

Análisis Comparativo de la Visualización del Canal Mandibular Mediante Tomografía Computarizada Cone Beam en Humanos

Comparative Analysis of the Visualization of the Mandibular Canal by Cone Beam Computed Tomography in Humans

Néstor Nahuelcura Millán¹; Fernando Matamala Vargas¹ & Claudio Bastías Nahuelhuan²

NAHUELCURA, M. N.; MATAMALA, V. F. & BASTÍAS, N. C. Análisis comparativo de la visualización del canal mandibular mediante tomografía computarizada cone beam en humanos. *Int. J. Morphol.*, 40(1):129-136, 2022.

RESUMEN: Una de las estructuras de mayor interés en la región maxilofacial es el canal mandibular, donde su preservación optimiza el éxito de los procedimientos clínicos. Por su disposición al interior de la mandíbula, la visualización in vivo requiere el uso de técnicas radiográficas, entre las que destaca el Cone Beam CT (CBCT). El objetivo de este trabajo es comparar la visualización del canal mandibular humano mediante imágenes en CBCT con distintos observadores y programas de radiación. Mediante imágenes generadas con CBCT en mandíbulas secas con distintos programas de adquisición, se obtuvieron cortes coronales en los sectores anterior, medio y posterior del canal mandibular, con un total 240 mediciones, las que incluyeron dos tamaños de voxel y dos dosis de radiación distintos. Cada una de las imágenes fue evaluada por un Cirujano Dentista, Máster en Anatomía y Especialista en radiología Máxilofacial. Se obtuvieron porcentajes de visualización según observador para cada programa de adquisición de imágenes. La prueba de Q de Cochran arrojó diferencias entre los observadores ($p < 0,05$) y la prueba de McNemar definió dichas disimilitudes entre el especialista y los otros observadores, no así entre éstos últimos. Las pruebas de Yates y U de Mann-Whitney no otorgaron diferencias estadísticas según el programa de adquisición ($p > 0,05$). El grado de experticia del observador influye en la visualización y su precisión. A su vez, utilizar un programa de adquisición de imagen con distinto voxel y/o dosis no afecta a la visualización, siendo esta dependiente de la anatomía propia de la estructura. Podría utilizarse un protocolo con menor radiación para el usuario cumpliendo con la premisa ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

PALABRAS CLAVE: Canal mandibular; Mandíbula; Cone Beam CT.

INTRODUCCIÓN

La preservación del canal mandibular durante actos clínicos es vital debido a que contiene el paquete vasculonervioso alveolar inferior, que puede verse injuriado durante procedimientos clínicos como la extracción de un tercer molar u osteotomía de rama mandibular (Miles *et al.*, 2016). La injuria a esta importante estructura y su contenido genera consecuencias que involucran alteraciones neurosensoriales por daño al nervio alveolar inferior (Chen *et al.*, 2013).

Para Rouvière & Delmas (1999) y Figún & Garino (2001) el canal mandibular nace desde la cara medial de la rama mandibular en una entrada al mismo constituido por el foramen mandibular, continuándose hacia anterior con un trayecto de medial a lateral y que describe una curva de con-

cavidad anterosuperior. Su disposición al interior del hueso puede darse mediante paredes definidas o bien una simple excursión a través del entramado del hueso esponjoso. En su recorrido final se acerca a la superficie lateral del cuerpo de la mandíbula en relación a los dientes premolares, desembocando en el foramen mentoniano. En ocasiones, parte del trayecto original se conserva formando otro canal que continúa al interior de la mandíbula en dirección anterior descrito como canal incisivo.

La posición y curso anatómico del canal mandibular in vivo se puede observar mediante el uso de rayos X pudiéndose obtener imágenes de estructuras óseas, las que ofrecen información espacial en 2D, como es el caso de la radiografía panorámica, y en 3D como sucede con el Cone

¹Laboratorio de Neuroanatomía funcional, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Chile.

²Hospital San Carlos de Ancud, Servicio de Salud de Chiloé, Chile.

Beam CT (CBCT). Chen *et al.* indican que una imagen en 2D tiene distorsiones inherentes al proceso de toma radiográfica, mientras que el CBCT ofrece una imagen más fidedigna al generar información en 3D. Tomomi *et al.* (2004) y Waltrick *et al.* (2013), mencionan que el uso del CBCT en odontología ha sido reportado hace más de 20 años, evolucionando hacia menores dimensiones del equipamiento, manejo sencillo, rapidez en la adquisición de imágenes, menor costo y bajas dosis de radiación.

El CBCT ofrece distintos protocolos para la toma de imágenes dependiendo del equipo, donde es posible modificar el campo de visión (FOV) y el tamaño del voxel, lo que según Liedke *et al.* (2009), repercutirá en un tiempo de escaneo más largo a o más corto, así como la cantidad de radiación necesaria. Su uso ha sido reportado extensamente, aunque no se establecen mayores análisis con respecto a las diferencias en las mediciones obtenidas cuando se realizan cambios en los protocolos de adquisición de imágenes en un mismo equipo (Waltrick *et al.*).

