

Análisis Comparativo de la Biometría del Canal Mandibular Mediante Disección Anatómica y Tomografía Computarizada Cone Beam en Humanos

Comparative Analysis of the Biometry of the Mandibular Canal by Anatomical Dissection and Cone Beam Computed Tomography in Humans

Néstor Nahuelcura Millán¹; Fernando Matamala Vargas¹ & Claudio Bastias Nahuelhuan²

NAHUELCURA, M. N.; MATAMALA, V. F. & BASTIAS, N. C. Análisis comparativo de la biometría del canal mandibular mediante disección anatómica y tomografía computarizada cone beam en humanos. *Int. J. Morphol.*, 38(4):924-932, 2020.

RESUMEN: El canal mandibular es una estructura de especial interés considerando que es vital su preservación durante actos clínicos. Por encontrarse al interior del hueso requiere un estudio in vivo mediante el uso rayos X, involucrando técnicas entre las que destaca la TC Cone Beam (TCCB). El objetivo de este trabajo es comparar la biometría del canal mandibular humano obtenida en la disección anatómica con la morfometría de las imágenes generadas en TCCB. A partir de cortes coronales realizados en los sectores anterior, medio y posterior del canal mandibular en mandíbulas secas, y mediante imágenes generadas en la TCCB, se obtuvieron 216 mediciones en cada una de técnicas aplicadas. Las mediciones lineales del canal mandibular se efectuaron utilizando marcadores radiopacos que fueron dispuestos en relación a las paredes vecinas que corresponden a las corticales alveolar/residual, basal, interna y externa. Se midió el diámetro vertical y transversal del canal, junto con las distancias entre la cortical alveolar/residual y basal, y entre la cortical interna y externa. Se obtuvieron los valores promedio de cada una de las mediciones lineales, tanto de la biometría en la mandíbula seca como de la morfometría realizada en la TCCB. Luego se determinó las diferencias estadísticas de cada medición (L1-L6 y D1-D2) entre ambas técnicas, utilizando la prueba de correlación de Pearson, donde se obtuvo una correlación positiva muy alta ($p > 0,987$). Adicionalmente se determinó que las mediciones no se ven afectadas por el sector del canal analizado ($p > 0,987$). En las mediciones realizadas L1-L6 y D1-D2, no se encontraron diferencias significativas entre la biometría con respecto a las medidas de morfometría hechas en las imágenes de la TCCB. Las medidas L4 y L5 son las que ofrecen menor diferencias porcentuales con otras investigaciones, debido a una menor absorción de las corticales involucradas.

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

INTRODUCCIÓN

El canal mandibular es una estructura de especial interés en la región máxilofacial, considerando que su preservación es vital. Ello se debe a que contiene el paquete vasculonervioso alveolar inferior, que en determinados procedimientos clínicos como la osteotomía de la rama mandibular, colocación de implantes o extracción de un tercer molar puede verse injuriado (Miles *et al.*, 2016).

Según Rouvière & Delmas (1999), Figún & Garino (2001) y Pró (2012) la mandíbula es un hueso impar situado en el tercio inferior de la cara, en la línea mediana y es simétrico. Se describe presentando tres partes; un cuerpo y dos ramas que se alzan en los extremos posteriores del cuerpo, lo que hace que su forma sea comparada a una herradura horizontal abierta hacia posterior.

Para Rouvière & Delmas; Figún & Garino la mandíbula se constituye por una masa central de tejido óseo esponjoso, circunscrita en toda su extensión por una cubierta muy gruesa y resistente de tejido óseo compacto. Al interior se encuentra el canal mandibular que la recorre de manera parcial en sentido longitudinal, alojando a los vasos y nervio alveolares inferiores. 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 concavidad 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

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

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

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.

Según Suazo *et al.* (2007) el canal mandibular se puede dividir en 3 regiones o segmentos; uno posterior, oblicuo anteroinferiormente, que comprende desde la línula mandibular hasta el segundo molar; uno medio, que tiende a ser horizontal y se acerca a la cortical externa y al margen basilar, extendido desde el segundo molar hasta el segundo premolar; y otro anterior que comienza a nivel del segundo premolar y finaliza donde se bifurca originando el canal mentoniano y el canal incisivo.

Esta estructura por encontrarse labrada al interior del hueso, hace necesario que su estudio in vivo en relación a su posición y curso anatómico deba observarse mediante el uso de rayos X. Mediante un equipamiento ad hoc se pueden 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 la Tomografía Computarizada Cone Beam (TCCB). Chen *et al.* (2013) indican que una imagen en 2D tiene distorsiones inherentes al proceso de toma radiográfica, mientras que la TCCB ofrece una imagen más fidedigna al generar información en 3D. De ésta última, se reporta su uso desde hace más de una década, aunque con el avance tecnológico se ha vuelto comercialmente más viable, con diseños más compactos, imágenes de alta calidad y bajas dosis de radiación (Hanazawa *et al.*, 2004; Waltrick *et al.*, 2013).

Ito *et al.* (2001), Worthington *et al.* (2010) y Hsu *et al.* (2013) reportan que la utilización de esta técnica en la colocación de implantes, donde se hace necesario establecer un margen de seguridad apropiado. Asimismo, Loubele *et al.* (2007) y Sekerci & Sahman (2014) señalan que en las intervenciones quirúrgicas como la osteotomía mandibular la TCCB ha sido utilizado satisfactoriamente ya que ofrece mediciones confiables de las regiones posteriores de la mandíbula.

