

Cálculo prequirúrgico para determinar el volumen de injerto necesario en la técnica abierta de elevación de seno maxilar

Caamaño D*, Padrón N**, Martínez IM***, Suárez JM****.

RESUMEN

Justificación: Uno de los aspectos que debemos tener en cuenta a la hora de planificar una cirugía de elevación de seno maxilar es la cantidad de material de injerto que vamos a necesitar para lograr una adecuada disponibilidad ósea a este nivel.

Objetivos: El objetivo principal del presente estudio es calcular, de manera prequirúrgica, el volumen de injerto necesario para la posterior realización de una elevación de seno maxilar mediante la técnica abierta o de ventana lateral, y la rehabilitación mediante implantes dentales de 12 mm de longitud.

Material y método: Utilizamos imágenes CBCT de 68 pacientes, 26 hombres y 42 mujeres, con una edad comprendida entre 40 y 76 años, con una media de 60 años. Fueron estudiados un total de 116 senos maxilares. Para la determinación del volumen de injerto necesario en cada caso, empleamos el software ITK-SNAP®, diseñado para la segmentación de estructuras en imágenes médicas.

Resultados: El volumen medio de injerto necesario para lograr una altura de 13 mm fue de 1321.5 mm³ para el seno maxilar derecho, con un rango de 366.4 a 3178.0. Para el seno maxilar izquierdo, el volumen medio fue de 1503.5 mm³, con un rango de 308.3 a 5940.0 mm³.

Conclusión: Consideramos que el software ITK-SNAP® es una herramienta útil en la planificación de una cirugía de elevación de seno maxilar, ya que nos permite el cálculo en mm³ del volumen de injerto de manera prequirúrgica, así como su visualización en 3D.

Palabras clave: Elevación de seno, volumen de injerto, ITK-SNAP®, CBCT.

ABSTRACT

Purpose: One of the aspects that we must take into account when planning a maxillary sinus lift surgery is the amount of graft material that we will need to achieve an adequate increase in bone availability at this level.

Objectives: The main objective of the present study is to calculate, in a presurgical way, the graft volume necessary to perform a maxillary sinus lift using the open or side window technique, and the subsequent rehabilitation using 12 mm dental implants of length.

Material and method: We used CBCT images of 68 patients, 26 men and 42 women, aged between 40 and 76 years, with an average of 60 years. A total of 116 maxillary sinuses were studied. To determine the necessary graft volume in each case, we used ITK-SNAP® software, designed for the segmentation of structures in medical images.

Results: The mean graft volume necessary to achieve a height of 13 mm was 1321.5 mm³ for the right maxillary sinus, with a range of 366.4 to 3178.0. For the left maxillary sinus, the mean volume was 1503.5 mm³, with a range of 308.3 to 5940.0 mm³.

Conclusion: We consider that the ITK-SNAP® software is a useful tool in the planning of a maxillary sinus lift surgery, since it allows us to calculate the graft volume in mm³ in a presurgical way, as well as its visualization in 3D.

Keywords: Sinus lift, graft volume, ITK-SNAP®, CBCT.

(*) Caamaño Martínez, Domingo.
Licenciado en Odontología por la Universidad de Santiago de Compostela. Master en Terapéutica Dental (USC). Especialista Universitario en Implantología Oral (USC). Diploma de Estudios Avanzados (USC).

(**) Padrón González, Natalia
Licenciada en Odontología por la Universidad de Santiago de Compostela. Postgrado en Atención Odontológica en Pacientes Especiales y Médicamente Comprometidos (USC). Diploma de Estudios Avanzados (USC).

(***) Martínez Silva, Isabel María.
Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Santiago de Compostela.

(****) Suárez Quintanilla, José María.
Profesor Titular de Cirugía Oral. Universidad de Santiago de Compostela.

Correspondencia:

Domingo Caamaño Martínez. C/ Santa Uxía nº 9 - 15960 Ribeira. A Coruña.
E-mail: domingocaamanho@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la rehabilitación oral mediante la utilización de implantes osteointegrados es una de las opciones terapéuticas más solicitadas, y se ha convertido en un procedimiento rehabilitador seguro y predecible. Sin embargo, en muchas ocasiones, nos encontramos con una escasa o nula disponibilidad ósea, por lo que es preciso recurrir previamente a técnicas quirúrgicas de reconstrucción de las zonas que deseamos tratar.