En razón de lo anterior, el presente trabajo busca dilucidar si hay diferencias en la visualización del canal mandibular si se aplican distintos protocolos de adquisición de imagen, consignando además si influye el propio observador y su grado de experticia.

MATERIAL Y MÉTODO

Para el estudio, se seleccionaron de forma preliminar 12 mandíbulas humanas secas provenientes del material disponible en las dependencias de la unidad de Anatomía de la Universidad de La Frontera, que no registran datos sobre edad, sexo o etnia. La muestra incluye mandíbulas edéntulas y con corticales óseas completas. Aquellas con fracturas que dificulten la interpretación radiográfica, que poseen perforaciones artificiales para montaje, o que tengan anomalías por procesos patológicos fueron descartadas.

De esta manera, se obtuvieron en segunda instancia un total de 10 canales analizados (1 por cada hemimandíbula), los que fueron sectorizados en tres zonas según Suazo *et al.* (2007); sector anterior que se sitúa entre el foramen mentoniano, 5 mm posterior a éste, y el segundo premolar; el sector medio se ubicó entre el segundo premolar y segundo molar; el sector posterior se ubicó posterior al segundo molar, con una distancia mínima entre ellos de 10 mm, obteniéndose un total de 30 sitios de medición (Fig. 1a).

Para la toma de imágenes, las muestras fueron procesadas en un tomógrafo computacional Cone Beam marca

Planmeca Promax 3D, fabricado en Finlandia año 2016. El protocolo de montaje y ejecución de la adquisición de imagen involucró: la utilización del acople mandibular que tiene el equipo, el que se sitúa en el centro del mismo, allí se posiciona la mandíbula que previamente ha sido registrada con un número identificador, la que se apoya directamente en el acople mediante el cuerpo a nivel de su base, estableciendo su posición simétrica con respecto al soporte; la protuberancia mentoniana se tomó como referencia, ubicándola en el plano sagital mediano. Adicionalmente se incorpora un adhesivo temporal que permite mantener inmóvil la muestra durante el proceso de toma radiográfica (Fig. 1b).

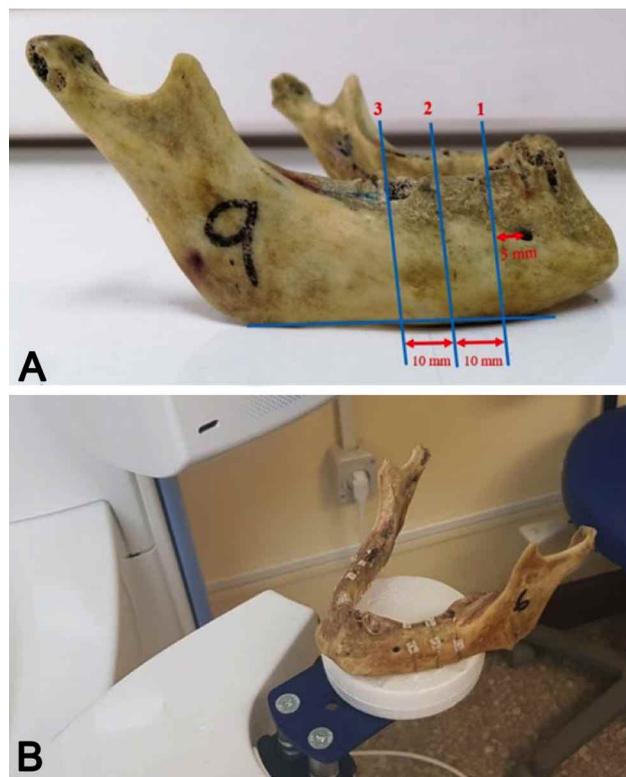


Fig. 1. a) Representación de los sectores del canal mandibular al corte coronal (líneas perpendiculares v/s línea paralela a la base mandibular). 1: sector anterior. 2: sector medio. 3: sector posterior. Distancia mínima entre los cortes de 10 mm. b) Montaje de la mandíbula rotulada en el acople mandibular del tomógrafo computacional Cone Beam.

El equipo se preparó utilizando dos programas de adquisición de imagen, que involucran tamaños de voxel y dosis distinta para cada uno: Dosis Normal (DN) Voxel 0,2 mm (90KV 14mA 12s) dosis absorbida por unidad de área de 900 mGy·cm² y 0,4 mm (90KV 14mA 6s) dosis absorbida por unidad de área de 446 mGy·cm². Además del programa Ultrabaja Dosis (UBD) Voxel 0,2 mm (90KV 4mA 4s) dosis absorbida por unidad de área de 96 mGy·cm² y 0.4 mm (90KV 4mA 3s) dosis absorbida por unidad de área de 38 mGy·cm² (Fig. 2).