A partir de lo anterior, es interesante que la TCCB y su uso ha sido reportado ampliamente, sin embargo, no se establecen mayores análisis con respecto a las diferencias en las mediciones obtenidas a partir de éste, cuando se realizan cambios en los protocolos de adquisición de imágenes en un mismo equipo (Waltrick *et al.*). Es por esto, que el presente trabajo tiene por objetivo comparar la biometría del canal mandibular humano obtenida en la disección anatómica con la morfometría de las imágenes generadas en TCCB.

MATERIAL Y MÉTODO

Para el estudio, se han seleccionado 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 9 canales analizados (1 por cada hemimandíbula), los que fueron sectorizados en tres zonas según Suazo *et al.*; 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 27 sitios de medición. Para cada uno de estos sectores se estableció una línea perpendicular a la base mandibular delineando cada uno de los contornos óseos (Fig. 1a), generando un total de 8 mediciones lineales (Tabla I) que incluyen distancia entre las corticales opuestas, alveolar (o residual para el caso de mandíbulas edéntulas)-basal (L1), externa-interna (L2), y del canal hacia las corticales periféricas; alveolar/residual (L3), basal (L4), corticales externa (L5) e interna (L6), además de su diámetro transversal (D1) y vertical (D2) (Fig. 2). Para ello se utilizaron 4 marcadores radiopacos de gutapercha con un diámetro de 1 mm, que guiaron la medición biométrica en el hueso y la morfometría realizada en el procesamiento de la imagen radiográfica (Fig. 1b). Así, se generaron un total de 216 mediciones lineales biométricas e igual cantidad de mediciones morfométricas.

Morfometría en TCCB: 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, así como con los marcadores radiopacos en sus sitios. 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 toma 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). El equipo se prepara con el siguiente

programa: Adquisición Normal Voxel 0,2 mm, 90 KV, 14 mA, 12,s para un volumen cilíndrico de 8 cm de diámetro por 5 cm de altura, con una dosis absorbida por unidad de

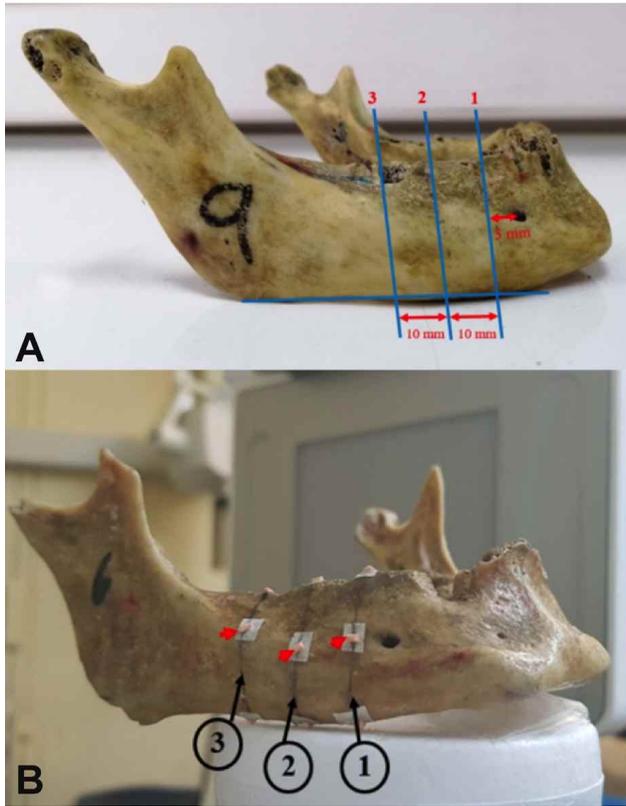


Fig. 1. a) Representación de los sectores del canal mandibular al corte coronal (líneas perpendiculares v/s línea paralela a la base mandibular). 1: sector anterior. 2: sector medio. 3: sector posterior. Distancia mínima entre los cortes de 10 mm. b) Montaje de la mandíbula en el acople mandibular del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

área de 900 mGy·cm². Se revisó la imagen en pantalla para determinar una toma correcta (Fig. 3a), y luego se guardó en la base de datos con su rotulado correspondiente. Las mediciones lineales fueron hechas por un Especialista en Imagenología Máxilofacial tomando como referencias los marcadores radiopacos para la posición del corte coronal de la imagen (Fig. 4b). Se utilizó el software adjunto del equipo: Planmeca Romexis Viewer Launcher v. Windows 4.5.0.R 2016.

Biometría en mandíbulas secas: Luego del procesamiento en el Cone Beam CT, se procedió a realizar los cortes coronales del canal mandibular en las mandíbulas secas, utilizando la línea perpendicular previamente marcada. Para ello se utilizó un micromotor neumático modelo EX-5 con una pieza de mano, ambos de marca NSK Pana-Max Plus, al que se acopló un disco de carburundum de diámetro 38,1 mm, bajo refrigeración con agua. De esta manera, tomando la referencia de los cuatro marcadores radiopacos se realizó un corte neto, obteniendo tres trozos por cada hemimandíbula que corresponden a los tres sectores del canal mandibular (anterior, medio y posterior). Finalmente, las mediciones lineales fueron efectuadas por un Cirujano Dentista, utilizando para ello un pie de metro digital con precisión de 0,01 mm (Fig.s 4a).