Cuando estas circunstancias se producen en la región posterior del maxilar superior, uno de los procedimientos más empleados es la elevación de seno maxilar, que consiste en la realización de una ventana ósea a nivel de la pared lateral del seno maxilar, seguida de un despegamiento y elevación de la membrana de Schneider, creando un espacio entre esta y el suelo del seno, que a continuación es rellenado mediante el empleo de hueso, ya sea este autólogo, homólogo o heterólogo, o bien mediante la utilización de otros biomateriales.

A la hora de planificar una cirugía de este tipo, el clínico debe plantearse diversas cuestiones, como son el número de implantes necesarios para una correcta rehabilitación, la técnica de elección en cada caso, la cantidad de milímetros que es necesario elevar el suelo sinusal y qué cantidad de material de injerto necesita para lograr dicha elevación. Centrándonos en este último aspecto, no abundan en la literatura trabajos que tengan, como objetivo principal, el cálculo prequirúrgico del volumen de injerto necesario para la realización de esta técnica.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización del presente estudio utilizamos las imágenes obtenidas mediante tomografía computerizada de haz cónico (CBCT), pertenecientes al archivo de datos de la Unidad de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Santiago de Compostela, que fueron realizadas con fines diagnósticos, previa firma por parte de los pacientes del necesario consentimiento informado. Los CBCT fueron tomados mediante el dispositivo *i-CAT* (Imaging Sciences, Hatfield, PA, USA).

Todos los datos de los pacientes se trataron de acuerdo a lo establecido por la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. También este estudio fue examinado y valorado por el Comité de Bioética de la Universidad de Santiago de Compostela, dictaminando que el protocolo experimental cumplía los requisitos éticos exigidos.

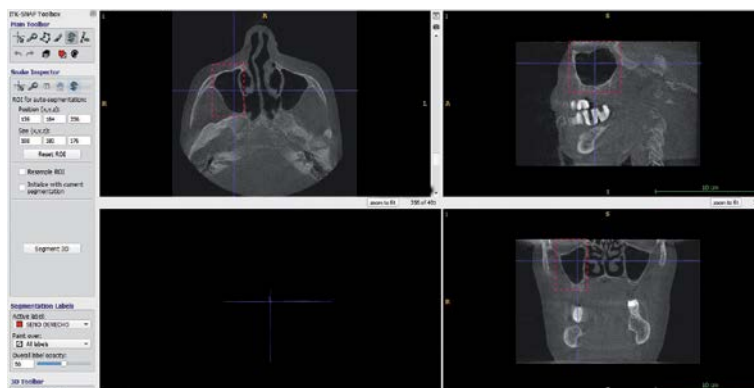


FIGURA 1



FIGURA 2

Tras descartar los estudios que no cumplían los requisitos exigidos, fueron incluidos un total de 68 pacientes, 26 hombres y 42 mujeres, con una edad comprendida entre 40 y 76 años, con una media de 60 años. Fueron estudiados un total de 116 senos maxilares.

Para realizar la selección de las imágenes seleccionadas, definimos los siguientes criterios de inclusión y exclusión: Criterios de inclusión:

- Pacientes que presentasen a nivel del maxilar superior sectores posteriores edéntulos, de manera parcial o total, pudiendo ser de manera unilateral o bilateral.
- Todos ellos debían presentar una altura ósea menor de 8 mm desde la cresta residual al suelo sinusal.
- Los pacientes debían otorgar su consentimiento para que sus imágenes diagnósticas puedan ser utilizadas en trabajos de investigación.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con patología quística o tumoral en esta región.
- Pacientes que hayan sido sometidos a alguna intervención quirúrgica en la zona.
- Pacientes que presenten grandes defectos, malformaciones y/o grandes asimetrías en estas regiones.
- Pacientes que no hubiesen cumplido alguno de los protocolos administrativos establecidos por el estudio.

