

Artículo de Investigación

Estudio anatómico de la arteria alveolar póstero superior en pacientes con Tomografía Computarizada de haz Cónico de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae entre junio de 2015 y junio de 2019.

Anatomical study of the superior posteral alveolar artery in patients with Cone Beam computerized tomography at the Finis Terrae University Faculty of Dentistry between June 2015 and June 2019.

María Paz Salinas V.1, Verónica Riquelme M.2, Fernanda Valenzuela Y.1, Marcela Torrealba T., M^a Fernanda Cortés S.

1 Cirujano Dentista Universidad Finis Terrae.

2 Cirujano Dentista Universidad San Sebastián.

Resumen

Objetivo: Determinar la frecuencia de visualización de la arteria alveolar superior posterior (PSAA) y sus características anatómicas, mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBTC) obtenidos en la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae entre los años 2015 y 2019.

Metodología: Estudio de tipo transversal descriptivo, donde se analizaron 826 senos maxilares mediante exámenes CBCT de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae obtenidos entre junio de 2015 y junio de 2019 que incluían la zona del maxilar y cumplían con los criterios de inclusión. Se realizaron los análisis mediante el software Galaxis[®] asociados a la tecnología Dentsply Sirona[®]. Se consignó: visualización, posición, diámetro y distancia desde el borde inferior de la PSAA al piso del seno maxilar, asignándoles a las características los respectivos valores numéricos y posteriormente realizando análisis estadístico de tipo descriptivo.

Resultados: Se visualizó la PSAA en un 63,2% de los casos, de los cuales un 66,1% se encontraron en la zona del segundo premolar superior, 61,3% en la zona del primer molar superior y 62,3% en la zona del segundo molar superior. La posición más frecuente fue la intraósea (69,8%), luego la intrasinusal (26,5%) y por último la superficial (3,7%). En las tres zonas estudiadas el diámetro más frecuente fue entre 1-2 mm y el menos prevalente >2 mm. Las distancias promedio entre los puntos mencionados fue 7,03 mm. No se encontró significancia relevante en cuanto a la frecuencia de visualización de la arteria y edad de los participantes.

Conclusiones: A pesar de estos resultados, no existe un consenso en la literatura respecto al estudio de la PSAA y sus características anatómicas debido a la heterogeneidad de la información y metodología en los estudios realizados. Se destaca la relevancia de hacer un estudio CBCT previo a procedimientos quirúrgicos que involucren el seno maxilar y posible injuria de la arteria.

Palabras Claves: "Cone beam computed tomography", "maxillary artery", "alveolar posterior artery".

Abstract

Objective: To determine the frequency of visualization of the Posterior Superior Alveolar Artery (PSAA) and its anatomical characteristics using Cone Beam Computed Tomography (CBCT) obtained in the School of Dentistry of Finis Terrae University between the years 2015 and 2019.

Methodology: Descriptive cross-sectional study, 826 maxillary sinuses were analyzed using CBCT exams obtained between June 2015 and June 2019 in the Service of Imagenology of the Finis Terrae University that included the maxillary area and met the inclusion criteria. The analysis was performed by using the Galaxis[®] software associated with the Dentsply Sirona[®] technology; consigning: visualization, position, diameter, and distance from the lower edge of the PSAA to the maxillary sinus floor, assigning numerical values to each anatomical characteristic and subsequently performing descriptive statistical analysis.

Results: The PSAA was visualized in 63.2% of the cases, out of which 66.1% were found related to the second upper premolar's area (Z2PMS), 61.3% related to the first upper molar's area

(Z1MS) and 62.3% in the area of the second upper molar (Z2MS). The position with the highest incidence was the intraosseous (69.8%), followed by the intrasinusal (26.5%) and the superficial one was the less prevalent (3.7%). Out of the three areas that were studied, the most prevalent diameter was between 1-2 mm and the least prevalent was > 2 mm. The mean distance between the points mentioned above was 7,03 mm. No relevant significance was found regarding the frequency of artery visualization and the age of the participants.

Conclusions: Despite these results, there is no consensus in the literature regarding the study of the PSAA and its anatomical characteristics due to the heterogeneity of the information and the methodology in the studies carried. The relevance of doing a CBCT study prior to surgical procedures involving the maxillary sinus and possible artery injury is highlighted.

Key words: "Cone beam computed tomography", "maxillary artery", "posterior alveolar artery".

Introducción

La arteria alveolar posterosuperior (PSAA por sus siglas en inglés: Posterior Superior Alveolar Artery) es una rama colateral de la arteria maxilar, la cual se subdivide en una rama intraósea y otra extraósea. A su vez, la rama intraósea se anastomosa con la arteria infraorbitaria en la porción anterior del seno maxilar (2).

Actualmente, las cirugías que involucran el seno maxilar son cada vez más frecuentes, estando no exentas de complicaciones debido a accidentes o a la implementación incorrecta de las técnicas, por lo que es fundamental conocer los detalles anatómicos y variaciones de esta zona, para así evitar los potenciales riesgos que podrían causar el daño a estas estructuras (13, 15, 20).

La literatura ha clasificado el diámetro de la PSAA en tres categorías, según diámetro: <1 mm, 1-2 mm, >2 mm. Y respecto a la localización radiográfica, se ha clasificado de acuerdo con su posición en la pared del seno: intrasinusal, intraósea o superficial (18).