Análisis estadístico. Una vez obtenidas las medidas, tanto morfométricas del Cone Beam CT como biométricas en la mandíbula directamente, se consignaron los datos en el software IBM SPSS v25, a fin de obtener la estadística descriptiva (media y desviación estándar) de las mediciones de cada sector y del diámetro del canal. En segunda instancia, se aplicaron pruebas estadísticas considerando un primer análisis de la distribución de la muestra para

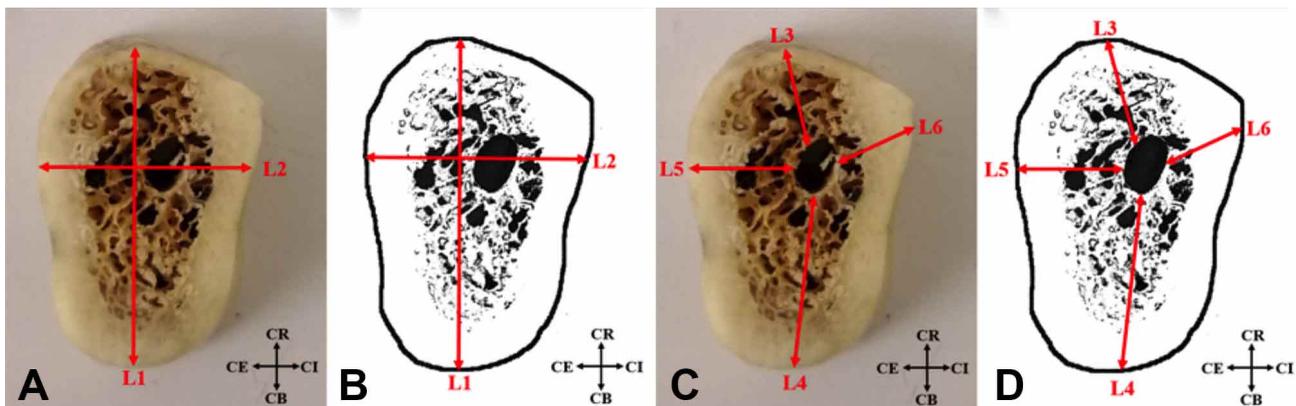


Fig. 2. Representación de las mediciones lineales en un corte coronal del canal mandibular. A) (corte real óseo) y B) (esquema) L1: distancia de la cortical alveolar/residual (CR) a la basal (CB), L2: distancia de la cortical externa (CE) a la interna (CI). C) (corte real óseo) y D) (esquema) representan las mediciones del canal mandibular con respecto a las corticales alveolar/residual (L3), basal (L4), externa (L5) e interna (L6).

Tabla I. Mediciones lineales realizadas por cada sector del canal mandibular.

Abreviatura	Medición
L1	longitud entre la cortical alveolar/residual y cortical basal.
L2	longitud entre la cortical externa e interna.
L3	longitud entre la cortical alveolar/residual y la cortical del canal mandibular.
L4	longitud entre la cortical basal y la cortical del canal mandibular.
L5	longitud entre la cortical externa y la cortical del canal mandibular.
L6	longitud entre la cortical interna y la cortical del canal mandibular.
D1	Diámetro transversal del canal mandibular.
D2	Diámetro vertical del canal mandibular.

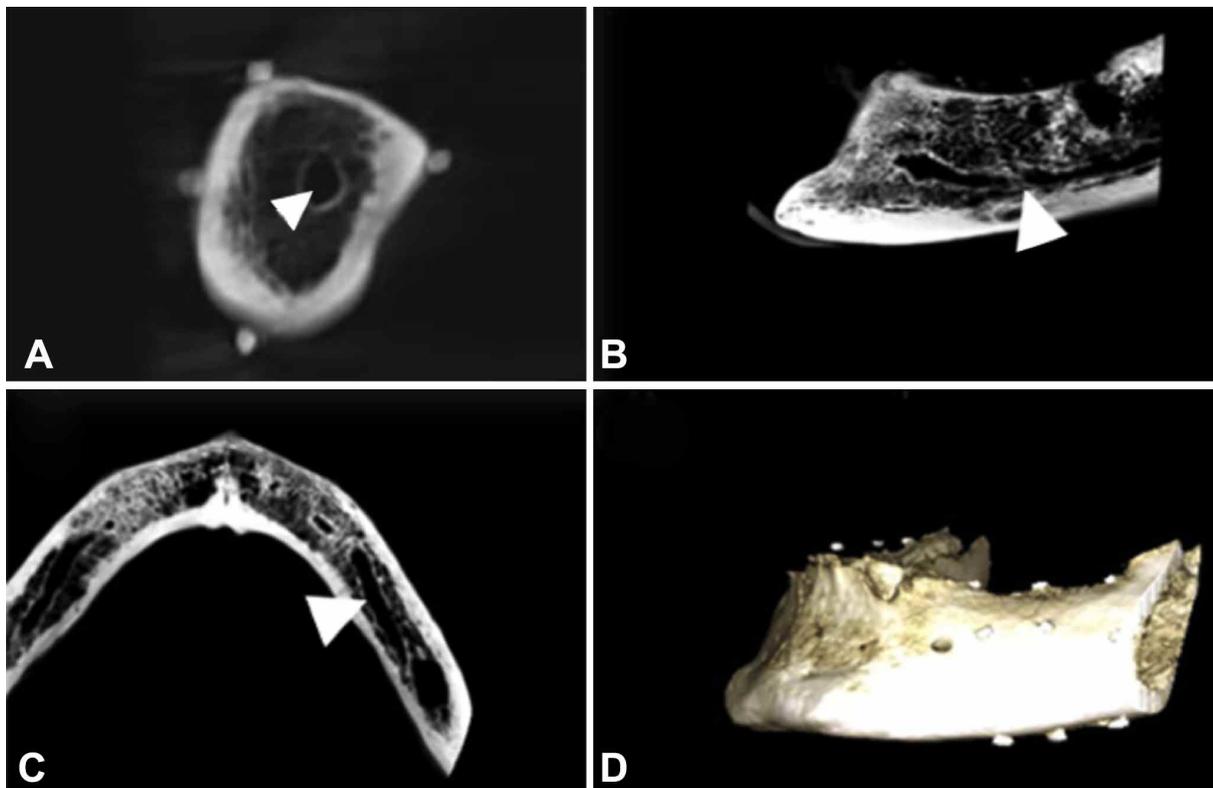
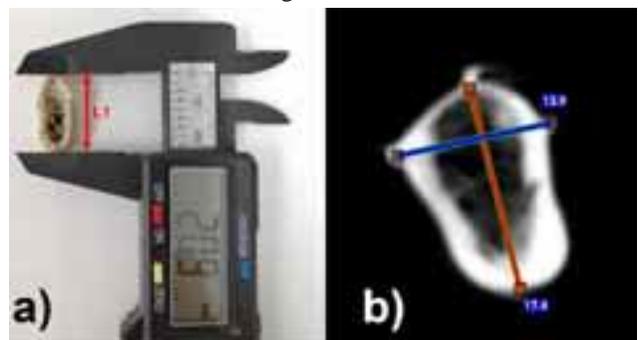


