). Diferentes factores podrían contribuir a una perforación de membrana como el uso de instrumentos rotatorios, hueso residual en altura deficiente, pacientes fumadores y cambios en el espesor de la membrana (18).

Entre los problemas asociados a la perforación de membrana se han reportado la infección aguda del seno, hinchazón, sangrado, dehiscencia en la herida y pérdida del injerto óseo colocado (19-22). De igual forma, hay controversia en la literatura respecto a si la perforación de membrana influye en el fracaso de implantes o no hay asociación (23-26). En una reciente revisión sistemática y meta-análisis de estudios clínicos, concluyeron

que hubo una reducción significativa en la pérdida de implantes en senos no perforados, comparados con senos que fueron perforados. Hubo una correlación positiva estadísticamente significativa entre la tasa de implantes fallidos y el número de perforaciones de la membrana sinusal. La tasa de fracaso de implantes fue de 10.3%, cuando los implantes fueron colocados en esos sitios, mientras que la tasa de implantes perdidos fue de 2.4% en sitios no perforados (17). Se refiere que, como consecuencia de estas perforaciones, grandes o pequeñas, habría la posibilidad de que estos materiales de injerto puedan iniciar una inflamación local, ocasionando incluso una sinusitis crónica, perdiendo parte o todo el material de injerto, pudiendo ocasionar la pérdida del implante incluso antes de ser sometido a fuerzas oclusales.

LESIÓN DE LA ARTERIA ALVEOLAR SUPERIOR POSTERIOR (ASP)

El suministro de sangre al seno maxilar, está proporcionado por 4 ramas principales: la arteria alveolar superior posterior, la arteria infraorbitaria, la arteria palatina descendente y la arteria esfenopalatina. El abordaje de la técnica de ventana lateral, es la que presenta mayor riesgo en dañar los vasos sanguíneos en esa área, especialmente la arteria ASP. (Fig. 1) La posibilidad y el grado de severidad de la hemorragia dependen del diámetro de la arteria (29-31). Por lo tanto, es de suma importancia realizar un adecuado estudio pre quirúrgico del área, usando técnicas avanzadas, como el uso de la tomografía computarizada (CBCT). (Fig. 2) El uso de las CBCTs, ha demostrado ser una herramienta indispensable para el diagnóstico e identificación de estructuras anatómicas para una correcta elección de abordaje quirúrgico, en especial cuando la arteria ASP es mayor a 0.5 mm (32,33). Varios factores y variables de pacientes, como edad, género, estado de dentición, volumen de seno, altura y ancho pueden influenciar en la localización de la arteria.

La presencia y el tamaño de la arteria han sido asociados y clasificados de acuerdo al canal intra-óseo en: canal intra-óseo no identificado, canal intra-óseo con un diámetro <1 mm, canal intra-óseo con un diámetro 1-2 mm y canal intra-óseo con un diámetro 2-3 mm. Se ha reportado que arterias con un diámetro menor a 1 mm son de fácil manipulación y generalmente no provocan un sangrado profuso, teniendo una prevalencia del 68.1%. Por otro lado, las arterias de diámetros mayores a 1 mm suponen complicaciones quirúrgicas que deben ser tomadas en cuenta y tienen una prevalencia del 31.9% (34). Velasco-Torres *et al.* (35), muestran que en pacientes mayores hay una reducción de la distancia de la arteria al piso de seno, y un aumento en el diámetro de la arteria. Esto significaría una reducción del área del seno y posiblemente se requiera modificar la altura de osteotomía de la ventana del seno. De igual manera, se encontró en este estudio que el estado de dentición influencia la localización de la arteria en relación al piso de seno, cresta alveolar, volumen sinusal y la distancia desde el piso de seno y la cresta alveolar hasta el meato nasal. Así mismo, se refiere que la arteria ASP se presenta en un 10% a 30% de los casos donde realizaremos la osteotomía para la ventana lateral para la elevación de seno maxilar (35).