La tomografía computarizada de haz cónico o Cone Beam Computed Tomography (CBCT) permite la detección de arterias de calibres menores a 1 mm con una adecuada resolución espacial y con una baja dosis efectiva de radiación, por ende, la injuria a dicha arteria, y sus complicaciones, pudiesen ser evitables mediante una correcta planificación y análisis mediante esta técnica.

El propósito de este estudio es determinar cuál es la frecuencia de visualización de la arteria alveolar posterior superior, y cuáles son sus características anatómicas en estudios CBCT, con el fin de elaborar un estudio anatómico de la PSAA determinando su presencia, ubicación, diámetro y distancia desde su borde inferior al piso del seno maxilar en pacientes a quienes se les realizaron exámenes CBCT en la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Material y Métodos

Se realizó un estudio de tipo transversal descriptivo. Se utilizaron todos los exámenes CBCT tomados en el Servicio de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae realizados entre junio de 2015 y junio de 2019 que incluyeran la zona del maxilar y que cumplieran con los criterios de inclusión. El tamaño de la muestra se obtuvo de la cantidad de estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Dentro de los criterios de inclusión se aceptaron todos aquellos exámenes de pacientes mayores de 20 años donde fueran visibles uno o ambos senos maxilares. Dentro de los criterios de exclusión se consideraron pacientes portadores de aparatología ortodóncica fija, pacientes sometidos a procedimientos de elevación de piso sinusal o con evidencia imagenológica de cirugías craneofaciales que

involucren al maxilar (placas de osteosíntesis, fijaciones rígidas), pacientes con evidencia imagenológica de enfermedades degenerativas óseas, tumores o neoplasias que involucren tejidos duros de la zona de estudio, exámenes con cualquier tipo de artefacto que afectasen la zona de interés en grado que determine una calidad de la imagen insuficiente como para evaluar las estructuras anatómicas de estudio.

Para la descripción de frecuencia se consideraron dos categorías: Masculino y Femenino. Se consideró su dimensión cronológica en el número de años como un número único, entero, al momento de adquisición del examen CBCT.

Se realizó la recolección desde la base de datos ya existente del Servicio de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae (UFT) de todos los exámenes CBCT que cumplieron con los criterios de elegibilidad descritos anteriormente.

El Servicio de Imagenología de la Facultad para la obtención de dichos volúmenes utilizó los siguientes equipos: Orthophos XG 3D® y Galileos Comfort Plus® (Dentsply Sirona, Bensheim, Alemania) (24). Estos exámenes fueron indicados previamente en forma justificada por motivos diagnósticos para los pacientes.

De acuerdo con el protocolo de revisión de cada examen y evaluación de la arteria en cada seno maxilar, se realizó una calibración de los investigadores para analizar las imágenes en el software Galaxis® que forma parte de la tecnología de los equipos Sirona (Dentsply Sirona, Bensheim, Alemania). La calibración se realizó evaluando huesos maxilares observables según los criterios de inclusión y exclusión de modo independiente por cada observador y se determinó el nivel de concordancia. Se repitió el procedimiento con una semana de distancia. Esta muestra incluyó pacientes que presentaron desdentamiento en la zona de estudio.

La información fue registrada en planilla Excel y exportada al software estadístico SPSS 21 (IBM Company, New York, USA). Se comenzó con un análisis univariado, las variables cualitativas se resumieron mediante proporciones expresadas en porcentajes y las cualitativas mediante estadígrafos de posición central y dispersión, según su distribución. Posteriormente se realizó un análisis bivariado para relacionar la frecuencia de la arteria alveolar según sexo y edad.

Resultados

Se encontraron 826 senos maxilares que cumplieron con los criterios de inclusión, de los cuales, cada uno se dividió

en 3 zonas: Zona 1: 2° premolar superior, Zona 2: 1° molar superior, Zona 3: 2° molar superior. En total, se analizaron 2478 zonas.

De los 826 senos maxilares analizados, el 33% volúmenes (272) (816 zonas analizadas), eran pertenecientes a pacientes de sexo masculino y el 67% volúmenes (554) (1662 zonas analizadas) correspondientes al sexo femenino.

Presencia de la PSAA: De las 2478 zonas analizadas, se observó que la PSAA fue visible en el 63,2% zonas (1567) y ausente en el 36,8% de las zonas (911). De aquellos casos donde se evidenció la PSAA visible, el 67% (547) eran de sexo masculino y 61,4 % (1020) de sexo femenino

Marco Teórico

La cabeza humana está conformada por dos partes: el neurocráneo o cráneo, dividido a su vez en dos porciones, la bóveda craneal y base de cráneo, las cuales unidas protegen y contienen al encéfalo; y el viscerocráneo o cara, el cual se sitúa en la mitad anterior de la base del cráneo (8,9). Esta última está conformada por 14 huesos, 13 pertenecientes al esqueleto facial, y uno solo que constituye la porción inferior: la mandíbula (9).

