

Revista Brasileira de Odontologia Legal – RBOL

ISSN 2359-3466

<http://www.portalabol.com.br/rbol>



Antropología forense

DIMORFISMO SEXUAL DEL AGUJERO MAGNO EN TOMOGRAFÍAS DE UNA POBLACIÓN PERUANA.

Sexual dimorphism of the foramen magnum in CT scans of a Peruvian population.

Diana Victoria PARRA¹, Daniel Guillermo Suares PONCE², Ymelda Wendy Velezmoro MONTES³, Carlos Vigo GARCIA⁴.

1. Odontóloga. Universidad Antonio Nariño, Palmira-Colombia. Especialidad Odontología Forense. Universidad Científica del Sur, Lima-Perú.

2. Docente Departamento de Estomatología Médico Quirúrgico. Facultad de Odontología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú

3. Docente Coordinadora de la Especialidad en Odontología Forense. Facultad de Odontología. Universidad Científica del Sur, Lima - Perú.

4. Docente de Radiología. Facultad de Odontología. Universidad Científica del Sur, Lima - Perú.

Información sobre el manuscrito:

Recebió: 31 de marzo de 2022
Aceptado: 01 de agosto de 2022

Contactar al autor:

Dra. Diana Julieth Victoria Parra
Calle 54 # 31-126, Palmira, Valle del Cauca, Colombia
Código Postal: 73531.
E-mail: victoriaparra_019@hotmail.com.

RESUMEN

Introducción: La base del cráneo es una estructura compacta, muy resistente a los daños físicos, la robustez del hueso occipital y la posición anatómica protegida del agujero magno bajo una profundidad de tejido blando pueden hacerlo menos vulnerable a la fragmentación y a los efectos de los procesos tafonómicos en comparación con otras estructuras óseas, lo que permite utilizarlo para estimar el dimorfismo sexual. Objetivo: Establecer la relación entre el dimorfismo sexual y la morfometría del agujero magno en tomografías de pacientes mayores o iguales a los 18 años que asistieron a consultorios privados en Lima metropolitana, durante los años 2015 al 2020. Materiales y métodos: El estudio se desarrolló con 239 tomografías (88 masculinos y 151 femeninos). Se realizaron mediciones del agujero magno de los diámetros anteroposterior máximo (DAPM), transversal máximo (DTM) y el área se estableció mediante la fórmula de Teixeira (1982). Resultados: El DAPM presentó una media en el sexo masculino de 37,182 +/- 2,4012 mm y en el femenino de 34,795 +/- 2,1086 mm, mientras que para el DTM se estableció una media en el sexo masculino de 32,517 +/- 2,3463 mm y para el femenino de 30,514 +/- 2,2084 mm, en el área según Teixeira (1982) en el sexo masculino se observó una media de 957,21390 +/- 115,162403mm² y en el femenino de 840,11055 +/- 93,775088mm². Se establece una relación estadística (p<0.05) entre los parámetros DAPM, DTM, A Teixeira (1982) entre ambos sexos. Conclusión: Existe relación entre el dimorfismo sexual y la morfometría del agujero magno, con una predicción de 71.96%.

PALABRAS CLAVES

Antropología forense; Dimorfismo sexual; Agujero magno; Tomografía.

INTRODUCCIÓN

En las ciencias forenses, establecer la identidad positiva de un

individuo es el principal objetivo¹. El análisis de los restos óseos incluye la estimación del sexo, el patrón ancestral, la

edad y la estatura. De todos ellos, la estimación del sexo es un paso muy importante en la identificación de cualquier resto humano esquelético descubierto^{2,3}. Este procedimiento se complica aún más en los cadáveres mutilados o fragmentados como consecuencia de choques de alta velocidad, accidentes aéreos, explosiones, etc^{1,4}.

La pelvis (95%) y el cráneo (92%), se consideran las dos estructuras más importantes que sirven mejor para estimar el sexo debido a las prominentes características dimórficas de su arquitectura^{2,5}.

La base del cráneo es una estructura compacta, muy resistente a los daños físicos, protegida por su posición anatómica y porque está cubierta por un gran volumen de tejido blando, por lo que puede utilizarse para determinar el sexo de cráneos fragmentados o deformados⁶⁻¹⁰.

El agujero magno "es un hito importante de la base del cráneo y es de particular interés en antropología, anatomía, medicina forense y otros campos de la medicina"^{1,2,11}.

El agujero magno ha atraído un interés considerable para la determinación del sexo. La robustez del hueso occipital y la posición anatómica relativamente protegida del agujero magno bajo una profundidad de tejido blando pueden hacerlo menos vulnerable a la fragmentación o a los efectos de los procesos tafonómicos en comparación con otros huesos craneales y faciales¹²⁻¹⁴.

Varios enfoques morfológicos y métricos muestran la contribución y capacidad del agujero magno con un grado

variable de dimorfismo sexual en las diferentes poblaciones⁵.