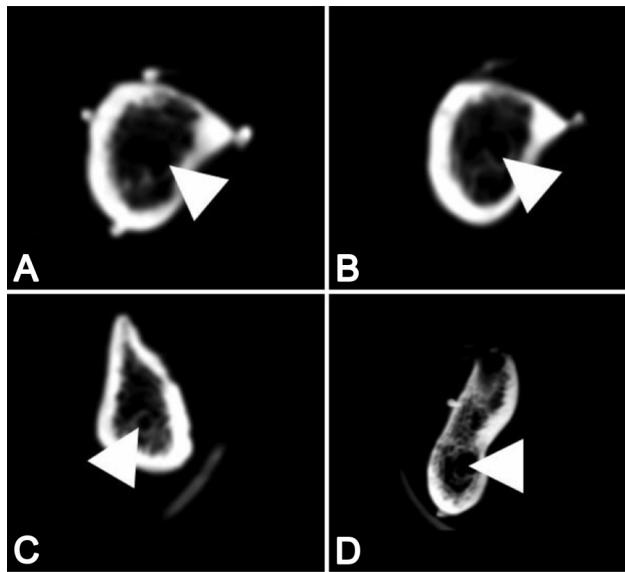


Fig. 2. CBCT con distintos cortes coronales y programas de adquisición de imagen a nivel del canal mandibular (cabezas de flecha blanca). a) sector anterior dosis normal/voxel 0.2 b) sector anterior ultrabaja dosis/voxel 0.4. c) sector medio dosis normal/voxel 0.4. d) sector posterior ultrabaja dosis/voxel 0.2.

Cada una de las imágenes generadas del canal mandibular fueron analizadas por tres observadores distintos; un Cirujano Dentista (V1), un Máster en Anatomía (V2) y un Especialista en Imagenología Máxilofacial (V3). Cada uno valoró la visualización del canal mandibular considerando como parámetro: visible, si es que era posible identificar el canal con las corticales óseas que lo rodean, y como no visible en caso contrario. Dichas imágenes fueron compiladas de forma aleatoria por un técnico del personal, de forma que los observadores no conocen: el sector del canal

mandibular desde el que fue tomada la imagen, el programa que se utilizó, ni el tamaño de voxel del mismo.

Análisis estadístico. Las valoraciones efectuadas por los tres observadores fueron introducidas en el software IBM SPSS v25 consignando la información según tamaño de voxel y dosis de radiación, con el fin de obtener la estadística descriptiva (media y desviación estándar) de la visualización de cada sector del canal, según los observadores.

En segunda instancia, se aplicaron pruebas estadísticas de los datos obtenidos considerando un análisis de la distribución de la muestra para evaluar normalidad a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. De acuerdo con la naturaleza paramétrica o no de las variables evaluadas, se realizó en primera instancia la prueba de Q de Cochran para determinar si existen diferencias entre los observadores. Luego se aplicó la prueba de McNemar para determinar entre cuáles observadores existen diferencias. Además se realizó una prueba la prueba de Corrección de continuidad de Yates para ver si existen diferencias en la visualización de cada observador, según el programa de adquisición de imagen, consignando la dosis y el tamaño de voxel de forma independiente.

Asimismo, se analizó el porcentaje total de visualización según tamaño de voxel y dosis. En ambos casos se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. Por último, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias en la visualización según el sector del canal. Para todas las pruebas se consideró un nivel de confianza del 95 %, por lo que el valor $p < 0,05$ se estableció como estadísticamente significativo. El resumen de las pruebas se aprecia en el flujograma (Fig. 3).

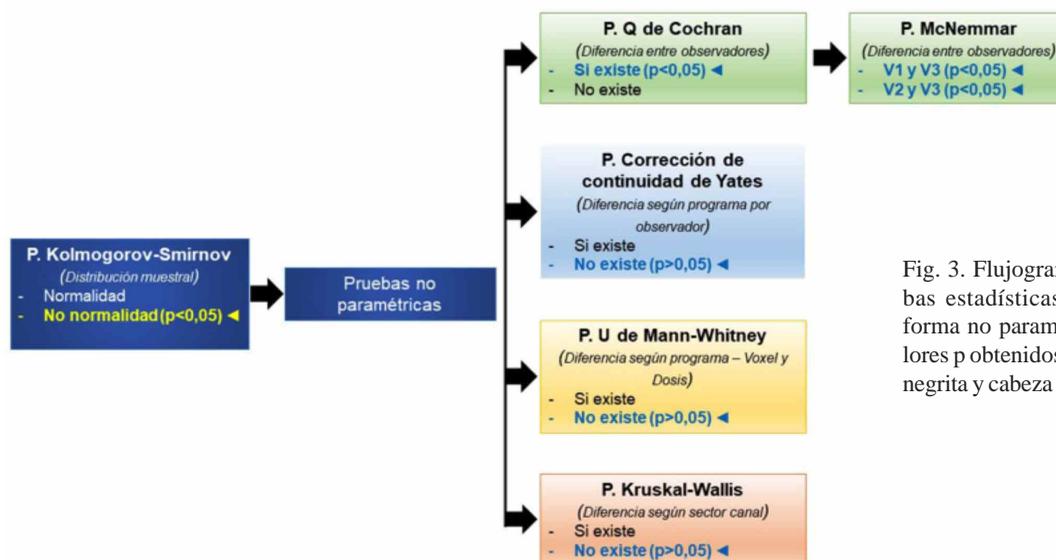


Fig. 3. Flujograma de las pruebas estadísticas realizadas de forma no paramétrica y los valores p obtenidos destacados (en negrita y cabeza flecha azul).