Uno de los huesos pares que forman parte del esqueleto facial es el hueso maxilar, el cual, a pesar de presentar una configuración externa irregular, permite observar en él una forma cuadrilátera conformada por dos caras, una lateral y otra medial, cuatro bordes y cuatro ángulos (8,9). Es uno de los principales componentes de la pared inferior de la órbita, de la pared superior de la cavidad bucal y de la pared lateral de las cavidades nasales (8). Su estructura es fundamentalmente hueso compacto con zonas de hueso esponjoso. (9). Se clasifica como hueso neumático, ya que es voluminoso y ligero gracias a la existencia de una cavidad aérea en su interior llamada seno maxilar, que ocupa los dos tercios superiores de su espesor (8). El seno maxilar crece exponencialmente hasta el término de la erupción dentaria permanente a los 20 años aproximadamente. Sin embargo, su piso desciende con la pérdida de los dientes maxilares posteriores (8). Reemplazar los dientes posterosuperiores es un asunto crítico debido a la extensión distal y a la resorción ósea progresiva del hueso alveolar en la zona (7).

Los senos maxilares tienen una forma piramidal con base medial (9), se extienden desde los premolares, anteriormente, hasta aproximadamente el tercer molar hacia posterior (12). Sus medidas promedio son de 36-45 mm de altura, 23-25 mm de ancho, 38-45 mm de longitud en sentido anteroposterior y su volumen promedio es de 15 ml (10). El seno maxilar discrepa en tamaño, forma y

posición no solamente en distintas personas, sino que también en un mismo individuo (11).

La pared anterior del seno maxilar se extiende desde el reborde infraorbitario hasta el proceso alveolar maxilar. Su pared superior o techo forma parte del piso de la órbita y contiene el canal infraorbitario, el cual lleva el haz neurovascular infraorbitario que sale a través del agujero infraorbitario (12).

La pared posterior separa el seno maxilar de la fosa pterigopalatina, la cual contiene el nervio alveolar póstero superior, el plexo pterigoideo y la arteria maxilar. La pared medial corresponde a la pared lateral de la cavidad nasal, y contiene dos estructuras vitales: el hiato maxilar y el canal naso lagrimal (10, 12). Por último, la pared lateral conforma la zona vestibular del seno (10).

Esta estructura puede también presentar múltiples variaciones anatómicas, tales como neumatización, septum antral, exostosis, variaciones en la localización de sus arterias, hipoplasia del seno maxilar (MSH) (fig.1), entre otras (33).

Dichos septum, o tabiques, son láminas de hueso cortical descritos como un arco gótico invertido que emergen de la pared lateral o inferior del seno (fig. 2) (4). En un estudio publicado el año 2018 por Göksel Şims,ek Kaya et al. se incluyeron sólo aquellos septum con una altura mínima de 3 mm, y fueron clasificados como completo o incompletos, a su vez los completos se clasificaron según si compartimentalizaban o no el seno maxilar en dos cavidades. También fueron clasificados según su orientación, siendo estas: septum sagital (vertical con dirección anteroposterior), septum coronal (vertical con una dirección orofacial/medio lateral) y septum axial (horizontal) (4,33).

La arteria maxilar, proveniente de la arteria carótida externa, se divide en cinco ramas en la fosa pterigopalatina, dos de ellas son la arteria alveolar póstero superior (PSAA) y la arteria infraorbitaria (IOA), siendo las que proporcionan la irrigación a la pared lateral del seno maxilar y su membrana (14). Después de entrar en la fosa pterigopalatina, la arteria maxilar emite la PSAA, la cual ingresa en el agujero alveolar en la tuberosidad maxilar (16), y generalmente se divide en una rama intraósea (IObr), la cual irriga los molares y el seno maxilar y en una rama extraósea (EObr), que irriga el periostio y el vestíbulo bucal (1, 2).

La IOA da una o dos ramas en la parte anterior del seno maxilar, una de estas se anastomosa con la rama intraósea de la PSAA en la pared ántero-lateral. Un estudio realizado por Hur Mi-Sun se observó que la mayoría de las IObr de la PSAA transcurrieron dentro de la pared lateral del seno

maxilar en la zona del primer molar, ésta se ubicó en el espesor de la cortical de la pared lateral del seno maxilar en la región del segundo molar (1).

El daño accidental a dicha anastomosis corresponde a la segunda complicación intraoperatoria más común (2), y la hemorragia provocada por su ruptura causa complicaciones en aquellas cirugías que involucran osteotomía de ventana lateral (13). Conocer esto es fundamental para realizar procedimientos quirúrgicos que involucran esta área, ya que, al presentarse complicaciones vasculares puede verse comprometido el resultado final de ciertas cirugías (13), tales como cirugía de levantamiento de piso sinusal con técnica de ventana lateral, osteotomía Le Fort I y cirugía de antrostomía maxilar (7, 10).

Existen dos maneras principales de abordar la cirugía de elevación de piso de seno: el abordaje directo e indirecto, el directo es la técnica de ventana lateral y el indirecto la osteotomía del piso del seno, adición de hueso, abordaje transalveolar mínimamente invasivo y despegamiento de la membrana antral con la ayuda de un catéter globo (10).

Shalu Chandna et al en su trabajo mencionan las indicaciones y contraindicaciones de la técnica de ventana lateral para la elevación de piso de seno, las cuales serían (10):

- Indicaciones: Altura ósea residual inadecuada (<10 mm de altura ósea vertical) y reborde alveolar posterior atrófico.
- Contraindicaciones: Infección sinusal activa, sinusitis crónica recurrente, rinitis alérgica severa, neoplasma o quiste de gran tamaño en el seno maxilar, cirugías previas del seno como la cirugía de Caldwell-Luc, historia de terapia de radiación al maxilar, diabetes Mellitus no controlada, paciente alcohólico y fumador severo, psicosis.