El agujero magno es una abertura en el hueso occipital, a través del cual la cavidad craneal se comunica o da el paso a el tronco cerebral, la medula espinal, el nervio accesorio y la arteria vertebral^{5,15,16}. Este agujero presenta un borde anterior el cual está formado por la apófisis basilar del hueso occipital, el borde lateral por los cóndilos occipitales izquierdo y derecho y el borde posterior está formado por la parte supra occipital del hueso occipital¹⁵.

Estudios realizados al agujero magno demuestran que los diferentes parámetros a obtener presentan diferencias con relación al sexo. Entre las estructuras se destaca el uso de mediciones lineales y el área de circunferencia del agujero magno para la determinación del sexo¹.

Salas (2018)¹⁷ en Perú, determina que existen divergencias entre las dimensiones y áreas obtenidas a partir del agujero magno respecto al sexo, empleando la fórmula de Teixeira⁴ prediciendo el sexo en un 76.83%, siendo mayor en hombres que en mujeres.

Saleh et al. (2019)¹⁸ en una población egipcia, concluyen que el diámetro transversal y longitudinal del agujero magno es mayor en el sexo masculino que en el sexo femenino, existiendo una diferencia estadísticamente significativa $p < 0,00118$.

Lashin et al. (2019)¹⁹ en Egipto, determinan que todas las mediciones del agujero magno fueron significativamente más altas en el sexo masculino en comparación con el sexo femenino. La mejor predicción general de sexo fue

reportada por el área del agujero magno, luego los diámetros transversal y sagital del agujero. La predicción del sexo para este estudio fue del 69%.

Gargi et al. (2018)²⁰ en una población de la India, establecen que el valor medio de la longitud, anchura y área del agujero magno era significativamente mayor en los hombres que en las mujeres. El área del agujero magno fue el mejor parámetro discriminante para estudiar el dimorfismo sexual con una precisión global del 90.9%.

El-Barrany et al. (2016)²¹ establecen que el agujero es importante en la estimación del sexo en la población sudanesa dado que el ancho del agujero magno pudo establecer el sexo con una exactitud del 83 %, que es superior a la de Uysal y Cols. El resultado de la longitud del agujero magno (LAM) estuvo acorde con él estudio de Uthman y otros, quienes encontraron que el LAM era también más alta en los hombres.

Tambawala et al. (2016)¹ en la India, afirman que existe una expresión estadística significativa de las diferencias sexuales en la región del agujero magno, que puede resultar útil y fiable para predecir el sexo. Sugiere la fiabilidad, la utilidad y la precisión de la CBCT en el análisis forense para la identificación. La tasa de exactitud de la predicción del sexo utilizando las dimensiones del área (fórmula de Teixeira⁴) fue del 66,4%.

Uysal y Cols. (2005)^{1,12,22} en Turquía, establecen que todas las dimensiones del agujero magno eran mayores en los hombres que en las mujeres, siendo la longitud y la anchura del

agujero magno las que reflejaban las mayores diferencias y dio una precisión del 81% en la predicción del sexo.

Este estudio es importante porque permitirá aportar una metodología métrica en la estimación del sexo, en una estructura ósea como el agujero magno, orientado a tener más precisión del sexo en los restos óseos que se estudian.

El propósito del estudio fue establecer la relación entre el dimorfismo sexual y la morfometría del agujero magno en tomografías de haz cónico helicoidal de pacientes mayores o iguales a los 18 años que asistieron a consultorios privados en Lima Metropolitana, durante los años 2015 al 2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue de diseño descriptivo, observacional, transversal y retrospectivo. Se realizaron mediciones en 239 tomografías comprendidas durante los años 2015 al 2020 (88 correspondían al sexo masculino y 191 al femenino) obtenidas mediante un muestreo probabilístico. La investigación fue aprobada por el Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur.

Las muestras fueron obtenidas de consultorios privados de Lima Metropolitana, de acuerdo a los criterios de inclusión: tomografías de pacientes mayores o iguales a los 18 años, tomografías de alta calidad, se excluyeron tomografías de pacientes que no cubrían toda la existencia del agujero magno, tomografías de pacientes con antecedentes de cirugía o cualquier otra lesión patológica

(congénita/adquirida), asimetría ósea en la región de la base del cráneo, tomografías de pacientes con traumatismo en las vértebras cervicales superiores y fracturas de cráneo.

Para este estudio se realizan las medidas métricas en el agujero magno que comprenden: Diámetro anteroposterior máximo, diámetro transversal máximo y el área del agujero magno.

La investigadora se entrenó en cuanto a la técnica y procedimiento a realizar con un especialista en Radiología

Oral y maxilofacial. En el entrenamiento del interobservador e intraobservador de las variables a estudiar, se procedió a medir el diámetro anteroposterior máximo (DAPM): Medición anteroposterior a lo largo del eje principal del agujero magno, punto craneométrico desde Basion hasta el Opistion. Diámetro transversal máximo (DTM): Medición perpendicular al DAPM, la mayor anchura del agujero magno que es la distancia entre los márgenes laterales del agujero magno en los puntos de mayor curvatura laterales (Figura 1).