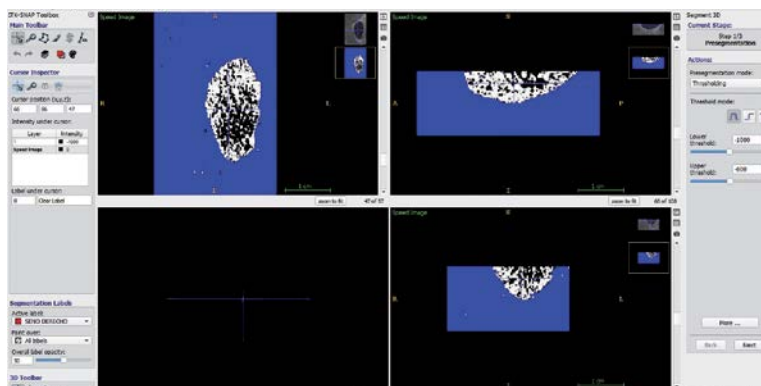


FIGURA 3

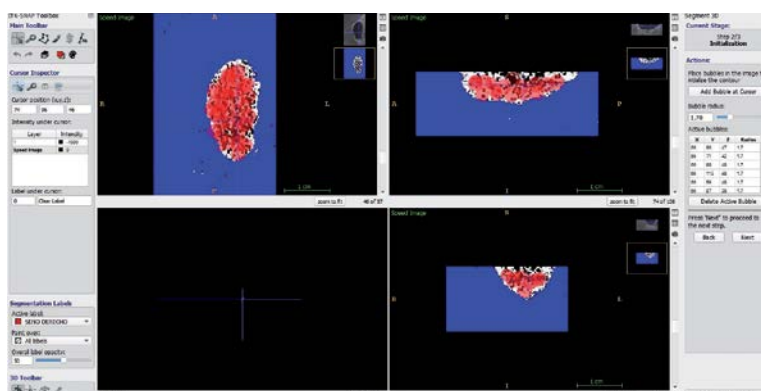


FIGURA 4

Anonimización de las imágenes.

Una vez que realizamos la selección del CBCT que cumplía los criterios de selección requeridos para nuestro estudio, y de acuerdo con la normativa vigente de la ley de protección de datos, procedimos a la anonimización de los datos de carácter personal que puedan aparecer reflejados en el mismo. Para ello empleamos el software DicomCleaner TM, que es una herramienta gratuita de código abierto, que permite al usuario importar, eliminar y /o reemplazar información del encabezado y guardar archivos DICOM.

Realización de las mediciones.

Para llevar a cabo las mediciones, empleamos el programa ITK-SNAP®. Se trata de una aplicación de software utilizada para segmentar estructuras en imágenes médicas en 3D. Ha sido desarrollada por Paul Yushkevich, Ph.D., del Penn Image Computing and Science Laboratory (PICSL) de la Universidad de Pennsylvania, y Guido Gerig, Ph.D., del Scientific Computing and Imaging Institute (SCI) de la Universidad de Utah, cuyo objetivo fue crear una herramienta que estuviese dedicada a una función específica, la segmentación, y fuese fácil de usar y aprender. ITK-SNAP® es gratuita, de código abierto y multiplataforma. Proporciona una segmentación semiautomática utilizando métodos de contorno activos, así como delineación manual y navegación de imágenes¹.

En nuestro estudio hemos utilizado la versión 3.6.

Cálculo prequirúrgico del volumen de injerto necesario para la colocación de implantes de 12 mm de longitud.

Una vez que importamos las imágenes del CBCT seleccionado en formato DICOM, seleccionamos aquella con la que deseamos trabajar. Una vez abierta, procedemos a seleccionar los cortes en los que se aprecia correctamente el área anatómica a estudiar (Figura 1).

En primer lugar, iremos a la casilla "Segmentation", y entre las opciones que nos muestra, seleccionamos el apartado "Label Editor", que nos ofrece la opción de etiquetar cada región que deseamos segmentar asignándole un color propio. En este caso, elegimos el color rojo para el seno maxilar derecho y el color verde para el seno maxilar izquierdo.

En el corte sagital, marcamos una altura de 13 mm desde el reborde alveolar, ya que aunque estamos planificando la posterior rehabilitación con implantes de 12 mm de longitud, sumaremos un milímetro de profundidad a la longitud del implante, para así poder contar con un margen de seguridad y evitar en lo posible la entrada en el seno y la consiguiente perforación de la membrana de Schneider.

Para ello, iremos a la casilla "Line and Ruler Mode", que nos dotará de una regla que nos permitirá marcar la altura deseada (Figura 2).

A continuación, empleamos la herramienta "Snake ROI Tool", para seleccionar la región de interés para la segmentación de contorno activa semiautomática, y pulsaremos la casilla "Segment 3D" para que comience el proceso.

Procedemos entonces a realizar el ajuste de los valores threshold (límites/umbrales) superior e inferior, así como la smoothness (suavidad). En este caso, trabajamos con un límite threshold inferior con unos valores en torno a -1000, y un límite threshold superior con unos valores en torno a -600.