En la actualidad, las cirugías que involucran el seno maxilar se han convertido en un procedimiento cada vez más frecuente debido a la creciente demanda de pacientes jóvenes y/o mayores que han perdido dientes en esa zona. Esta área suele ser problemática para la colocación de implantes en pacientes edéntulos, donde la extracción y la expansión progresiva del seno maxilar pueden crear dificultades en la colocación de implantes, ya que el hueso alveolar puede presentar una pared ósea delgada producto de la atrofia, lo cual puede estar influido por el tiempo que el paciente ha permanecido edéntulo. Por lo tanto, el propósito de esta cirugía es devolver una cantidad suficiente de hueso alveolar para que los implantes puedan ser colocados con éxito (18, 19).

En un estudio publicado el año 2009 por Hur Mi-Sun *et al.*, se analizó la PSAA en 42 hemi caras de material cadavérico embalsamado sin antecedentes de traumatismo o procedimientos quirúrgicos de esta zona, donde en 32 de éstos se realizó disección y en 10 sección. Se clasificó el curso de la IObr de la PSAA en dos categorías: straight o recto (tipo 1) y U-shaped o en forma de U (tipo 2), donde se identificó que la más común fue el tipo 1 encontrada en 25 casos (78.1%) y el tipo 2 se observó en 7 casos (21.9%) (1).

En el tipo 2, el cambio de dirección ocurre en la zona entre el primer y segundo premolar o entre el segundo premolar y primer molar (17).

El año 2008, se publicó un estudio por Ella *et al.*, donde se destaca la necesidad de conocer la posición y diámetro del canal de la PSAA previo a operar en esta área. En él se describieron tres posiciones de la PSAA dentro de los dos tercios inferiores de la pared ántero-lateral del seno maxilar, siendo éstos: superficial, intraósea e intrasinusal. Aquellas intraóseas e intrasinusales se pueden enmascarar en el grosor de la pared ósea, por lo que en cirugías donde se realiza extracción de hueso y/o desprendimiento de membrana su daño puede ser inesperado (16).

De acuerdo con el estudio realizado por Danesh-Sani *et al.*, y en concordancia con diversos estudios, la ubicación más prevalente de la PSAA es la intraósea, con un 69,6%, seguida por la intrasinusal (24,3%) y siendo la menos prevalente, con un 6,1% la superficial.

Respecto al diámetro del canal se han descrito múltiples clasificaciones: Mardinger *et al.* y Kang *et al.* (18, 19) utilizan aquella que lo clasifica en <1 mm, 1-2 mm y >2 mm, y tanto en ésta como en las otras clasificaciones el diámetro más prevalente es aquel entre 1 y 2 mm. Cabe destacar que la envergadura de la hemorragia está directamente relacionada con el diámetro de la arteria, es decir, la sección de un vaso pequeño (<1mm) tiene un impacto quirúrgico insignificante, mientras que la sección de aquellas con un diámetro mayor pueden producir sangrado y dificultar la visión del campo quirúrgico pudiendo conducir a una posible perforación de la membrana, y prolongando así el procedimiento e interfiriendo con la colocación del injerto y/o implante; es por esto que se recomienda ligar los vasos mayores a 3 mm de diámetro para así prevenir una iatrogenia grave (3, 13).

En la zona del primer molar maxilar, se encuentra el punto más bajo de la anastomosis de la PSAA y la IOA, lo cual fue demostrado en el estudio de Jung *et al.* donde se reportó que la menor distancia del piso del seno maxilar a la pared inferior del canal de la PSAA es menor en la zona molar

(7,58+/- 3,19 mm) y la mayor distancia se presentó en la zona del primer premolar (9,20+/- 3,22), lo que contrasta con el estudio de Yang *et al.* donde la menor distancia se presentó en la zona del primer premolar (4,82mm +/- 2,45 mm) mientras que la mayor distancia se encontró en la zona del primer molar (5,82 mm +/- 2,39 mm), dicho contraste se puede deber a las variaciones anatómicas de cada individuo, a la atrofia maxilar y presencia o ausencia de dientes (26).

Mientras que en individuos jóvenes y dentados el maxilar tiene una buena vascularización, el suministro sanguíneo de los senos maxilares podría disminuir con la edad, presentando atrofia progresiva, disminución del número de vasos y sus respectivos diámetros, y un aumento en forma simultánea de la sinuosidad de los vasos, relevante debido a que la mayoría de los pacientes sometidos a este procedimiento presentan un reborde alveolar atrófico y suministro sanguíneo disminuido, lo que afectaría la reparación postquirúrgica (28).

La hemorragia producida por el desgarro de esta arteria puede desplazar el material de injerto debido al efecto de "lavado" producido por la presión arterial, lo que causaría el llenado del espacio bajo la membrana sinusal luego de la elevación del piso del seno; y además se pueden producir hematomas en la zona de la mejilla. Los vasos de gran calibre, junto con el daño accidental de la membrana sinusal, tienen el potencial de inducir la inflamación de la mucosa sinusal, la extrusión de sangre en la cavidad sinusal y una sinusitis post operatoria como un inconveniente importante. Es fundamental considerar que, si el seno maxilar es llenado por edema mucoso, hematoma o seroma, puede producirse un retraso en su vaciamiento debido a la reducción de la permeabilidad del ostium maxilar, además de la posibilidad de desarrollar una sinusitis maxilar, comprometiéndose el éxito del procedimiento de injerto, ya que la integridad de la arteria ayuda a la neo-angiogénesis de éste (13).