RESULTADOS

Se obtuvieron 240 cortes transversales del canal mandibular, considerando dos programas de adquisición de imágenes que involucraron dos tamaños de voxel y dos dosis de radiación distintos.

Estadística descriptiva. La Tabla I muestra el grado de visualización promedio del canal, expresado en porcentaje, según el sector y observador. En general el porcentaje de visualización es decreciente desde el Especialista en Imagenología Máxilofacial, Máster en Anatomía y Cirujano

no Dentista, respectivamente. La Tabla II desglosa el grado de visualización expresado en porcentaje de cada observador por sector, considerando la dosis de radiación utilizada para la generación de la imagen de CBCT. La Tabla III expresa los datos de visualización en porcentaje según observador y sector, pero tomando en cuenta el tamaño de voxel que se aplicó por cada programa de adquisición de imagen.

Pruebas estadísticas. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov da cuenta que las distribuciones de las mediciones registradas no presentan normalidad, por ende se utilizaron pruebas no paramétricas para los análisis estadísticos (Tabla IV).

Tabla I. Visualización promedio (en porcentaje %) y desviación estándar (DE) del canal mandibular por sector. (V1= Cirujano Dentista; V2= Máster en Anatomía; V3= Especialista en Imagenología Máxilofacial).

Sector	V1		V2		V3		TOTAL
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	
Anterior	91,25	±0,28	82,50	±0,38	98,75	±0,11	91,83
Medio	81,25	±0,39	83,75	±0,37	95,00	±0,261	86,67
Posterior	86,25	±0,34	83,75	±0,37	92,50	±0,26	87,50

Tabla II. Visualización promedio (en porcentaje %) y desviación estándar (DE) del canal mandibular por sector, según dosis de radiación. (DN= dosis normal; UBD= ultra baja dosis).

Sector	Dosis	V1		V2		V3		TOTAL	
		Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Anterior	DN	92,50	±26,27	85,00	±36,16	100	±00,00	92,50	±14,09
	UBD	90,00	±30,38	80,00	±40,51	97,50	±15,81	89,16	±24,32
Medio	DN	75,00	±43,85	77,50	±42,29	92,50	±26,67	81,67	±29,18
	UBD	87,50	±33,49	90,00	±30,38	97,50	±15,81	91,67	±12,45
Posterior	DN	80,00	±40,51	80,00	±40,51	90,00	±30,38	83,34	±29,23
	UBD	92,50	±26,67	87,50	±33,49	95,00	±22,07	91,67	±18,10

Tabla III. Visualización promedio (en porcentaje %) y desviación estándar (DE) del canal mandibular por sector, según tamaño de voxel (0.2= voxel 0,2 mm; 0.4= voxel 0,4 mm).

Sector	Voxel	V1		V2		V3		TOTAL	
		Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE
Anterior	0.2	87,50	±33,49	87,50	±33,49	100	±00,00	91,67	±18,10
	0.4	95,00	±22,07	77,50	±42,29	97,50	±15,81	90,00	±21,61
Medio	0.2	82,50	±38,38	80,00	±40,51	97,50	±15,81	86,67	±24,80
	0.4	80,00	±40,51	87,50	±33,49	92,50	±26,67	86,67	±23,63
Posterior	0.2	87,50	±33,49	80,00	±40,51	92,50	±26,67	86,67	±22,07
	0.4	85,00	±36,16	87,50	±33,49	92,50	±26,67	88,34	±23,32

Tabla IV. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov de la distribución de la muestra, para la visualización del canal por observador, según sector y total.

Sector	V1	V2	V3	Distribución
Anterior	0,000	0,000	0,000	No normal
Medio	0,000	0,000	0,000	No normal
Posterior	0,000	0,000	0,000	No normal
TOTAL	0,000	0,000	0,000	No normal

Para determinar si existen disimilitudes entre los observadores se aplicó la prueba de Q de Cochran que arrojó un valor menor a 0,05 (0,000) lo que indica que si hay diferencias entre los observadores. A continuación la prueba de McNemar, para determinar entre qué observadores existen diferencias, da cuenta de valores significativos entre el Cirujano Dentista y el Especialista en Imagenología

Máxilofacial. Asimismo, existe diferencia entre el Máster en Anatomía y el Especialista en Imagenología Máxilofacial. Por último no hay diferencias estadísticamente significativas entre el Cirujano Dentista y el Máster en Anatomía (Tabla V).