Asimismo, el valor para el parámetro smoothness fue de 3 (Figura 3).

De todas formas, deberemos ajustar estos valores de forma individualizada cada vez que realicemos una segmentación, hasta que logremos una imagen precisa de lo que queramos aislar. Cuando estemos satisfechos con la imagen lograda, iremos a la casilla "Next." En este momento, empezaremos a añadir burbujas en los espacios seleccionados de las imágenes a segmentar, pudiendo seleccionar el tamaño de las mismas, hasta lograr un llenado de los mismos (Figura 4). En el paso 3/3 seleccionaremos la velocidad (Size Speed) y oprimiremos la tecla "Play" para que comience el proceso de segmentación, permitiéndonos la visualización del mismo.

Cuando observemos que la segmentación esté correctamente realizada, finalizaremos la misma oprimiendo la tecla "Finish". Nos aparecerá en la pantalla la segmentación de la imagen seleccionada, en este caso el volumen de injerto, en los cortes axial, sagital y coronal. En este momento, pulsaremos la tecla "Update", y se cargará la imagen tridimensional del área segmentada en la ventana inferior izquierda de la pantalla (Figura 5).

A continuación, repetimos el proceso de segmentación para el seno maxilar izquierdo (Figuras 6,7 y 8). Una vez completado, obtendremos las imágenes correspondientes a los dos injertos segmentados (Figura 9).

En este momento, vamos a la tecla de "Volumen and Statistics" y nos aparece en la pantalla los volúmenes medidos expresados en milímetros cúbicos (Figura 10). Esta aplicación de software nos permite la visualización tridimensional de ambos injertos en la misma pantalla, así como la posibilidad de desplazar los mismos en los diferentes planos del espacio, permitiéndonos observar su morfología desde todos los ángulos posibles. Por último, guardamos la imagen segmentada y el espacio de trabajo asignándole un nombre determinado.

Este software nos permite obtener una imagen tridimensional del injerto necesario para poder colocar implantes de esta longitud, calculando su volumen en milímetros cúbicos, para poder planificar de la manera más exacta posible la cantidad de biomaterial que necesitaremos emplear. La justificación de la medida de implantes seleccionada se basa en que consideramos que en la actualidad, para rehabilitar la región posterior del maxilar mediante implantes, cuando la altura de la cresta ósea sea de aproximadamente 8 mm, es posible recurrir a la utilización de implantes cortos (aquellos con una longitud igual o menor de 8 mm) sin necesidad de realizar una cirugía de elevación de seno maxilar.

Por otro lado, consideramos que los implantes con una longitud de 12 mm son los más habitualmente utilizados en aquellos casos que se ha realizado un injerto en el seno maxilar. De todas formas, cabe destacar que ITK-SNAP® nos permite delimitar la altura que nosotros deseemos, calculando el injerto necesario en mm³.

RESULTADOS

En este estudio fueron incluidos un total de 68 pacientes, 26 hombres y 42 mujeres, con una edad comprendida entre 40 y 76 años, con una media de 60 años. Fueron estudiados un total de 116 senos maxilares.