Fig. 3. CBCT de la mandíbula con los marcadores radiopacos con distintos cortes, a nivel del canal mandibular (cabezas de flecha). a) corte coronal utilizando la referencia de los marcadores. b) corte sagital del cuerpo. c) corte transversal del cuerpo mandibular. d) representación 3D de la mandíbula y los marcadores radiopacos.

evaluar normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk. De acuerdo con la naturaleza paramétrica o no de las variables evaluadas, se realizó la prueba de correlación de Pearson y de Spearman, para determinar el grado de relación entre las mediciones directas y las de TCCB. Además, para determinar si el grado de concordancia entre las mediciones se ve influenciado por el sector, se utilizó la prueba

de correlación parcial. Se consideró un nivel de confianza del 95 %, por lo que el valor $p < 0,05$ se consignó como estadísticamente significativo.

Fig. 4. a) Biometría mandibular; medición L1 que determina la distancia entre la cortical alveolar/residual y la cortical basal. Sector medio del canal mandibular. b) Morfometría mandibular; medición L1 (línea roja) que determina la distancia entre las corticales alveolar/residual y basal, y L2 (línea azul) que determina la distancia entre las corticales externa e interna. Sector anterior del canal mandibular.



RESULTADOS

Se generaron 216 medidas lineales biométricas realizadas por el Cirujano Dentista, y 216 mediciones morfométricas en TCCB efectuadas con el apoyo de un especialista en Imagenología Máxilofacial.

La Tabla II muestra los valores promedios de las distancias medidas L1-L6 separados por biometría en mandíbula seca y morfometría en TCCB. Se observa una importante similitud entre los valores promedios para cada medición comparando los dos métodos aplicados, inclusive en la desviación estándar de los mismos.

La Tabla III muestra los valores promedios de los diámetros medidos D1 y D2 clasificados por biometría en mandíbula seca y morfometría en TCCB. Al igual que el caso anterior, los valores promedios por sector son muy similares comparando cada método de medición.

Mediciones lineales: Para evaluar la normalidad de la distribución de la muestra se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Según esta prueba la distribución de las mediciones registradas presenta normalidad, con excepción de la medida L4.

Para evaluar el grado de correlación entre las mediciones efectuadas en la biometría mandibular versus la morfometría en TCCB, se utilizó el índice de correlación de Pearson para las mediciones L1 a L6 (excepto L4) y D1-D2. Para el caso de la medida L4 se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman debido a la naturaleza no paramétrica (Tabla IV). En ambos casos el valor de significancia es de 0,05 (bilateral). Todas las mediciones presentaron una correlación positiva muy alta con un valor $p > 0,987$, excepto la medición L3 que registró una correlación positiva perfecta ($p = 1,0$). Por esto, se deduce que las mediciones entre la biometría mandibular y la morfometría en TCCB están correlacionadas directamente.

Tabla II. Valores promedio (en milímetros) y desviación estándar (DE) de las mediciones L1 a L6 por sector, según biometría mandibular o morfometría en CBCT.

Sector	Método	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Anterior	Biometría	23,41 ± 3,36	10,69 ± 1,59	12,37 ± 4,29	8,30 ± 1,91	6,38 ± 1,47	6,42 ± 1,60
	CBCT	23,28 ± 3,32	10,60 ± 1,52	12,23 ± 4,32	8,20 ± 1,92	6,27 ± 1,47	6,34 ± 1,64
Medio	Biometría	21,01 ± 3,67	11,93 ± 1,47	10,42 ± 3,96	7,46 ± 1,23	6,52 ± 1,37	7,48 ± 1,88
	CBCT	20,93 ± 3,66	11,83 ± 1,56	10,72 ± 3,93	7,34 ± 1,24	6,43 ± 1,35	7,37 ± 1,88
Posterior	Biometría	19,83 ± 3,77	12,96 ± 1,61	9,88 ± 3,75	7,16 ± 0,93	6,37 ± 1,39	7,50 ± 1,72
	CBCT	19,72 ± 3,75	12,89 ± 1,61	9,78 ± 3,78	7,13 ± 0,88	6,31 ± 1,46	8,47 ± 1,71

Tabla III. Valores promedio (en milímetros) y desviación estándar (DE) de las mediciones de diámetro D1 a D2 por sector, según biometría mandibular o morfometría en CBCT.