Para determinar si existen diferencias en la visualización de cada observador, según la dosis de radiación por una parte, y según el tamaño del voxel por otro lado, se aplicó la prueba de corrección de continuidad de Yates. En todos los casos se reportaron valores mayores a 0,05, por lo que no existen diferencia en la visualización considerando estos parámetros (Tabla VI).

La prueba de U de Mann-Whitney se utilizó para determinar si existen diferencias en el porcentaje total de visualización según la dosis de radiación, y tamaño de voxel, respectivamente. En ambos casos el valor-p es mayor a 0,05, por lo que no existe diferencia en la visualización total tomando estos parámetros (Tabla VII).

En última instancia, con el fin de establecer si el porcentaje total de visualización se ve afectado por el sector del canal, se aplicó la versión no paramétrica de la prueba Anova para muestras independientes, que corresponde a Kruskal-Wallis. Se obtuvo un valor-p mayor a 0,05 (0,584), por lo que no existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje total de visualización según el sector.

Tabla V. Valor-p de la Prueba de McNemar.

	V1	V2	V3
V1	-	0,360	0,000
V2	0,360	-	0,000
V3	0,000	0,000	-

(V1= Cirujano Dentista; V2= Máster en Anatomía; V3= Especialista en Imagenología Máxilofacial).

Tabla VI. Valor-p de la prueba de corrección por continuidad de Yates para la comparación de parámetros según observador.

Programa de adquisición	V1	V2	V3
Dosis (DN/UBD)	0,134	0,386	0,537
Voxel (0,2/0,4)	1,000	0,862	0,537

(DN= dosis normal; UBD= ultra baja dosis; 0,2= tamaño de voxel 0,2 mm; 0,4= tamaño de voxel 0,4 mm).

Tabla VII. Valor-p de la prueba de U de Mann-Whitney para el porcentaje total de visualización según el programa de adquisición de imagen.

Programa de adquisición	Porcentaje total de Visualización
Dosis (DN/UBD)	0,162
Voxel (0,2/0,4)	0,984

(DN= dosis normal; UBD= ultra baja dosis; 0,2= tamaño de voxel 0,2 mm; 0,4= tamaño de voxel 0,4 mm).

DISCUSIÓN

Visualización según observadores. El análisis de las imágenes llevadas a cabo por un Cirujano Dentista (V1), un Máster en Anatomía (V2), y un Especialista en Imagenología Máxilofacial (V3) dan cuenta de que el grado de experticia de cada observador es relevante para dicho análisis, ya que se observó un mayor grado de acierto en V3, seguido de V2 y por último V1 (Tabla I). Ahora bien, la combinación de la prueba estadística Q de Cochran y la prueba de McNemar reportaron que hubo diferencias entre V1 y V3, así como entre V2 y V3 ($p < 0,05$). Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre V1 y V2 ($p = 0,360$) (Tabla V).

De esta manera la precisión de la visualización estará determinada por el grado de experticia del observador, aunque influye la forma de la adquisición de la imagen (Angelopoulos *et al.*, 2008), siendo ésta mayor en el profesional dedicado al área (Tyndall *et al.*, 2012). En el estudio de Waltrick *et al.* participaron dos observadores certificados en Radiología Oral y Maxilofacial quienes reportaron el mismo grado de precisión en el análisis de imagen. Esto asegura que una mejor interpretación de la información está condicionada por la especialización del observador, el que debe estar en capacitación continua y con una formación actualizada. Por ello el reporte ofrecido por el especialista es vital para el análisis preciso de las imágenes (Tyndall *et al.*).

Visualización según el sector del canal mandibular. La visualización del canal mandibular que registramos tiene un valor promedio del 88,67 %. Waltrick *et al.* observaron canales totalmente visibles en el 83,3 % de los casos. Angelopoulos *et al.*, determinaron el mismo escenario, con un mejor resultado en el sector posterior, seguido de los sectores medio y anterior. Un promedio más dispar encontraron Oliveira-Santos *et al.* (2011) quienes determinaron que la visibilidad del canal mandibular fue posible en el 53 % de los casos, y registraron visualizaciones difíciles y muy difíciles en 25 % y 22 %, respectivamente. Shokri *et al.* (2014), consignaron un valor de 89,6 % en el lado derecho y 84,7 % en el lado izquierdo para la visibilidad, sin diferencias estadísticas entre ambos. Jung & Cho (2014) establecieron que no fue posible identificar el canal mandibular en tan sólo el 4,7 % de los casos analizados.