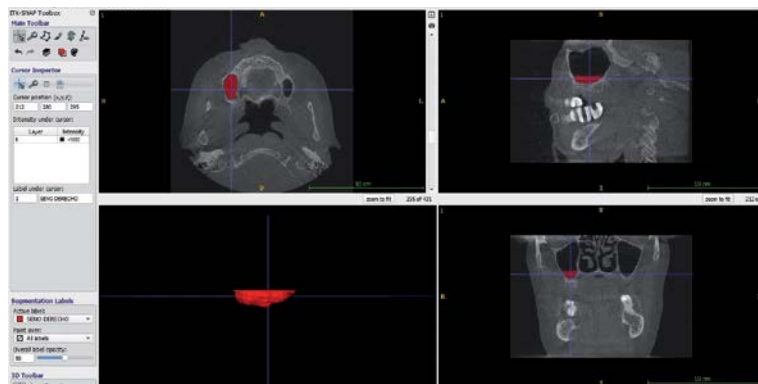


FIGURA 5

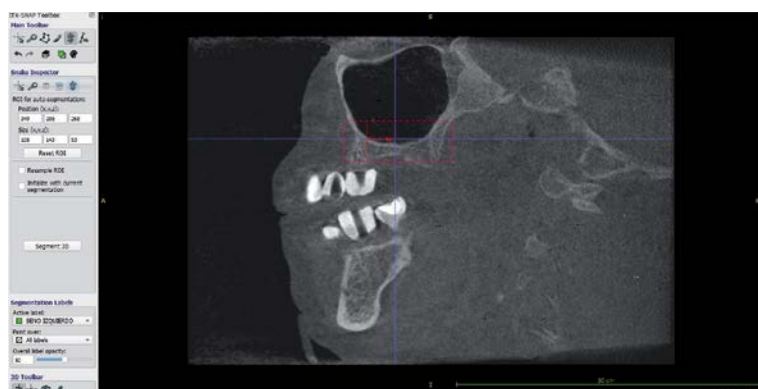


FIGURA 6

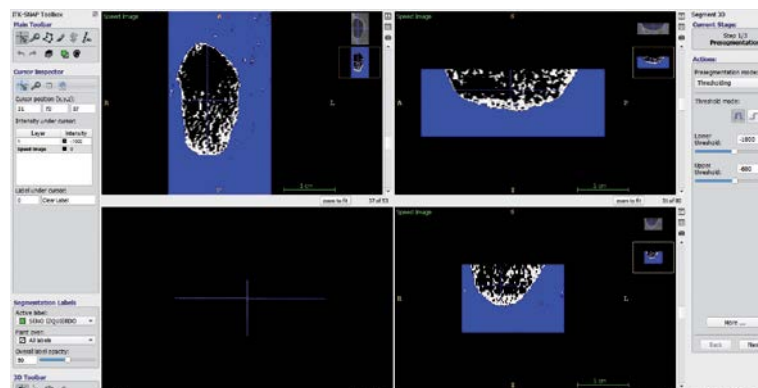


FIGURA 7

En el lado derecho, el volumen máximo de injerto para una altura de 13 mm fue de 3178.0 mm³, y el volumen mínimo fue de 366.4 mm³, con una media de 1321.5 mm³.

La media en el grupo de las mujeres fue de 1330.743 mm³ y en el grupo de los varones fue de 1304.415 mm³.

En el lado izquierdo, el volumen máximo de injerto para una altura de 13 mm fue de 5940.0 mm³, y el volumen mínimo fue de 308.3 mm³, con una media de 1503.5 mm³.

La media en el grupo de las mujeres fue de 1415.919 mm³ y en el grupo de los varones fue de 1640.661 mm³.