VARIACIONES ANATÓMICAS QUE ESTÁN RELACIONADAS A COMPLICACIONES

CONTORNO DEL SENO MAXILAR

Se ha observado que la morfología del seno posee un papel muy importante en el procedimiento de elevación de seno. Cho *et al.* (36), refieren que el ángulo entre las paredes alveolares bucal y palatina definido como ángulo A, está relacionado con el riesgo de perforación. Siendo las zonas de los premolares las que presentan ángulos más agudos por lo que el riesgo de perforación en esa área es más elevado. Otro de los ángulos

formados que presentaría mayor dificultad durante la elevación de seno, incrementando el riesgo de perforar la membrana, es el formado por el proceso nasopalatino (PNP) descrito inicialmente por Chan *et al.* (37). (Fig. 3) Este consta de una intersección de dos líneas imaginarias correspondientes a la zona más baja de la pared lateronasal y a la pared del paladar del seno maxilar. En una revisión sistemática se demostró que el PNP se ubicó más cerca al reborde crestal en la zona de molares que en premolares, dando como resultado un ángulo más obtuso en zona de molares, permitiendo una zona de mayor acceso. Por otro lado, el PNP presentó un ángulo agudo en las zonas de premolares lo que dificultaría la elevación de la membrana en esa área y está presente en un 15%. Asimismo, se refiere que esto podría aumentar la tensión en la membrana lo que a su vez se ve reflejado en un incremento de la incidencia de perforación a ese nivel. Niu *et al.* (38), presentaron un nuevo sistema de clasificación, donde describen características clínicas y de distribución de contornos. Hicieron una división de 5 tipos de contorno de seno maxilar en una imagen coronal que abarca las paredes palatina y bucal: tipo A estrecho-cónico, tipo B cónico, tipo C ovoide, tipo D cuadrado, tipo E irregular. Además, para cada tipo se describieron subtipos, los 4 primeros tipos compartían los siguientes subtipos: subtipo 1 cuando no hay presencia de proceso palatino-bucal, subtipo 2 cuando hay presencia de proceso palatino-bucal, subtipo 3 cuando hay presencia de proceso palatino-nasal. Para el quinto tipo, el tipo E, se describieron los siguientes subtipos: subtipo 1 si la raíz del diente se introducía dentro del seno, subtipo 2 si el piso del seno era irregular, y subtipo 3 si poseía septum o exostosis en el piso de seno. Esta clasificación permitiría un análisis ordenado de la morfología del seno y la consiguiente toma de decisiones en el plan de tratamiento.

SEPTUM MAXILAR

Los septos intrasinusales pueden ser definidos como proyecciones de hueso cortical dentro del seno maxilar, que pueden llegar a dividir el seno maxilar en dos o más cavidades (39). Es necesario para un buen diagnóstico y ubicación de septum el uso de CBCT, ya que se le ha asociado con complicaciones durante el procedimiento de elevación de seno, como por ejemplo la perforación de la membrana de Schneider. Se le ha detectado en un 21.6% a 66.7% de los pacientes, con mayor presencia en pacientes edéntulos que en pacientes dentados. Así mismo, se ha encontrado la formación de septos secundarios acompañando la pérdida de piezas dentarias, debido a la neumatización irregular del piso de seno (40,41).

Se han propuesto muchas clasificaciones de acuerdo a su ubicación y orientación. Irinakis *et al.* (42) presentan la incidencia de septo según su orientación de 34,2% en la clase I (orientación medio lateral o buco-lingual/plano coronal), 5.1% clase II (orientación antero-posterior/sagital) y de 1.3% clase III (orientación horizontal /plano transversal). Lee *et al.* (43) manifestaron tasas de prevalencia de 50.0% en la región media, 27.3% en la región anterior y 22.7% en la región posterior del seno maxilar. Manifestaron también que una de las razones porque los septos se ubicaron con mayor frecuencia en la región media sería debido a la mayor pérdida de molares en relación con los premolares, lo que podría conducir al desarrollo de septos secundarios. En valores muy similares, Maestre-Ferrin *et al.* (41), encontró la siguiente prevalencia: región media 60%, región posterior 22.5% y región anterior 17.5%. Se reportó también la variabilidad en las alturas de los septos con respecto a las diferentes regiones. Las alturas promedio de los septos ubicados en las regiones

lateral, media y medial fueron 4.39 mm, 5.56 mm y 6.44 mm, respectivamente (44,45).



Fig. 1. Identificación de la Arteria Alveolar Superior Posterior en un corte tomográfico.



Fig. 2. Contorno de senos maxilares mostrados por tomografía computadorizada.



Fig. 3. Ángulo del Proceso Nasopalatino obtuso asociado con un menor riesgo de perforación de membrana de Schneider.