La justificación para esta situación según Pawelzik *et al.* (2002), dice relación con la técnica de la adquisición de la imagen en la que el grosor del corte es importante. Al respecto Weckx *et al.* (2016), señalan que el CBCT tiene la mayor precisión de segmentación, y según Tyndall *et al.*, este método ofrece imágenes de alta calidad con precisión

submilimétrica. Angelopoulos *et al.* justifican las variaciones en la visualización a partir de las variaciones propias de la estructura anatómica analizada; en este caso de refiere al grado de cortical que tenga la pared del canal mandibular. Bajo esta perspectiva Oliveira-Santos *et al.* mencionan que las paredes del canal generalmente no están formadas por hueso compacto, sino que en su lugar se componen de una coalescencia de hueso trabecular, que va desde estructuras densas a muy delicadas. Por lo tanto la identificación de esta estructura parece estar más vinculada a la densidad ósea de sus paredes, dependiendo más de las características anatómicas del propio canal que de la técnica utilizada. En acuerdo con esta premisa Shokri *et al.* describieron que el canal mandibular aparece como una zona radiolúcida rodeada por un márgen superior e inferior radiopaco en las imágenes, cuya corticalización es diversa, haciendo que la definición de dichos márgenes no sea una característica constante y regular. De hecho en el 56,3 % de los casos es posible distinguir las corticales, y en el 43,7 % no fue posible identificar de forma concreta estos detalles. Ishii *et al.* (2018), señalaron que cortical superior reviste mayor importancia, porque junto con la cortical alveolar son importantes a la hora de colocar implantes.

Con respecto a los tres sectores analizados, la estadística descriptiva del porcentaje de visualización según sector da cuenta que el canal mandibular tiene mejor visibilidad en el sector anterior; 91,83 %, en comparación con el sector medio y posterior, que reportaron un 86,67 % y 87,50 %, respectivamente (Tabla I). Este resultado difiere con lo reportado por Waltrick *et al.* quienes describen un mayor

porcentaje de visualización en el sector posterior, con un 83,3 % de los casos, hecho que coincide con lo expresado por Angelopoulos *et al.* que mencionan valores decrecientes en la medida que se avanza por el canal desde el sector posterior hacia el anterior. Esto último lo justifican con el acercamiento que tiene el canal mandibular hacia la cortical externa hacia anterior. De igual manera Oliveira-Santos *et al.*, mencionan que la discriminación del canal de su entorno se vuelve menos evidente hacia la región del foramen mentoniano, y por lo tanto la visibilidad en el sector posterior es superior. De esta manera en la zona más cercana al foramen mandibular es más factible visualizar concretamente el canal mandibular, mientras que en la transición hacia el sector medio (a nivel del 1° molar inferior) este porcentaje se reduce. Esto último podría darse por la relación con la fosa submandibular (Shokri *et al.*). Todos los porcentajes reportados se resumen en la Figura 4.

Frente a lo anterior, nuestra investigación efectuó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias entre la visualización de los tres sectores, obteniendo el resultado de que no hay diferencias estadísticamente significativas para la visibilidad del canal en los sectores anterior, medio y posterior ($p=0,584$). Esta discrepancia podría darse por las muestras utilizadas que corresponden a mandíbulas secas en las que probablemente se ha favorecido el proceso de corticalización, junto a las variaciones anatómicas propias del canal. De esta manera será motivo de estudio determinar este parámetro con una población determinada, abriendo un camino hacia una nueva investigación.

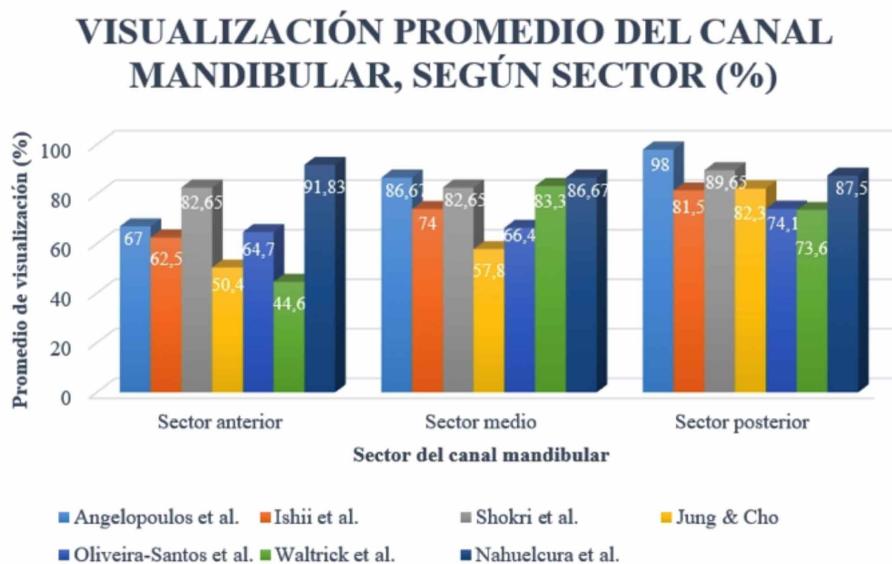


Fig. 4. Gráfico que representa el porcentaje de visualización del canal mandibular según el sector (%). Comparación de los datos de la presente investigación y la revisión bibliográfica respectiva.

Visualización según el programa de adquisición de imagen. En esta investigación se utilizaron distintas versiones del programa de adquisición de imagen, considerando el tamaño del voxel (0.2 y 0.4), y la dosis de radiación (baja dosis y ultra baja dosis) con el fin de determinar si ello afecta a la visualización entre los distintos observadores, y además se analizó si para cada parámetro y su subtipo existe alguna diferencia.