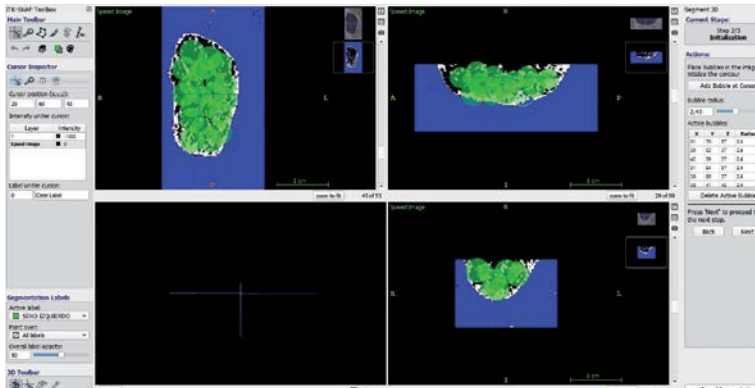


FIGURA 8

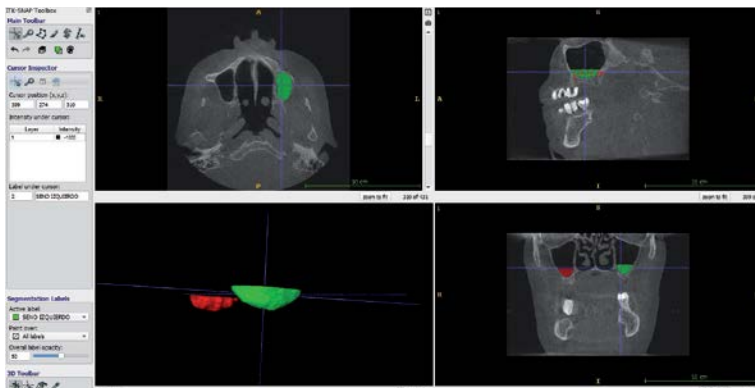


FIGURA 9

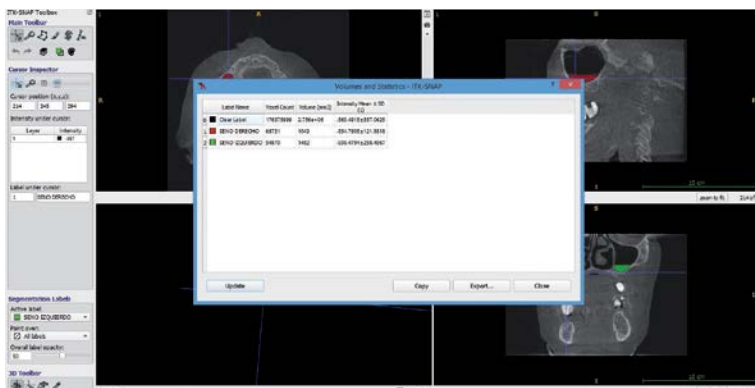


FIGURA 10

Al realizar los contrastes de las variables volumen de injerto a 13mm y sexo, mediante el t-test con un nivel de confianza: 95%, obtuvimos un p-value = 0.8654 para el lado derecho, y un p-value = 0.4016 para el lado izquierdo, no pudiendo observarse diferencias estadísticamente significativas (Tablas 1 y 2).

DISCUSIÓN

A la hora de planificar una cirugía de elevación de seno maxilar, uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta es

TABLA 1

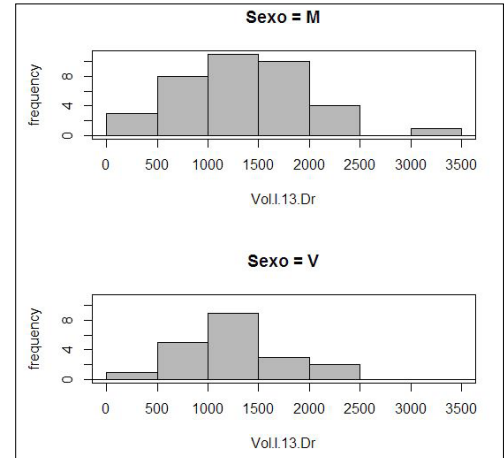
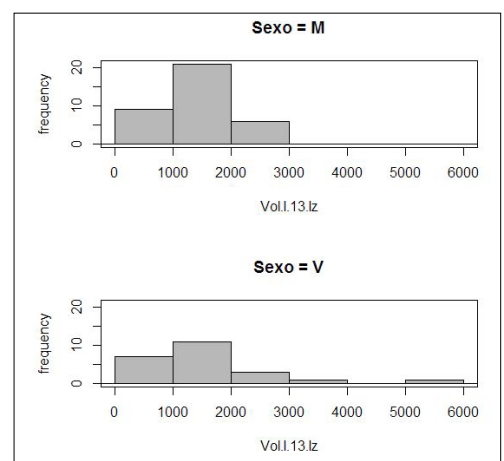


TABLA 2



el volumen que deberá tener el injerto para lograr una determinada altura que nos permita la posterior rehabilitación mediante implantes dentales. Existen en la literatura diversos trabajos que tienen como objetivo el cálculo del volumen de los senos maxilares, siendo uno de los primeros el publicado por Arij et al.² en 1994, en el que midieron el volumen normal del seno maxilar mediante el empleo de CT axial en 115 casos, analizando la relación de edad, presencia de premolares y molares, tamaño del esqueleto facial y la altura y anchura del cuerpo. El volumen observado fue de 4.56-35.21 cm³ en pacientes cuya edad estaba en torno a los 20 años, no encontrando diferencias significativas en cuanto al sexo. En otro estudio publicado por Uchida et al.³ en 1998, se evaluó el tamaño del seno maxilar en 32 cadáveres, con un total de 59 senos, para utilizarlo como una ayuda para determinar el volumen del injerto óseo antes de la cirugía. Observaron que en injertos óseos de seno maxilar, teniendo en consideración diferencias individuales en el volumen del seno maxilar y la

reabsorción del hueso injertado, se necesitan 4.74cm^3 o más para lograr un levantamiento de 15mm, y 7.37cm^3 o más para un levantamiento de 20 mm. Ese mismo año, Uchida et al.⁴ publicaron un trabajo similar al anterior, en el que midieron el volumen de un total de 38 senos ayudándose de imágenes tomográficas computarizadas y reconstrucciones en 3D.