El análisis y estudio de esta estructura se ha basado primordialmente en estudios imagenológicos tridimensionales como la Tomografía Computarizada de Haz Cónico/Cone Beam Computed Tomography (CBCT) o la Tomografía Computarizada Helicoidal Multicorte (TCHM), ya que, a diferencia de las técnicas imagenológicas bidimensionales, éstas permiten una correcta visualización de los tejidos sin la superposición de estructuras (3).

Kim *et al.* reportó que la TCHM se recomienda para la detección de vasos intraóseos en los dos tercios inferiores del seno maxilar. Las anastomosis intraóseas entre la PSAA y la IOA se encontraron en el 100% de los estudios anatómicos de Traxler *et al.* y Rosano *et al.*, pero los rangos

de detección de la PSAA en TCHM fueron al rededor del 50% en las imágenes examinadas por Elían et al. y Mardinger et al. (20).

Los estudios sugieren que la no detección de canales intraóseos por medio de TCHM no excluyen su existencia, sino que su no visualización se puede deber a su pequeño diámetro, a diferencia de las imágenes obtenidas mediante CBCT, dónde es posible detectar estructuras de calibres inferiores a 1 mm (6).

Las radiografías panorámicas e intraorales son los métodos imagenológicos básicos utilizados en odontología. La radiografía panorámica proporciona una vista bidimensional (2D) completa de los maxilares, su amplia cobertura de las estructuras maxilomandibulares, la baja dosis de radiación, el tiempo de exposición corto, la comodidad y la simplicidad en la toma del examen se consideran ventajas de esta técnica; como desventaja se consideran la menor calidad en la imagen comparada con las radiografías intraorales, la experiencia del operador, la distorsión, superposición en la región de premolares, superposición de la columna cervical en la región incisiva y presencia de imágenes fantasma (21).

La técnica panorámica se basa en el principio de la tomografía rotativa de haz estrecho donde el haz de rayos X está angulado caudo-cranealmente en aproximadamente 8° y utiliza el movimiento sincrónico del tubo de rayos x y el receptor (21).

Sin embargo, éstos solo otorgan una imagen bidimensional (2D) de una estructura tridimensional compleja (3D), es por esto que en los años 90 se introdujo un aparato específicamente para la imagenología dentomaxilofacial llamado Tomografía Computarizada de Haz Cónico o Cone Beam Computed Tomography (CBCT), el cual permite la obtención de imágenes en 3D de tejidos duros, con una menor dosis de radiación, menor costo y con una mayor disponibilidad para los dentistas en comparación con la tomografía computarizada de multicorte (TCHM) usada en medicina (21).

La imagen en el CBCT se adquiere mediante un solo barrido del escáner donde se obtiene el volumen tridimensional de datos a través de la rotación del tubo de rayos X y del detector alrededor de la cabeza del paciente, con una duración entre 10 a 40 segundos, lo que hace que sea un examen corto y seguro ya que sus dosis de radiación son menores comparativamente a la de una Tomografía Computarizada usada en medicina (21, 23).

En la técnica CBCT se habla del "Campo de Visión" o "Field of View (FOV)", y corresponde a un volumen de datos esférico o cilíndrico que determina la forma y tamaño de

la imagen reconstruida. El tamaño del FOV es variable (Fig. 9) y está directamente relacionado con la dosis de radiación, a mayor tamaño del FOV, mayor es la dosis de radiación, por ende, se debe utilizar el FOV de menor tamaño compatible con la situación clínica (22). Idealmente debiese poder ser ajustable en altura y grosor para así limitar la radiación solamente en el área de interés (24).

La unidad mínima que compone la imagen tridimensional en un volumen tomográfico tridimensional se denomina "Vóxel", éste se relaciona con la resolución espacial de una imagen, es decir, que a menor tamaño tenga un vóxel, mejor será la resolución espacial de la imagen obtenida. El FOV en el CBCT se conforma de un conjunto de voxeles isotrópicos, lo que significa que tiene las mismas dimensiones en los tres ejes del espacio. Actualmente existen equipos que permiten regular el tamaño del vóxel, siendo el más pequeño disponible en la actualidad es de 75 µm aproximadamente, lo que significa un mayor tiempo de exposición a la radiación, y la selección más alta posible es de 600 µm, por lo tanto, el tamaño del vóxel puede influir en el rendimiento del diagnóstico con tareas especiales, como la evaluación del trauma dental o evaluación de canales radiculares en endodoncia, que requieren un alto nivel de detalle (30).

En procedimientos endodónticos, periodontales o relacionados con implantes, lo más utilizado son FOV pequeños (4x4 cm²) o medianos (8x5 cm²) junto con voxeles pequeños (0,08-0,125 mm³ o 0,125-0,25 mm³).

Se considera como una desventaja de la técnica CBCT su pobre resolución de contraste en cuanto a tejidos blandos. Sin embargo, en radiología dentomaxilofacial las áreas de interés son en una alta medida los tejidos duros, como dientes y huesos (21).