Sector	Método	D1	D2
Anterior	Biometría	3,31 ± 0,51	2,42 ± 0,45
	CBCT	3,22 ± 0,50	2,39 ± 0,46
Medio	Biometría	3,59 ± 0,82	2,26 ± 0,51
	CBCT	3,51 ± 0,79	2,20 ± 0,47
Posterior	Biometría	3,54 ± 0,68	2,36 ± 0,49
	CBCT	3,47 ± 0,71	2,32 ± 0,46

Con el fin de determinar si el grado de correlación entre las mediciones biométricas de mandíbula y morfometría de TCCB se ven influenciadas por el sector del canal, se realizó la prueba de correlación parcial (Tabla V). Aún con la inclusión de una tercera variable, los valores de correlación siguen siendo prácticamente los mismos, y aunque se registró un cambio en L4 (0,996 a 0,998) y D1 (0,996 a 0,995), la diferencia es mínima, obteniéndose una correlación positiva muy alta (perfecta para L3). Por esto, las mediciones no se ven influenciadas por el sector del canal mandibular estudiado.

Tabla IV. Correlación de Pearson para mediciones L1-L3, L5-L6 y D1-D2, junto con correlación de Spearman para medida L4, entre la biometría mandibular y la morfometría en CBCT. Valores y grado de correlación.

Medida	Valor de correlación	Grado de correlación
L1	0,999	Correlación positiva muy alta
L2	0,999	Correlación positiva muy alta
L3	1,000	Correlación positiva perfecta
L4	0,996	Correlación positiva muy alta
L5	0,998	Correlación positiva muy alta
L6	0,999	Correlación positiva muy alta
D1	0,996	Correlación positiva muy alta
D2	0,987	Correlación positiva muy alta

Correlación estadísticamente significativa 0,05 (bilateral).

Tabla V. Correlación parcial de L1-L6 y D1-D2 entre la biometría mandibular y la morfometría en CBCT, considerando como variable influyente el sector del canal. Valores y grado de significancia.

Medida	Valor de correlación	Valor-p
L1	0,999	0,000
L2	0,999	0,000
L3	1,000	0,000
L4	0,998	0,000
L5	0,998	0,000
L6	0,999	0,000
D1	0,995	0,000
D2	0,987	0,000

DISCUSIÓN

La localización del canal mandibular puede ser determinada de forma precisa mediante biopsias en mandíbulas de cadáveres, pero este método no es aplicable en intervenciones quirúrgicas in vivo (Bou Serhal *et al.*, 2001). En este sentido, la TCCB ha sido reportado como una modalidad de toma radiográfica para el área máxilofacial muy bien desarrollada, ya que proporciona detalles nítidos de las estructuras de interés al generar imágenes en 3D (Angelopoulos *et al.*, 2008).

Comparación de biometría y morfometría en TCCB: Las mediciones efectuadas mediante biometría del canal en la mandíbula versus las realizadas en la morfometría de la TCCB se correlacionan de forma considerable; existe una correlación positiva muy alta de las mediciones, inclusive positiva perfecta para L3 (según Tabla IV). Esto se traduce en que el grado de reproducibilidad de la TCCB es muy efectivo, ello considerando que la biometría en hueso es el gold estándar, por lo que las mediciones efectuadas en la TCCB son fidedignas. Además, éstas no se ven afectadas por el sector de canal analizado (Tabla V), ya que la correlación sigue siendo positiva muy alta (entre 0,90 a 0,99). Esto es relevante, debido a que en ciertos métodos radiográficos es crítica la zona del canal a evaluar por la forma en la que se produce la adquisición de la imagen, generándose distorsiones que traen consigo errores en la medición. Al respecto, Waltrick *et al.* encontraron una fuerte correlación positiva entre las mediciones, que en promedio fue de 0,998, que es muy similar a nuestros resultados, por lo que precisión de las mediciones lineales en imágenes de TCCB es muy alta.

Bajo estos términos, es relevante utilizar un examen complementario que aporte la mayor precisión posible; Klinge *et al.* (1989) reportaron que, al comparar las mediciones hechas directamente en hueso con aquellas hechas en radiografía periapical ofrecen un 53 % de fiabilidad, mien-

tras que para la radiografía panorámica fue 17 %, la tomografía convencional fue un 39 % y por último para la tomografía computarizada se obtuvo un 94 %. Su estudio estableció que para los dos primeros métodos inclusive hubo dificultad para ubicar el canal, mientras que para la tomografía computarizada siempre fue posible ubicarlo. A partir de lo anterior, se puede deducir que la utilización de técnicas radiográficas 2D presentan dificultades a la hora de otorgar precisión, siendo la principal desventaja la sobre-estimación de las mediciones (Tassoker *et al.*, 2019). Estas diferencias pueden ser críticas para la técnica quirúrgica de colocación de implantes (margen de error cercano a 1 mm), tal es el caso de lo que expresa Özalp *et al.* (2018), donde la estimación de la distancia en la radiografía panorámica variaba en promedio en 0,76 mm con respecto a la medición que genera la TCCB.

Canal mandibular en el plano sagital. El canal mandibular tiene un trayecto de medial a lateral que describe una curva de concavidad anterosuperior (Rouvière & Delmas; Figún & Garino). Para este estudio se describe un recorrido oblicuo en el plano sagital; un comienzo en la parte posterior cercano a la cortical alveolar/residual y que luego se aleja de la misma en la medida que se alcanza la porción anterior del canal (L3). Asimismo, la relación con la cortical basal inicialmente en el sector posterior es más cercana, mientras que se aleja de dicha cortical en la medida que se avanza hacia el sector anterior (L4) (Tabla II).