En el primer caso, para determinar si cada programa afecta la visualización según observador, la prueba de corrección por continuidad de Yates mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), por lo que para cada uno de los observadores, independientemente de su experticia, no se vio afectada la valoración de visibilidad del canal mandibular (Tabla VI). Esto resulta importante, ya que según Shokri *et al.*, la calidad de la imagen depende de factores como el tipo de dispositivo, campo de visión, tamaño del voxel, voltaje del tubo y corriente, y otros factores técnicos.

A partir de lo anterior, se aplicó una prueba estadística para determinar si un programa de adquisición de imagen con distinto tamaño de voxel influye en la visibilidad por sí solo. Al comparar los porcentajes totales de visualización según voxel 0.2 y 0.4, la prueba de U de Mann-Whitney muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos parámetros ($p = 0,984$), así que el tamaño de voxel no influye en la visibilidad del canal mandibular (Tabla VII). Esto se asemeja a lo reportado por Waltrick *et al.* quienes describen que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los voxel de tamaños 0.2, 0.3 y 0.4, así que a pesar de que un voxel de tamaño mayor puede en teoría disminuir la calidad de la imagen, aún con estas variaciones en el tamaño del mismo existe precisión. Ballrick *et al.* (2008), describen el mismo suceso y señalaron que más que el tamaño del voxel es el tiempo de exposición el que determina una mejor calidad de imagen. Ishii *et al.* describen en su trabajo que aunque el tamaño del voxel no es idéntico a la resolución espacial, un tamaño más pequeño generalmente proporciona una mejor resolución pensando en detalles más finos, por lo que en casos donde la cortical del canal resulta invisible, un protocolo de toma de imagen con un voxel menor podría dilucidar esto, aunque como ya fue establecido la factibilidad de este suceso obedece a una variación anatómica.

El otro aspecto evaluado en esta investigación es el nivel de radiación utilizada, comparando un programa de dosis normal (DN) y uno de ultra baja dosis (UBD). De esta manera a partir de la prueba estadística de U de Mann-Whitney se consignó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos programas ($p =$

0,162), por lo que la dosis de radiación no influye en la visibilidad del canal mandibular (Tabla VII). Esto resulta sumamente relevante y tiene una aplicación clínica particularmente importante; hay que recordar que el CBCT equivale aproximadamente al 20 % de la dosis de una tomografía computarizada convencional, siendo similar a la aplicación de radiografías periapicales de todos los dientes (Weckx *et al.*). A pesar de esta ventaja evidente, el CBCT no está indicado para todos los casos; según Tyndall *et al.* las radiografías convencionales son la primera fuente de evaluación diagnóstica preliminar, y dan paso a técnicas de este tipo. Además, debe cumplirse el principio elemental de la radiología ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que infiere utilizar la radiación “tan baja como sea razonablemente posible”, lo que implica un protocolo de toma de imágenes que utilicen las dosis mínimas que garanticen cualidades diagnósticas aceptables. Bajo esta lupa, nuestro estudio da cuenta que el programa UBD ofrece imágenes de buena calidad con la importante diferencia de la dosis de radiación, que con respecto al programa DN, equivale hasta un 90 % aprox. menos de radiación para el paciente. De seguro esto es relevante para el individuo que se expone a un examen complementario de este tipo y le otorga tranquilidad al profesional frente a la demanda constante por parte de los usuarios de un tratamiento óptimo.

En síntesis, este estudio hace un aporte concreto a la Imagenología como disciplina que estudia elementos anatómicos in vivo, estableciendo la importancia del grado de experticia del observador, y cómo los programas de adquisición de imagen pueden modificarse en beneficio del paciente. Dentro de los límites que encontramos en general, existe cierta limitante por la falta de tejido blando asociado, pero claramente se confirma el alto rendimiento de esta modalidad de imagen a la hora de estudiar el canal mandibular. Con respecto a la muestra, ésta presenta la ventaja de una fácil manipulación lo que permite estandarizar la metodología, asegurando la menor discrepancia entre los resultados expuestos.

NAHUELCURA, M. N.; MATAMALA, V. F. & BASTÍAS, N. C. Comparative analysis of the visualization of the mandibular canal by cone beam computed tomography in humans. *Int. J. Morphol.*, 40(1):129-136, 2022.