La pérdida de dientes es un problema que afecta a un alto porcentaje de la población en nuestro país, donde la causa principal son la enfermedad de caries y la enfermedad periodontal. En el grupo de adultos entre 35 y 44 años, un 20% conserva su dentición completa, mientras que este porcentaje baja a 1% en los adultos de 65 a 74 años (31, 32). Los tratamientos mediante implantología oral son cada vez más accesibles, lo que ha llevado a un rápido desarrollo de la disciplina y de sus técnicas, y por lo tanto de las diferentes estrategias terapéuticas para poder dar solución a todos los casos clínicos, desde los más simples a los más complejos.

Para la colocación de implantes dentales es primordial disponer de un volumen suficiente de hueso, por ende, es necesario tener en consideración la atrofia y expansión del seno maxilar en la zona molar consecuente a procedimientos de extracción dentaria (27). Mardinger et al. en un estudio

publicado el año 2007 menciona que el procedimiento de elevación de seno maxilar es realizado mayoritariamente en las zonas de primeros y segundos premolares y de primer molar, siendo en ésta última zona donde se encuentra el punto más bajo del arco cóncavo formado por la anastomosis entre la PSAA y la IOA (18).

Es por esto que, teniendo en consideración que cada vez se están realizando con mayor frecuencia cirugías cuyo campo operatorio es el seno maxilar, principalmente la pared lateral de éste, donde se aloja la PSAA, es de suma importancia su estudio previo mediante CBCT para evitar injurias a dicha arteria y sus consecuencias en el curso de la cirugía, ya que permite la detección de esta rama maxilar, aun presentando bajos calibres y sin la superposición de otras estructuras anatómicas, permitiendo al operador ajustar sus estrategias terapéuticas en virtud de los hallazgos.

Discusión

Actualmente, las cirugías que involucran el seno maxilar como, por ejemplo, de colocación de implantes, aumento y levantamiento de seno maxilar, se han convertido en procedimientos cada vez más frecuentes debido a la creciente demanda de pacientes jóvenes y/o mayores que han perdido dientes en esa zona, por lo cual es fundamental conocer la anatomía y la vascularización del seno maxilar. El suministro sanguíneo de esta área deriva de dos ramas de la arteria maxilar, la PSAA y la IOA.

De un total de 826 senos maxilares evaluados en este estudio mediante CBCT, la PSAA fue detectada en el 63,2% de los casos, lo que es similar a los resultados de otros autores como Danesh-Sani *et al.* donde la frecuencia de visualización corresponde a un 60,58%, Mardinger *et al.* a un 55%, Jung *et al.* a un 52,8%, Sin embargo, difiere del estudio de Yang *et al.*, donde la frecuencia de visualización fue de un 32,5%.

En nuestro trabajo, la posición más frecuente de localización del canal fue la intraósea con un 69,8%, seguida por la intrasinusal con un 26,5% y la superficial con un 3,7%, lo cual concuerda con el estudio de Danesh-Sani *et al.*, en el cual la posición más frecuente fue intraósea (69,6%), intrasinusal (24,3%) y superficial (6,1%), consistente también con el estudio de Güncü *et al.*, donde la intraósea fue un 68,2%, intrasinusal un 26% y superficial un 5,7%, y el estudio de Hayek *et al.*, donde la intraósea se presenta en un 69,25% de los casos, intrasinusal 27,88% de los casos y superficial 2,87%. En contraste con el estudio de Jung *et al.*, donde la arteria se encontró en un mayor porcentaje en la posición intrasinusal (63,8%), seguida de la intraósea (28,5%) y por último la superficial (7,7%).

Respecto del diámetro de la arteria, en este estudio se encontró que el diámetro más frecuente estaba en el rango de 1-2 mm. Resulta relevante conocer información acerca del diámetro de la PSAA para procedimientos que involucren la zona del seno maxilar, ya que la injuria de un vaso de mayor diámetro podría causar hemorragia y dificultad de visualización de la zona durante el procedimiento, en comparación con una arteria de pequeño calibre donde la hemorragia puede ser controlada con electro cauterización, es por esto, que un correcto estudio mediante CBCT previo al abordaje quirúrgico es aconsejable para la detección y estudio de ésta y evitar complicaciones intraoperatorias, ya que este examen permite hacer mediciones milimétricas 1:1 (20).

La mayor distancia entre la proyección de la pared inferior del canal de la PSAA y el punto más profundo (caudal) de la cortical del piso del seno maxilar se encontró en la zona del segundo premolar superior, seguida por la zona del primer molar superior, y por último la zona del segundo molar superior, con un promedio de 7,29 mm, 7,11 mm y 6,7 mm respectivamente. Danesh-Sani *et al.*, en su trabajo "Radiographic evaluation of the maxillary sinus lateral wall and PSAA anatomy: A CBCT study", estudió 430 exámenes de CBCT, es decir, 860 senos maxilares, cantidad similar a la evaluada en el presente estudio, sin embargo, la mayor distancia entre los puntos mencionados la encontró en el área del segundo molar superior (9,27 mm), seguida del segundo premolar superior (8,45 mm) y la menor distancia la encontró en la zona del primer molar superior (8,09 mm), difiriendo con nuestro trabajo, pero concordando con el de Jung *et al.*, "A radiographic study of the position and prevalence of the maxillary arterial endosseous anastomosis using CBCT". Otros estudios donde se evaluó la distancia entre los puntos en cuestión fueron Yang *et al.*, Hur *et al.*, y Panjoush *et al.*, dentro de los cuales ninguno concordaba con nuestros resultados ni entre ellos, similar a lo que encontraron Panjoush *et al.*, quien sugirió que al haber tanta variación en la localización de la arteria, el valor promedio no tiene significancia clínica práctica.