Gaggl et al.⁵ publicaron un trabajo en el que realizaban en tres casos clínicos, la planificación de tratamiento para elevaciones de seno mediante el uso de modelos fresados 3D derivados de la tomografía computadorizada previa. Posteriormente, practicaban la elevación de seno maxilar empleando cresta ilíaca y la colocación de implantes inmediatos simultáneos. En 2006, Krenmair et al.⁶ publicaron un estudio que tenía como objetivo calcular el aumento de volumen para la elevación de seno maxilar basándose en tomografía computadorizada de sección transversal para dos alturas diferentes (12 y 17 mm). Fue calculado para 44 elevaciones, obteniendo los siguientes resultados:

- Para lograr una altura de 12mm era necesario un incremento de $7.2 \pm 2.1\text{mm}$, y el volumen requerido fue de $1.7 \pm 0.9\text{cm}^3$.
- Para lograr una altura de 17mm era necesario un incremento de $12.4 \pm 2.0\text{mm}$, y el volumen requerido fue de $3.6 \pm 1.5\text{cm}^3$.

Observaron una correlación significativa entre el aumento de la altura y el volumen calculado para la realización de la elevación de seno.

En cuanto al cálculo del volumen de injerto, en el 2010, Arias-Irimia et al.⁷ publicaron un trabajo que tenía como objetivo principal la evaluación de la utilidad del software CompuDent para determinar el volumen preoperatorio de injerto óseo y el cálculo del volumen de injerto necesario para la rehabilitación usando dos medidas de implantes. Incluyeron un total de 32 pacientes, 16 varones y 16 mujeres, con una media de edad de 59.7 años. Calcularon el volumen de injerto necesario para 47 elevaciones de seno.

El volumen medio de injerto para lograr un levantamiento de 13.4 fue de 2.42cm^3 para el seno maxilar derecho, con un rango de 1.4cm^3 a 4.1cm^3 , y 2.50cm^3 para el seno maxilar izquierdo, con un rango de 1.04cm^3 a 3.79cm^3 . Asimismo, el volumen medio de injerto para lograr un levantamiento de 15mm fue de 3.01cm^3 para el seno maxilar derecho, con un rango de 1.78cm^3 a 4.59cm^3 , y 3.09cm^3 para el seno maxilar izquierdo, con un rango de 1.42cm^3 a 4.49cm^3 .

En el 2012, Arias-Irimia et al.⁸ publicaron un estudio muy similar al anterior, en el que realizan el cálculo para 62 elevaciones. El volumen medio de injerto para lograr una elevación de 13.4 mm fue de $2.61 \pm 0.69\text{cm}^3$ para el seno maxilar derecho, con un rango de $1.38-4.1\text{cm}^3$, y de $2.68 \pm 0.81\text{cm}^3$ para el seno maxilar izquierdo, con un rango de $1.1-4.25\text{cm}^3$. El volumen medio de injerto para una elevación de 15 mm fue de $3.13 \pm 0.75\text{cm}^3$ para el seno maxilar derecho, con un rango de $1.59-4.81\text{cm}^3$, y de $3.29 \pm 1.02\text{cm}^3$ para el seno maxilar izquierdo, con un rango de $1.48-5.11\text{cm}^3$. En ambos artículos concluyen que este software es una herramienta efectiva

para determinar el volumen de injerto óseo debido a su simplicidad, rapidez y posibilidad de estandarización en todos los procedimientos prequirúrgicos.

En 2017, Velasco-Torres et al.¹² publicaron un estudio en el que mediante la evaluación de imágenes CBCT, midieron el volumen total del seno maxilar. Observaron que las dimensiones del seno maxilar están influenciadas por la edad y el estado de edentulismo, disminuyendo con el envejecimiento y la pérdida dental.

En 2018, Julia Luz et al.¹³ realizaron un estudio en el que mediante la utilización de imágenes CBCT y el software SMOP (Swissmeda AG, Baar, Switzerland) analizaron el área y el volumen de los senos maxilares óseos, así como las cavidades remanentes neummatizadas en casos de senos obliterados.

Para senos óseos, la media del área de superficie fue de 39.7cm^2 y un volumen medio de 17.1cm^3 . Para las cavidades remanentes neummatizadas, la media del área de superficie fue de 36.4cm^2 y la media del volumen fue de 15cm^3 .

Existen trabajos en la literatura en los que el software ITK-SNAP® es empleado para medir el volumen de los senos maxilares, como el publicado por Amanda Farias et al.¹⁴, que tenía como objetivo principal el desarrollo y la validación de una fórmula que permita la estimación sexual a través de mediciones en los senos maxilares en una población brasileña, mediante la utilización de imágenes CBCT.