DISCUSIÓN

Se describe como una de las principales causas de las complicaciones en el procedimiento

de levantamiento de seno, la falta de conocimiento de la anatomía del seno maxilar y de las diferentes variaciones anatómicas que este puede presentar después de la pérdida de piezas dentarias postero-superiores. A su vez se resalta que para evitar estas complicaciones es fundamental la evaluación previa de una tomografía computadorizada (CBCT), en la que se puede detectar cambios en la altura de reborde residual, densidad ósea, espesor de la membrana, espesor en la pared lateral y la presencia de septum. Dentro de las diversas complicaciones reportadas durante el abordaje de la elevación de la membrana de Schneider, se ha reportado como la más frecuente la perforación de la membrana con un 44%, seguida de las variaciones de la arteria alveolar superior posterior con 10-30% de ocurrencia (21, 35).

Monje *et al.*, (46) coincidiendo en resultados con los estudios de Park *et al.* (47) y Garaicoa C *et al.* (48), analizaron 6,062 medidas de cortes tomográficos en 433 rebordes atróficos post extracción de maxilares posteriores. Encontraron en la pared lateral del seno, en relación con la concavidad, que en premolares se presentaba una mayor concavidad en relación con el proceso nasopalatino. Así mismo, se observó como resultado del trazado de líneas imaginarias, un ángulo más agudo en comparación a la zona de las molares que presentó una forma convexa al plano. Según lo expuesto, es necesario tener en cuenta estas características anatómicas con las que se podría pronosticar complicaciones, y a su vez determinar la elección en el uso de instrumentos o incluso la forma de abordaje quirúrgico, durante la elevación de la membrana de Schneider y procedimientos de regeneración.

El uso de exámenes auxiliares como la CBCT nos muestra, según Monje *et al.*, (49) que la altura de reborde residual influye en la densidad ósea. Se presentó que la fracción volumétrica ósea es claramente influenciada por la altura de reborde, quiere decir cuanto menor es la altura ósea, menos

denso es el hueso en el maxilar postero-superior. Estos resultados son similares a los reportados por Ulm *et al.* (50) y Trisi P *et al.* (51). A su vez, una altura ósea deficiente ha sido asociada a una falta de estabilidad primaria del implante. Se ha reportando, en caso de aumento de seno maxilar y colocación de implante simultáneamente, un riesgo incrementado de migración del implante dentro del seno como lo reporta Galindo *et al.* (6) en 2011. En este estudio de 14 pacientes, se presentaron 15 implantes dentro del seno maxilar, encontrándose una relación estadísticamente significativa entre la altura de hueso residual de 5-7mm y el incremento de la migración de implante. Según la literatura, esta es considerada la altura ósea residual mínima para lograr un aumento de seno en una sola fase quirúrgica con colocación de implantes, para lograr la estabilidad primaria requerida (52).

Además, es de resaltar que el uso adecuado de la CBCT juega un rol muy importante en la ubicación de septum durante la planificación para un adecuado abordaje quirúrgico. Se debe tener en consideración que la prevalencia de septum es relativamente frecuente describiéndose esta entre un 13% y 35.3% en estudios donde la unidad de análisis ha sido por número de senos, y entre un 21.6% y 66.7% en estudios donde la unidad de análisis ha sido por número de pacientes (41,45). Sin embargo, se observa gran variabilidad en las cifras reportadas entre los estudios. En un estudio de Klalighi *et al.* (53) fue de 68.4% semejante a lo encontrado en el estudio de Van Zyl and Van Heerden (54). Por el contrario, en el estudio de Gosau *et al.* (55), Ella *et al.* (56) se encontraron valores menores a 27% y 39% respectivamente, lo que se podría explicar debido a que se realizaron análisis tomográficos con diferentes tamaños de corte y muestras de tamaño disimil. Según Klalighi *et al.* (53), con respecto a la localización, se encontró mayor presencia de septum en zonas

de premolares (26.7%) comparado con zonas de molares (73.3%). Valores similares reportaron Malec *et al.* (40) (66%9), Neugebauer *et al.* (57) (79.6%), y Kim *et al.* (58) (74.5%).