La variación en los resultados expuestos respecto de la distancia vertical hasta el piso del seno, puede deberse a las diferencias en cada estudio en cuanto a la raza del individuo, altura del hueso residual, atrofia maxilar, presencia o ausencia de dientes en la zona estudiada, tiempo de desdentamiento de cada paciente, etc. (29), además, como mencionan Kang *et al.* y Danesh-Sani *et al.* luego de una extracción dentaria la anatomía del seno sufre varias modificaciones, como neumatización y reabsorción del hueso, lo cual depende principalmente de la calidad del hueso y características propias de cada paciente (2) (19), sumado también a que la cresta alveolar está sujeta a sufrir

atrofia progresiva con la pérdida dentaria y a medida que avanza la edad del individuo (5).

Basados en los resultados de este estudio, podemos reforzar la importancia de hacer un estudio CBCT individualizado y preciso de cada paciente antes de un procedimiento quirúrgico que involucre la pared lateral del seno maxilar, procedimientos que, como ya mencionamos, son cada vez más frecuentes y que se han ido desarrollando y renovando con rapidez, principalmente porque la pérdida de dientes afecta a un gran porcentaje de la población de nuestro país, generándose la necesidad de un posterior tratamiento rehabilitador.

Es de suma importancia que la mayor accesibilidad a estos procedimientos no se traduzca en su realización de manera descuidada, cada paciente merece un tratamiento digno y bien planificado, y es el profesional el responsable de tomar todos los resguardos necesarios para entregarlo.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que la frecuencia de visualización de la PSAA analizada mediante CBCT en volúmenes pertenecientes a la base de datos del Servicio

de Imagenología de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae entre los años 2015 y 2019, fue de un 63,2%. Se encontró además que la posición más frecuente de la arteria fue la intraósea (en el espesor del tejido óseo de la pared lateral del seno maxilar), lo que concuerda con diversos autores mencionados en esta investigación. Por otra parte, el diámetro encontrado más frecuentemente fue entre 1-2 mm, lo que también coincide con la evidencia científica.

A pesar de estos resultados, no existe un consenso en la literatura respecto al protocolo de estudio de la PSAA y de sus características anatómicas. Sin embargo, a pesar de que existen variados estudios que analizan esta estructura, la mayoría se ha realizado mediante CBCT.

Esta investigación otorga información anatómica sobre la estructura estudiada, lo cual es relevante considerando que la literatura revisada para realizar esta investigación no había sido previamente analizada ni evaluada en población chilena. Este estudio entrega antecedentes de frecuencia y descripción de las características anatómicas de la arteria confirmando la importancia de estudiarla mediante CBCT previo a una intervención quirúrgica que involucre el seno maxilar.

Bibliografía

- Hur M, Kim J, Hu BK, Eun H, Bae K, Park H, et al. *Clinical Implications of the Topography and Distribution of the Posterior Superior Alveolar Artery*. 2009;20(2):551-4.
- Danesh-Sani SA, Movahed A, ElChaar ES, Chong Chan K, Amintavakoli N. *Radiographic Evaluation of Maxillary Sinus Lateral Wall and Posterior Superior Alveolar Artery Anatomy: A Cone-Beam Computed Tomographic Study*. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017;19(1):151-60.
- Varela-Centelles P, Loira-Gago M, Seoane-Romero JM, Takkouche B, Monteiro L, Seoane J. *Detection of the posterior superior alveolar artery in the lateral sinus wall using computed tomography/cone beam computed tomography: A prevalence meta-analysis study and systematic review*. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]*. 2015;44(11):1405-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2015.07.001>
- Dds K, Dds ÖD, Kaya M. *The potential clinical relevance of anatomical structures and variations of the maxillary sinus for planned sinus floor elevation procedures : A retrospective cone beam computed tomography study*. 2018;(October):1-8.
- Hayek E, Nasseh I, Hadchiti W, Boucharde P, Moarbes M, Khawam G, et al. *Location of Posterosuperior Alveolar Artery and Correlation with Maxillary Sinus Anatomy*. *Int J Periodontics Restorative Dent [Internet]*. 2015;35(4):e60-5. Disponible en: http://quintpub.com/journals/prd/abstract.php?iss2_id=1312&article_id=15420&article=11&title=Location of Posterosuperior Alveolar Artery and Correlation with Maxillary Sinus Anatomy#.WQn3bv1JmG9
- Ilguy D, Ilguy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. *Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT*. *Braz Oral Res [Internet]*. 2013;27(5):431-7. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242013000500431&lng=en&tlng=en
- Pandharbale AA, Gadgil RM, Bhoosreddy AR, Kunte VR, Ahire BS, Shinde MR, et al. *Evaluation of the Posterior Superior Alveolar Artery Using Cone Beam Computed Tomography*. *Polish J Radiol [Internet]*. 2016;81:606-10. Disponible en: <http://www.polradiol.com/abstract/index/idArt/899221>
- Rouviere H, Delmas A. *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional*. Volumen 1. Edición 11. Barcelona: Editorial Masson; 2005.
- Latarjet, Ruiz Liard, Pro. *Anatomía humana*. Editorial Médica Panamericana. Ed. 4ª; 2005.
- Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. *Maxillary sinus augmentation*. 2018;2-7.
- Souza A, Kotian S, Ankolekar V, Souza AS, Rajagopal K. *Anatomy of maxillary sinus and its ostium: A radiological study using computed tomography*. *CHRISMED J Heal Res*. 2015;3(1):37.
- Soriano RM, M Das J. *Anatomy, Head and Neck, Maxilla*. 2019. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 Jan-. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538527/>.
- Rosano G. *Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery*. 2010;711-5.
- Khojastepour L, Dehbozorgi M, Tabrizi R, Esfandnia S. *Evaluating the anatomical location of the posterior superior alveolar artery in cone beam computed tomography images*. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]*. 2016;45(3):354-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2015.09.018>
- Shahidi S, Zamiri B, Momeni Danaei S, Salehi S, Hamedani S. *Evaluation of Anatomic Variations in Maxillary Sinus with the Aid of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in a Population in South of Iran*. *J Dent (Shiraz, Iran)*. 2016;17(1):7-15.
- Ella B, Sédarat C, Da R, Noble C, Normand E. *Vascular Connections of the Lateral Wall of the Sinus* : 2008;(November).