Sin embargo, no hemos encontrado en la literatura ningún trabajo que utilice el software ITK-SNAP® para realizar el cálculo prequirúrgico del volumen de injerto necesario para realizar una cirugía de elevación de seno maxilar.

CONCLUSIÓN

Consideramos que el software ITK-SNAP® es una herramienta útil en la planificación de la cirugía de elevación del seno maxilar, ya que nos permite realizar el cálculo en milímetros cúbicos del volumen de injerto necesario, para lograr una determinada disponibilidad ósea. Asimismo y de manera preoperatoria nos permite tener una visión en 3D del seno maxilar, que nos aporta información de calidad en el diseño del protocolo quirúrgico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Yushkevich PA, Piven J, Hazlett HC, Smith RG, Ho S, Gee JC, Gerig G. User-guided 3d active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*. 2006 Jul;31(3):1116-28. [PubMed] [Google Scholar].
2. Arijji Y, Kuroki T, Moriguchi S, Arijji E, Kanda S. Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dento Maxillo Facial Radiology*. 1994;23(3):163-8. doi:10.1259/dmfr.23.3.7835518.
3. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg*. 1998;56(10):1158-63. doi: 10.1016/S0278-2391(98)90761-3.

4. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y. Measurement of maxillary sinus volume using computerized tomographic images. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13:811-8.
5. Gaggl A, Schultes G, Santler G, Kärcher H. Treatment planning for sinus lift augmentations through use of 3-dimensional milled models derived from computed tomography scans: a report of 3 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;86:388-92.
6. Krennmair G, Krainhöfner M, Maier H, Weinländer M, Piehslinger E. Computerized tomography-assisted calculation of sinus augmentation volume. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21:907-13.
7. Arias-Irímia O, Barona-Dorado C, Martínez-Rodríguez N, Ortega-Aranegui R, Martínez-González JM. Pre-operative evaluation of the volume of bone graft in sinus lifts by means of CompuDent. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010 May 1;15 (3):e512-6.
8. Arias-Irímia O, Barona Dorado C, Gómez Moreno G, Brinkmann JC, Martínez-González JM. Pre-operative measurement of the volumen of bone graft in sinus lifts using CompuDent. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Sep;23(9):1070-4. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02267.x. Epub 2011 Sep 28. PMID: 22092647.
9. Paulo Hemerson de Moraes; Marcelo Victor Omena Caldas Costa; Sergio Olate; Paulo Henrique Ferreira Caria, José Ricardo de Albergaria Barbosa. Estudio Morfométrico del Seno Maxilar mediante Tomografías Computadorizadas. Evaluación de la reconstrucción total de Piso Sinusal. *Int. J. Morphol.*, 30(2):592-8, 2012.
10. Hamdy RM, Abdel-Wahed N. Three-dimensional linear and volumetric analysis of maxillary sinus pneumatization. *J Adv Res*. 2014;5(3):387-95. doi: 10.1016/j.jare.2013.06.006.
11. Antoine Berberi, Lea Bouserhal, Nabih Nader, Rita Bou Assaf, Nayla Bassil Nassif, Joseph Bouserhal, (Ziad Salameh. Evaluation of Three-Dimensional Volumetric Changes After Sinus Floor Augmentation with Mineralized Cortical Bone Allograft. *J Maxillofac Oral Surg*. 2015 Sep;14(3):624-9. doi: 10.1007/s12663-014-0736-3. Epub 2014 Dec 24.
12. Velasco-Torres M, Padiál-Molina M, Avila-Ortiz G, Garcia-Delgado R, O'Valle F, Catena A, et al. Maxillary sinus dimensions decrease as age and tooth loss increase. *Implant Dent*. 2017;26(2):288-95. doi: 10.1097/ID.0000000000000551.
13. Julia Luz, Dominique Greutmann, Daniel Wiedemeier, Claudio Rostetter, Martin Rücker, Bernd Stadlinger. 3D-evaluation of the maxillary sinus in cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent*. 2018 Dec; 4: 17. Published online 2018 Jun 5. doi: 10.1186/s40729-018-0128-4.
14. Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki MC, Groppo FC, Haiter Neto F, Possobon RF. Development and validation of a formula base don maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. *Int J Legal Med*. 2019 Jul;133(4):1241-49. doi: 10.1007/s00414-018-1869-6. Epub 2018 Jun 25. PMID:29943120.