SUMMARY: One of the structures of greatest interest in the maxillofacial region is the mandibular canal, where its preservation optimizes the success of clinical procedures. Due to its disposition inside the mandible, in vivo visualization requires the use of radiographic techniques, among which the Cone Beam CT (CBCT) stands out. The objective of this work is to compare the visualization of the human mandibular canal by means of CBCT images with different observers and radiation programs. Using

images generated with CBCT in dry mandibles with different acquisition programs, coronal slices were obtained in the anterior, middle and posterior sectors of the mandibular canal, with a total of 240 measurements, which included two voxel sizes and two doses different radiation sources. Each of the images was evaluated by a Dentist, an Anatomy Master's degree and a specialist in Oral & Maxillofacial Radiology. Percentages of visualization according to observer were obtained for each image acquisition program. The Cochran Q test yielded differences between the observers ($p < 0.05$) and the McNemar test defined these dissimilarities between the specialist and the other observers, but not between the latter. The Yates and Mann-Whitney U tests did not show statistical differences according to the acquisition program ($p > 0.05$). The degree of expertise of the observer influences the visualization and its precision. In turn, using an image acquisition program with a different voxel/radiation dose not affect the visualization, since it depends on the anatomy of the structure itself. A protocol with less radiation could be used in patients complying with the ALARA ("As Low As Reasonably Achievable") premise.

KEY WORDS: Mandibular canal, Jaw; Cone Beam CT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelopoulos, C.; Thomas, S.; Hechler, S.; Parisis, N. & Hlavacek, M. Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 66(10):2130-5, 2008.
- Ballrick, J. W.; Palomo, J. M.; Ruch, E.; Amberman, B. D. & Hans, M. G. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 134(4):573-82, 2008.
- Chen, J. C. H.; Lin, L. M.; Geist, J. R.; Chen, J. Y.; Chen, C. H. & Chen, Y. K. A retrospective comparison of the location and diameter of the inferior alveolar canal at the mental foramen and length of the anterior loop between American and Taiwanese cohorts using CBCT. *Surg. Radiol. Anat.*, 35(1):11-8, 2013.
- Figún, M. & Garino, R. *Anatomía Odontológica Funcional y Aplicada*. 2a ed. Buenos Aires, El Ateneo, 2001.
- Ishii, H.; Tetsumura A, Nomura Y, Nakamura S, Akiyama M, Kurabayashi T. Diagnostic ability of limited volume cone beam computed tomography with small voxel size in identifying the superior and inferior walls of the mandibular canal. *Int. J. Implant Dent.*, 4:18, 2018.
- Jung, Y. H. & Cho, B. H. Radiographic evaluation of the course and visibility of the mandibular canal. *Imaging Sci. Dent.*, 44(4):273-8, 2014.
- Liedke, G. S.; da Silveira, H. E. D.; da Silveira, H. L. D.; Dutra, V. & de Figueiredo, J. A. P. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J. Endod.*, 35(2):233-5, 2009.
- Miles, M. S.; Parks, E. T.; Eckert, G. J. & Blanchard, S. B. Comparative evaluation of mandibular canal visibility on cross-sectional cone-beam CT images: a retrospective study. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 45(2):20150296, 2016.
- Oliveira-Santos, C.; Capelozza, A. L. Á.; Dezzoti, M. S. G.; Fischer, C. M.; Poleti, M. L. & Rubira-Bullen, I. R. F. Visibility of the mandibular canal on CBCT cross-sectional images. *J. Appl. Oral Sci.*, 19(3):240-3, 2011.
- Pawelzik, J.; Cohnen, M.; Willers, R. & Becker, J. A comparison of conventional panoramic radiographs with volumetric computed tomography images in the preoperative assessment of impacted mandibular third molars. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 60(9):979-84, 2002.
- Rouvière, H. & Delmas, A. *Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional*. 10a ed. Barcelona, Masson, 1999.
- Shokri, A.; Shakibaei, Z.; Javadian Langaroodi, A. & Safaei, M. Evaluation of the mandibular canal visibility on cone-beam computed tomography images of the mandible. *J. Craniofac. Surg.*, 25(3):273-7, 2014.
- Suazo, G. I. C.; Morales, H. C. A.; Cantín, L. M. G. & Zavando, M. D. A. Biometric aspects of the mandibular canal. *Int. J. Morphol.*, 25(4):811-6, 2007.
- Tomomi, H.; Tsukasa, S.; Kenji, S. & Tomohiro, O. Radiologic measurements of the mandible: a comparison between CT-reformatted and conventional tomographic images. *Clin. Oral Implants Res.*, 15(2):226-32, 2004.
- Tyndall, D. A.; Price, J. B.; Tetradis, S.; Ganz, S. D.; Hildebolt, C. & Scarfe, W. C. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.*, 113(6):817-26, 2012.
- Waltrick, K. B.; de Abreu Junior, M. J. N.; Corrêa, M.; Zastrow, M. D. & D'Avila Dutra, V. Accuracy of linear measurements and visibility of the mandibular canal of cone-beam computed tomography images with different voxel sizes: an *in vitro* study. *J. Periodontol.*, 84(1):68-77, 2013.
- Weckx, A.; Agbaje, J. O.; Sun, Y.; Jacobs, R. & Politis, C. Visualization techniques of the inferior alveolar nerve (IAN): a narrative review. *Surg. Radiol. Anat.*, 38(1):55-63, 2016.

Dirección para correspondencia:

Néstor Nahuelcura Millán
Facultad de Medicina
Universidad de La Frontera
Francisco Salazar 1145
Temuco, IX Región
CHILE

E-mail: nestor.nahuelcura@ufrontera.cl