Según lo revisado, las diversas variaciones anatómicas del seno maxilar podrían predisponer a complicaciones quirúrgicas que en los casos más graves impedirían la culminación del tratamiento regenerativo y por ende la colocación de los implantes dentales. Es por ello de suma importancia conocer la variaciones anatómicas del seno maxilar, como: el espesor de la membrana de Schneider, espesor de la pared lateral del seno del maxilar, contorno del seno maxilar, relación entre el proceso naso palatino, presencia de septum y ubicación, y la altura del hueso residual; y de ese modo poder realizar una apropiada planificación mediante los métodos auxiliares como la tomografía cone beam, para una correcta elección de la técnica de abordaje quirúrgico que nos permita realizar un tratamiento exitoso (59,60).

CONCLUSIONES

El procedimiento de elevación de seno es un procedimiento confiable para el soporte de implantes dentales, sin embargo, hay que tener en cuenta que las estructuras anatómicas del maxilar posterior atrófico siguen un patrón morfológico variado, siendo necesario y fundamental el análisis minucioso para evitar complicaciones en el tratamiento de levantamiento de seno. En la prevención o disminución de complicaciones de esta técnica, es imprescindible el uso del CBCT para identificar los patrones morfológicos del seno maxilar, así como para identificar estructuras como septums y la arteria alveolar superior posterior, que según su localización y sus diferentes manifestaciones influirán en el plan de tratamiento de levantamiento de seno.

REFERENCIAS

1. Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin N Am.* 1986; 30 (2): 207-229.
2. Boyne P. J., James R. A. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg.* 1980; 38 (8): 613-616.
3. Summers R. B. The osteotome technique: part 4—future site development. *Compend Contin Educ Dent.* 1995; 16 (11): 1090, 92 passim; 94-96, 98, quiz 99.
4. Bornstein M. M., Chappuis V., von Arx T., Buser D. Performance of dental implants after staged sinus floor elevation procedures: 5-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Clinical Oral Implants Res* 2008; 19: 1034-1043.
5. Chan H. L., Monje A., Suarez F., Benavides E., Wang H. L. Palatonasal recess on medial wall of maxillary sinus and clinical implications for sinus augmentation via lateral window approach. *J Periodontol* 2013; 84: 1087-1093.
6. Galindo-Moreno P., Padial-Molina M., Avila G., Rios H. F., Hernández-Cortés P., Wang H. L. Complications associated with implant migration into the maxillary sinus cavity. *Clin Oral Implants Res.* 2012; Oct; 23 (10): 1152-60.
7. Von Arx T., Fodich I., Bornstein M. M., Jensen S. S. Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29 (3): 718-26.
8. Sharan A., Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: A radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008; 23: 48-56.
9. Tepper G., Haas R., Schneider B., et al. Effects of sinus lifting on voice quality. A prospective study and risk assessment. *Clin Oral Implants Res.* 2003; 14: 767-774.
10. Galindo-Moreno P., Moreno-Riestra I., Ávila-Ortiz G., et al. Predictive factors for maxillary sinus augmentation outcomes: A case series analysis. *Implant Dent.* 2012; 21: 433-440.
11. Velasco-Torres M., Padial-Molina M., Avila-Ortiz G., et al. Maxillary Sinus Dimensions Decrease as Age and Tooth Loss Increase. *Implant Dent* 2017; 26: 288-295.
12. Velasco-Torres M., Padial-Molina M., Alarcón J. A., et al. Maxillary sinus dimensions with respect to the posterior superior alveolar artery decrease with tooth loss. *Implant Dent.* 2016; 25: 464-470.
13. Sharan A., Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: A radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008; 23: 48-56.
14. Tolstunov L., Thai D., Arellano L. Implant-guided volumetric analysis of edentulous maxillary bone with cone beam computerized tomography scan maxillary sinus pneumatization classification. *J Oral Implantol.* 2012; 38: 377-390.
15. Barak M. M., Lieberman D. E., Hublin J. J. A Wolff in sheep's clothing: Trabecular bone adaptation in response to changes in joint loading orientation. *Bone.* 2011; 49: 1141-1151.
16. Chappard D., Basle M. F., Legrand E., et al. Trabecular bone microarchitecture: A review. *Morphologie.* 2008; 92: 162-170.
17. Al-Moraissi E., Elsharkawy A., Abotaleb B., Alkebsi K., Al-Motwakel H. Does intraoperative perforation of Schneiderian membrane during sinus lift surgery causes an increased the risk of implants failure? A systematic review and meta regression analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018; 20 (5): 882-889.