Al respecto Kilic *et al.* (2010) señalan que para el caso de L3 existe un distanciamiento del canal con la cortical alveolar/residual, pero esto es menos marcado en el caso de mandíbulas edéntulas comparado con mandíbulas dentadas. Hsu *et al.* describe a nivel del 2° premolar inferior una disminución de la medida L3 para el caso de reabsorción por pérdida de dientes. Para Sekerci & Sahman y Nimigeen *et al.* (2018) existe trayecto similar al encontrado en nuestra investigación, con un aumento de L3 en sentido posteroanterior. Para el caso de L4, Suazo *et al.* describen un alejamiento del canal mandibular con respecto a la cortical basal desde posterior hacia anterior, ubicándose el punto más cercano a nivel del 1° molar inferior. Sekerci & Sahman señalan una disminución de L4 a nivel del sector medio, similar a lo que reportaron Al-Siweedi *et al.* (2014), quienes describen un trayecto de forma catenaria, con una zona de mayor concavidad en el sector medio. De esta manera la orientación del canal en el plano sagital obedece a varios patrones; trayecto catenario (51 %), oblicuo (36,7 %), y recto en algunos casos para el sector más anterior (12,2 %) (Ozturk *et al.*, 2012).

El valor promedio de L3 para nuestro estudio es de 10,89 ±5,13 mm; Kilic *et al.* reportan un promedio de 13,47

$\pm 2,7$ mm considerando mandíbulas edéntulas y dentadas, Hsu *et al.* dan cuenta de $15,76 \pm 3,06$ mm para esta medición en mandíbulas dentadas, al igual que Sekerci & Sahman quienes obtuvieron un promedio de $12,63 \pm 2,21$ mm. Nimigean *et al.* describen un valor promedio para L3 de $5,42 \pm 0,61$ mm, pero estos investigadores trabajaron exclusivamente con mandíbulas edéntulas. Al comparar las mediciones, la diferencia evidente radica en la presencia o no de dientes, ya que ello condiciona la reabsorción ósea de la cortical alveolar, por ello esta medida depende de este factor. En nuestro caso no es prioritaria la clasificación en estos aspectos, pero los valores de esta medición difieren levemente considerando la inclusión de mandíbulas dentadas y edéntulas.

Para el caso de la medición L4 encontramos un valor promedio de $7,67 \pm 1,36$ mm; Suazo *et al.* reportaron un valor de $7,23 \pm 1,52$ mm. Yu & Wong (2008) describieron una medición de $7,6 \pm 1,49$ mm, pero sólo estudiaron el sector posterior debido a su implicancia en la osteotomía mandibular. Kilic *et al.* establecieron una medición promedio de $9,75 \pm 1,5$ mm considerando mandíbulas edéntulas y dentadas. Ozturk *et al.* encontraron un valor promedio de 11,1 mm. Chen *et al.* midieron la distancia L4 sólo para el sector anterior consignando un valor promedio de $9,84 \pm 2,01$ mm. Sekerci & Sahman mencionan una medición promedio de $8,9 \pm 1,93$ mm. Finalmente Al-Siweedi *et al.* describieron un valor de $8,52 \pm 1,77$ mm (Fig. 5). La observación de estos datos da cuenta de una

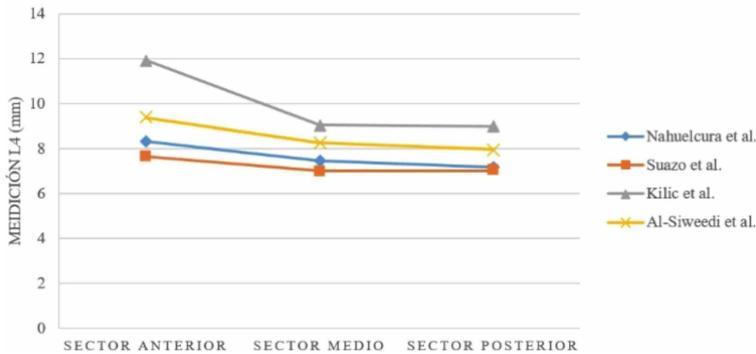


Fig. 6. Gráfico que representa la distancia del canal mandibular hacia la cortical externa (L5). Se aprecia una mayor consistencia de la medición en el sector posterior y medio, al comparar las mediciones reportadas por los autores citados.

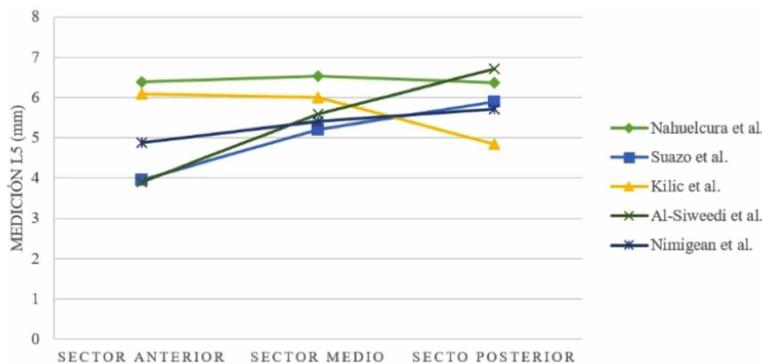


Fig. 5. Gráfico que representa la distancia del canal mandibular hacia la cortical basal (L4). Se aprecia un trayecto oblicuo que se aleja durante su trayecto posteroanterior, al comparar las mediciones reportadas por los autores citados.

menor diferencia de los valores en las distintas investigaciones, lo que se explica por los patrones de reabsorción del hueso mandibular frente a procesos como pérdidas de dientes, donde este valor es más constante con respecto a la medición L3 (Kilic *et al.*).