17. German IJS, Buchaim DV, Andreo JC, Shinohara EH, Capelozza ALA, Shinohara AL, et al. Identification of the bony canal of the posterior superior alveolar nerve and artery in the maxillary sinus: Tomographic, radiographic, and macroscopic analyses. *Sci World J.* 2015;2015.
18. Mardinger O, Abba M, Hirshberg A, Schwartz-Arad D. Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(8):735–8.
19. Kang SJ, Shin S Il, Herr Y, Kwon YH, Kim GT, Chung JH. Anatomical structures in the maxillary sinus related to lateral sinus elevation: A cone beam computed tomographic analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(A100):75–81.
20. Kim JH, Ryu JS, Kim KD, Hwang SH, Moon HS. A radiographic study of the posterior superior alveolar artery. *Implant Dent.* 2011;20(4):306–10.
21. Suomalainen A, Esmaili EP. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT Image layer. 2015;(January).
22. European Commission. CONE BEAM CT FOR DENTAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY Evidence-Based Guidelines Directorate-General for Energy Directorate D — Nuclear Energy Unit D4 — Radiation Protection 2012 2. 2012; Disponible en: <http://cordis.europa.eu/fp7/euratom/>
23. Silva L, Leticia A. Aplicaciones clínicas en odontología ; comparación con otras técnicas. 2010;7:147–59.
24. Dawood A, Patel S, Brown J. Cone beam CT in dental practice. *Nat Publ Gr [Internet].* 2009;207(1):23–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.560>
25. Kiljunen T, Kaasalainen T, Suomalainen A, Kortensniemi M. Dental cone beam CT: A review. *Phys Medica [Internet].* 2015; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejomp.2015.09.004>
26. Panjnoush M, Ghoncheh Z, Kaviani H, Moradzadehkhavi M, Shahbazi N, Kharazifard MJ. Evaluation of the Position and Course of the Posterior Superior Alveolar Artery by Cone-Beam Computed Tomography in an Iranian Population. 2017;29(3):86–92.
27. Anamali S, Avila-Ortiz G, Elangovan S, Qian F, Ruprecht A, Finkelstein M, et al. Prevalence of the posterior superior alveolar canal in cone beam computed tomography scans. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(1):e8–12.
28. Jung J, Yim JH, Kwon YD, et al. A radiographic study of the position and prevalence of the maxillary arterial endosseous anastomosis using cone beam computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26(6):1273-1278.
29. Yang SM, Kye SB. Location of maxillary intraosseous vascular anastomosis based on the tooth position and height of the residual alveolar bone: Computed tomographic analysis. *J Periodontal Implant Sci.* 2014;44(2):50–6.
30. Timo K, Touko K, Anni S, Mika K. Dental cone beam CT: A review, *Physica Medica.* 2015; 1-17.
31. MINSAL. Análisis de situación de salud bucal en Chile. 2010;11. Disponible en: <http://web.minsal.cl/sites/default/files/files/Análisis de Situación Salud Bucal final pdf.pdf>
32. Chile M de SG de. Plan Nacional Salud Bucal 2018-2030 Consulta-Pública 2012-2017. 2007;19–27. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/12/Plan-Nacional-Salud-Bucal-2018-2030-Consulta-P%C3%BAblica-20_12_2017.pdf
33. Pelinsari Lana J, Moura Rodrigues Carneiro P, de Carvalho Machado V, Eduardo Alencar de Souza P, Ricardo Manzi F, Campolina Rebello Horta M. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(12):1398–403.
34. Pelinsari Lana J, Moura Rodrigues Carneiro P, de Carvalho Machado V, Eduardo Alencar de Souza P, Ricardo Manzi F, Campolina Rebello Horta M. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(12):1398–403.