18. Insua A., Monje-Gil F., Garcia-Caballero L., Caballe-Serrano J., Wang H. L., Monje A. Mechanical characteristics of the maxillary sinus Schneiderian membrane ex vivo. *Clin Oral Investig.* 2018; 22 (3):1139-1145.
19. Schwartz-Arad D., Herzberg R., Dolev E. The prevalence of surgical complications of the sinus graft procedure and their impact on implant survival. *J Periodontol.* 2004; 75 (4): 511-516.
20. Levin L., Herzberg R., Dolev E., Schwartz-Arad D. Smoking and complications of onlay bone grafts and sinus lift operations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19 (3): 369-373.
21. Nkenke E., Schlegel A., Schultze-Mosgau S., Neukam F. W., Wiltfang J. The endoscopically controlled osteotome sinus floor elevation: a preliminary prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002; 17 (4): 557-566.
22. Proussaefs P., Lozada J., Kim J., Rohrer M. D. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19 (3): 413-420.
23. Ardekian L., Oved-Peleg E., Mactei E. E., Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 64(2):277-282.
24. Froum S. J., Khouly I., Favero G., Cho S. C. Effect of maxillary sinus membrane perforation on vital bone formation and implant survival: a retrospective study. *J Periodontol.* 2013; 84 (8): 1094-1099.
25. Proussaefs P., Lozada J., Kim J. Effects of sealing the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a pilot study in humans. *J Oral Implantol.* 2003; 29 (5): 235-241.
26. Hernandez-Alfaro F., Torradeflot M. M., Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res.* 2008; 19 (1): 91-98.
27. Kim Y. K., Hwang J. Y., Yun P. Y. Relationship between prognosis of dental implants and maxillary sinusitis associated with the sinus elevation procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013 ; 28 (1): 178-183.
28. Al-Dajani M. Incidence, risk factors, and complications of Schneiderian membrane perforation in sinus lift surgery: a meta-analysis. *Implant Dent.* 2016; 25 (3): 409-415.
29. Chan H. L., Wang H. L. Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. *Implant Dent.* 2011; 20: 406-412.
30. Elian N., Wallace S., Cho S. C., et al. Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005; 20: 784-787.
31. Stern A., Green J. Sinus lift procedures: An overview of current techniques. *Dent Clin North Am.* 2012; 56: 219-233.
32. Morant J. J., Salvado M., Hernandez-Giron I., et al. Dosimetry of a cone beam CT device for oral and maxillofacial radiology using Monte Carlo techniques and ICRP adult reference computational phantoms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2013; 42 (3): 92555893.
33. Naitoh M., Katsumata A., Nohara E., et al. Measurement accuracy of reconstructed 2-D images obtained by multi-slice helical computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2004; 15: 570-574.
34. Hayek E., Nasseh I., Hadchiti W., et al. Location of posterosuperior alveolar artery and correlation with maxillary sinus anatomy. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2015; 35: e60-e65.
35. Velasco-Torres M., Padial-Molina M., A. Alarcón J., O'Valle F., Catena A., Galindo Moreno P. Maxillary sinus dimensions with respect to the posterior superior alveolar artery decrease with tooth loss. *Implant Dent.* 2016; 25 (4): 464-70.
36. Cho S. C., Wallace S. S., Froum S. J., Tarnow D. P. Influence of anatomy on Schneiderian