Canal mandibular en el plano transversal: El canal mandibular nace desde la cara medial de la rama mandibular en el foramen mandibular, continuándose hacia anterior con un trayecto de medial a lateral. 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 (Rouvière & Delmas; Figún & Garino).

Nuestra investigación da cuenta de un trayecto que en primera instancia es cercano a la cortical externa para el sector posterior, luego se aleja de la misma levemente en el sector medio y finalmente en el sector anterior se vuelve a posicionar en las cercanías de esta cortical (medida L5). Distinto es el caso de la relación con la cortical interna; en el sector posterior es lejano y a medida que avanza hacia el sector medio y luego al anterior se hace más cercano a dicha cortical (medida L6) (Tabla II).

En el análisis de la medida L5, Suazo *et al.* coinciden con lo expresado en la literatura clásica, esto es, un trayecto que se acerca progresivamente a la cortical externa en sentido posteroanterior. Para Kilic *et al.* la posición del canal es relativa a la condición del hueso mandibular con respecto a la presencia o ausencia de dientes, ya que en el primer caso esta medida es más acentuada con respecto a L6 al compararla con el segundo caso. Ozturk *et al.* también describen un recorrido oblicuo desde posterior hacia anterior con respecto a la cortical externa, al igual que Sekerci & Sahman y Nimigean *et al.* Un caso similar al encontrado en nuestro estudio lo describen Al-Siweedi *et al.*, ya que dan cuenta de una curvatura elíptica consignando una convexidad dirigida hacia la cortical interna en el sector medio.

Acerca de la medida L6 existen diferencias entre las investigaciones; para Suazo *et al.* el canal mandibular tiene mayor cercanía con la cortical interna en todos los sectores, aunque es más marcado en el sector posterior. Kilic *et al.*

señalan que esta condición es sólo válida para las mandíbulas edéntulas donde las distancias L5 y L6 son muy similares. Ozturk *et al.*, Hsu *et al.* y Nimigean *et al.* dan cuenta de un trayecto donde la distancia con la cortical interna es menor en el sector posterior y aumenta hacia anterior, lo que es clásicamente descrito. Estas diferencias radican una vez más en los patrones de reabsorción del hueso mandibular, donde la cortical interna se ve más afectada por la ausencia de dientes (Al-Siweedi *et al.*).

En relación a los valores promedio, para L5 reportamos $6,42 \pm 1,41$ mm; Suazo *et al.* describen un valor de $5,02 \pm 1,36$ mm, mientras que Yu & Wong establecen una medida de $7,2 \pm 1,47$ mm, pero sólo consideraron el sector posterior. Para Kilic *et al.* el valor promedio fue de $5,64 \pm 1,6$ mm, Ozturk *et al.* obtuvieron un valor de $5,12$ mm, Hsu *et al.* reportan $4,4 \pm 1,13$ mm, Sekerci & Sahman $5,2 \pm 1,57$ mm, Al-Siweedi *et al.* $5,4 \pm 1,18$ mm y Nimigean *et al.* dan cuenta de un valor promedio de $4,38 \pm 0,28$ mm (Fig. 6). Estas medidas no difieren mucho entre sí, justificando su valor en relación a la consistencia y como medición de referencia.

Por otra parte los valores promedio de L6 si resultan distintos; los datos de esta investigación reportaron un valor de $7,14 \pm 1,73$ mm. Suazo *et al.* describieron un promedio de $2,74 \pm 0,92$ mm, Kilic *et al.* mostraron un valor de $4,55 \pm 1,6$ mm, Ozturk *et al.* reportan el valor más bajo con $1,33$ mm. Hsu *et al.* reportaron una medida de $3,97 \pm 0,98$ mm, Sekerci & Sahman $2,48 \pm 1,15$ mm y finalmente Nimigean *et al.* describieron un valor promedio de $4,38 \pm 0,28$.

En resumen, la medida L5 es mucho más consistente ya que no se ve mayormente afectada por la reabsorción ósea. A esto se suma su importancia clínica en el sector posterior como en la osteotomía mandibular, estableciéndose que si L5 es igual o menor a $0,8$ mm existirá amplia posibilidad de encontrar sintomatología post cirugía (Sekerci & Sahman).

En conclusión, la utilización de un examen en 3D como la TCCB ofrece resultados fidedignos y confiables desde el punto de vista anatómico, vitales para tomar decisiones que requieren alta precisión como en la colocación de implantes, y en la osteotomía de rama mandibular.

NAHUELCURA, M. N.; MATAMALA, V. F. & BASTIAS, N. C. Comparative analysis of the biometry of the mandibular canal by anatomical dissection and cone beam computed tomography in humans. *Int. J. Morphol.*, 38(4):924-932, 2020.

SUMMARY: The mandibular canal is a structure of special interest, considering that its preservation during clinical procedures is vital. Given its location inside the bone, in vivo studies including X-rays and Cone Beam CT (CBCT) analysis are among the techniques

required for an evaluation. The aim of this paper is to compare biometrics of the human mandibular canal from an anatomic dissection, with the morphometry of images obtained with CBCT. In this study, 216 measurements were obtained from cross sections carried out in the anterior, middle and posterior sectors of the mandibular canal in dry jaws, through CBCT images. Linear measurements of the mandibular canal were carried out using radiopaque markers that were arranged with respect to the outlying walls that correspond to the alveolar/residual, basal, internal and external corticals. The vertical and transverse diameters of the canal was measured, along with the distances between the alveolar/residual and basal cortex, and between the internal and external corticals. The average values of each of the linear measurements were obtained, both of the biometrics in the dry jaw and the morphometry performed in the CBCT. Then the statistical differences of each measurement (L1-L6 and D1-D2) between both techniques were determined, using the Pearson correlation test, where a very high positive correlation was obtained ($p > 0.987$). Additionally, it was determined that measurements are not affected by the sector of the analyzed channel ($p > 0.987$). The measurements made L1-L6 and D1-D2, no significant differences were found between the biometrics with respect to the morphometry measurements made in the CBCT images. Measures L4 and L5 are those that offer the lowest percentage differences with other research, due to lower absorption of the corticals involved.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Siweedi, S. Y.; Nambiar, P.; Shanmuhasantharam, P. & Ngeow, W. C. Gaining surgical access for repositioning the inferior alveolar neurovascular bundle. *Scientific World Journal*, 2014:719243, 2014.
- Angelopoulos, C.; Thomas, S. L.; Hechler, S.; Parissis, 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.
- Bou Serhal, C.; van Steenberghe, D.; Quirynen, M. & Jacobs, R. Localisation of the mandibular canal using conventional spiral tomography: a human cadaver study. *Clin. Oral Implants Res.*, 12(3):230-6, 2001.
- Chen, J. C.; 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.
- Hanazawa, T.; Sano, T.; Seki, K. & Okano, T. Radiologic measurements of the mandible: a comparison between CT-reformatted and conventional tomographic images. *Clin. Oral Implants Res.*, 15(2):226-32, 2004.
- Hsu, J. T.; Huang, H. L.; Fuh, L. J.; Li, R. W.; Wu, J.; Tsai, M. T.; Shen, Y. W. & Tu, M. G. Location of the mandibular canal and thickness of the occlusal cortical bone at dental implant sites in the lower second premolar and first molar. *Comput. Math. Methods Med.*, 2013:608570, 2013.
- Ito, K.; Gomi, Y.; Sato, S.; Arai, Y. & Shinoda, K. Clinical application of a new compact CT system to assess 3-D images for the preoperative treatment planning of implants in the posterior mandible A case report. *Clin. Oral Implants Res.*, 12(5):539-42, 2001.

- Kilic, C.; Kamburoglu, K.; Ozen, T.; Balcioglu, H. A.; Kurt, B.; Kutoglu, T. & Ozan, H. The position of the mandibular canal and histologic feature of the inferior alveolar nerve. *Clin. Anat.*, 23(1):34-42, 2010.
- Klinge, B.; Petersson, A. & Maly, P. Location of the mandibular canal: comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 4(4):327-32, 1989.
- Loubele, M.; Guerrero, M. E.; Jacobs, R.; Suetens, P. & van Steenberghe, D. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 22(3):446-54, 2007.
- 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.
- Nimigean, V.; Sîrbu, V. D.; Nimigean, V. R.; Badita, D. G.; Poll, A.; Moraru, S. A. & Pașun, D. L. Morphological assessment of the mandibular canal trajectory in edentate subjects. *Rom. J. Morphol. Embryol.*, 59(1):235-42, 2018.
- Özalp, Ö.; Tezerisener, H. A.; Kocabalkan, B.; Büyükkaplan, U. S.,; Özarıslan, M. M.; Şimsık Kaya, G.; Altay, M. A. & Sindel, A. Comparing the precision of panoramic radiography and cone-beam computed tomography in avoiding anatomical structures critical to dental implant surgery: A retrospective study. *Imaging Sci Dent.*, 48(4):269-75, 2018.
- Ozturk, A.; Potluri, A. & Vieira, A. R. Position and course of the mandibular canal in skulls. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.*, 113(4):453-8, 2012.
- Pró, E. *Anatomía Clínica*. Buenos Aires, Médica Panamericana. 2012.
- Rouvière, H. & Delmas, A. *Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional*. 10a ed. Barcelona, Masson, 1999.
- Sekerci, A. E. & Sahman, H. Cone beam computed tomographic analyses of the position and course of the mandibular canal: relevance to the sagittal split ramus osteotomy. *Biomed. Res. Int.*, 2014:945671, 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.
- Tassoker, M.; Akin, D.; Aydin Kabakci, A. D. & Sener, S. Comparison of CBCT and panoramic radiography for mandibular morphometry. *Folia Morphol. (Warsz.)*, 79(4), 2019. DOI: 10.5603/FM.a2019.0031
- Waltrick, K. B.; Nunes de Abreu Junior, M. J.; Corrêa, M.; Zastrow, M. D. & Dutra, V. D. 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.
- Worthington, P.; Rubenstein, J. & Hatcher, D. C. The role of cone-beam computed tomography in the planning and placement of implants. *J. Am. Dent. Assoc.*, 141 Suppl. 3:19S-24S, 2010.
- Yu, I. H., & Wong, Y. K. Evaluation of mandibular anatomy related to sagittal split ramus osteotomy using 3-dimensional computed tomography scan images. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 37(6):521-8, 2008.

Dirección para correspondencia:

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

Email: nestor.nahuelcura@ufrontera.cl

Recibido : 28-11-2019

Aceptado: 11-02-2020