- membrane perforations during sinus elevation surgery: three-dimensional analysis. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001; 13: 160-163.
37. Chan H. L., Monje A., Suarez F., Benavides E., Wang H. L. Palatonasal recess on medial wall of the maxillary sinus and clinical implications for sinus augmentation via lateral window approach. *J Periodontol.* 2013; 84 (8): 1087-1093.
 38. Niu L., Wang J., Yu H., Qiu L. New classification of maxillary sinus contours and its relation to sinus floor elevation surgery. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018; 20 (4): 493-500.
 39. Underwood, A. S. An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J. Anat. Physiol.* 1910; 44: 354-69.
 40. Malec M., Smektała T., Trybek G., Sporniak-Tutak K. Maxillary sinus septa: prevalence, morphology, diagnostics and implantological implications. Systematic review. *Folia Morphol* 2014; 73 (3): 259-266.
 41. Maestre-Ferrín L., Galán-Gil S., Rubio-Serrano M., PeñarrochaDiago M., Peñarrocha-Oltra D. Maxillary sinus septa: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2010; 15 (2): 383-386.
 42. Irinakis T., Dabuleanu V., Aldahlawi S. Complications During Maxillary Sinus Augmentation Associated with Interfering Septa: A New Classification of Septa. *The Open Dentistry Journal,* 2017; 11, 140-150.
 43. Lee W. J., Lee S. J., Kim H. S. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *J Periodontal Implant Sci.* 2010; 40 (2): 56-60.
 44. Qian L., Tian X. M., Zeng L., Gong Y., Wei B. Analysis of the morphology of maxillary sinus septa on reconstructed cone-beam computed tomography images. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 74: 729-737.
 45. Maestre-Ferrín L., Carrillo-García C., Galán-Gil S., Peñarrocha-Diago M., Peñarrocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: panoramic radiograph versus computed tomography scan. *J Oral Maxillofac Surg.* 201; 69 (2): 507-11.
 46. Monje A., Urban I. A., Miron R. J., Caballe-Serrano J., Buser D., Wang H. L. Morphologic Patterns of the Atrophic Posterior Maxilla and Clinical Implications for Bone Regenerative Therapy. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017; 37 (5): e279-e289.
 47. Park S. H., Brooks S. L., Oh T. J., Wang H. L. Effect of ridge morphology on guided bone regeneration outcome: Conventional tomographic study. *J Periodontol* 2009; 80: 1231-1236.
 48. Garaicoa C., Suarez F., Fu J. H., et al. Using cone beam computed tomography angle for predicting the outcome of horizontal bone augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: 717-723.
 49. Monje A., Monje F., González-García R., Suarez F., Galindo-Moreno P., García nogales A., Wang H. L. Influence of atrophic posterior maxilla ridge height on bone density and microarchitecture. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015; 17 (1): 111-9.
 50. Ulm C., Kneissel M., Schedle A., et al. Characteristic features of trabecular bone in edentulous maxillae. *Clin Oral Implants Res* 1999; 10: 459-467.
 51. Trisi P., Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res* 1999; 10: 1-7.
 52. Rios, H.F., Avila, G., Galindo, P., Bratu, E. & Wang, H.-L. (2009) The influence of remaining alveolar bone upon lateral window sinus augmentation implant survival. *Implant Dentistry* 18: 402-412.
 53. Khalighi Sigaroudi A., Dalili Kajan Z., Rastgar S., Neshanqdar Asli H. Frequency of different maxillary sinus septal patterns found on cone-beam computed tomography and predicting the associated risk of sinus membrane perforation during sinus lifting. *Imaging Sci Dent.* 2017; 47 (4): 261-267.

54. Van Zyl A. W., Van Heerden W. F. A retrospective analysis of maxillary sinus septa on reformatted computerized tomography scans. *Clin Oral Implants Res.* 2009; 20 (12): 1398-401.
55. Gosau M., Rink D., Driemel O., Draenert F. G. Maxillary sinus anatomy: a cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec (Hoboken).* 2009; 292 (3): 352-4.
56. Ella B., Noble Rda C., Lauverjat Y., Sédarat C., Zwetyenga N., Siberchicot F., Caix P. Septa within the sinus: effect on elevation of the sinus floor. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 46 (6): 464-7.
57. Neugebauer J., Ritter L., Mischkowski R. A., Dreiseidler T., Scherer P., Ketterle M., Rothamel D., Zöllner J. E. Evaluation of maxillary sinus anatomy by cone-beam CT prior to sinus floor elevation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010; 25 (2): 258-65.
58. Kim M. J., Jung U. W., Kim C. S., Kim K. D., Choi S. H., Kim C. K., Cho K. S. Maxillary sinus septa: prevalence, height, location, and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis. *J Periodontol.* 2006; 77 (5): 903-8.
59. Raghoobar G. M., Onclin P., Boven G. C., Vissink A., Meijer H. J. A. Long-term effectiveness of maxillary sinus floor augmentation: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol.* 2019; 21: 307-318.
60. Takeda D., Hasegawa T., Saito I., Arimoto S., Akashi M., Komori T. A radiologic evaluation of the incidence and morphology of maxillary sinus septa in Japanese dentate maxillae. *Oral Maxillofac Surg.* 2019; 23 (2): 233-237.



Attribution (BY-NC) - (BY) You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggest the licensor endorses you or your use. (NC) You may not use the material for commercial purposes.