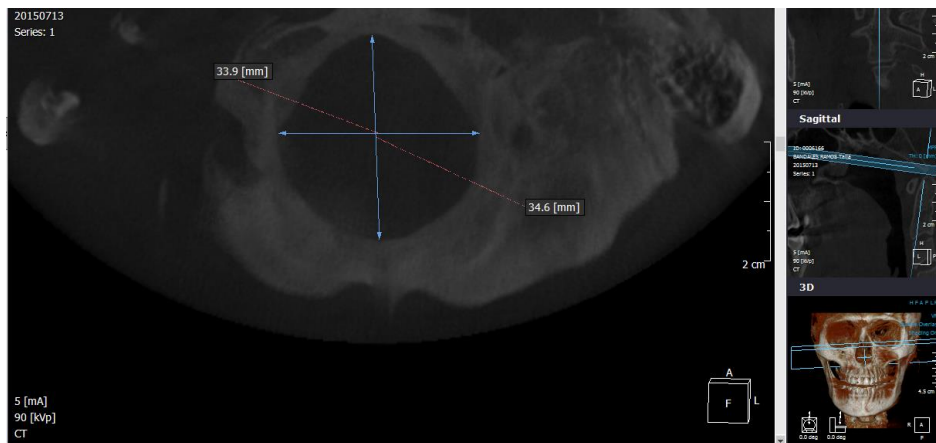


Figura 1- Medición de los diámetros anteroposterior máximo (DAPM) y transversal máximo (DTM).

Para determinar el área del agujero magno se estableció mediante la fórmula planteada por Teixeira (1982)⁴, tomando como referencia los DAPM Y DTM; el cual se aplicó en una población brasileña. Esta fórmula estima el sexo, “si el área obtenida es menor a 806 mm² corresponde a una mujer, si es mayor a 964 mm², a un varón.

A través del Software Real Scan, se estudiaron los volúmenes de cada una de las tomografías y se observó en las ventanas multiplanares (Vista Coronal, Vista Sagital y Vista Axial) la ubicación de la apófisis odontoides, procediendo a manipular los planos según fuera

conveniente siguiendo el eje de la estructura anatómica mencionada.

Luego, se verificó en la vista coronal que los planos estuvieran centrados en la apófisis odontoides y en la vista sagital se llevó la intersección de los planos al punto más inferior del vértice del Clivus y con el plano sagital se realizó una inclinación hacia el punto anterior más próximo del Occipital.

Finalmente, en la vista axial se activó la opción MIP (Proyección de máxima intensidad) y se aumentó el grosor de corte a 5mm obteniendo la visualización completa del Agujero magno, para luego

obtener las siguientes medidas: La longitud del punto más anterior al más posterior del agujero y la longitud de los márgenes laterales en los puntos de mayor curvatura lateral.

Se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para hallar el nivel de confiabilidad interexaminador. Se alcanzó los siguientes valores con respecto al CCI interobservador: En relación DAPM se obtuvo un valor de 0.995, en el DTM un valor de 0.852 y en el área un valor de 0.943.

Se alcanzó los siguientes valores con respecto a el CCI intraobservador: En relación con el DAPM se obtuvo un valor de 0.989, en el DTM un valor de 0.993 y en el área un valor de 0.994.

Se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo y frecuencia de sexo en la morfometría del agujero magno. Además, se realizó la prueba de normalidad, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para el análisis de las 239 tomografías, luego se prosiguió a realizar la prueba de t student, la cual estableció como resultado valores estadísticamente significativos entre masculino y femenino ($p < 0.05$). Posteriormente, se realizó una prueba de correlación de Pearson de las variables con un nivel de significancia de 0.01 entre los diámetros del agujero magno orientado a determinar el grado de correlación ($p < 0,05$).

Por último, se realizó el análisis funcional discriminante utilizando mediciones del agujero magno para discriminar entre ambos sexos (Wilks Lambda).

RESULTADOS

En la Tabla 1, se evidencia que, de una muestra de 239 tomografías, el 63,2% correspondió al sexo femenino y el 36,8% al sexo masculino.

Tabla 1- Distribución porcentual del sexo.

Sexo	Frecuencia	%
Masculino	88	36,8%
Femenino	151	63,2%
Total	239	100,0%

En la tabla 2, se observa la media, la desviación estándar, la prueba t para los DAPM, DTM y el área según Teixeira⁴ de acuerdo al sexo.

En la tabla 3, se evidencia el coeficiente de Pearson establecida en los diámetros DAPM, DTM y el área según Teixeira⁴.

En la Tabla 4, se observa el análisis para discriminar el dimorfismo sexual.

Se visualiza en la tabla 5, el valor predictivo para determinar el sexo masculino y femenino, se estableció un porcentaje de 71.96%.

DISCUSIÓN

El dimorfismo sexual es una de las variables más importantes en el proceso de reconstrucción del perfil biológico (sexo, edad, patrón ancestral y estatura), el cual es aplicado en casos de identificación humana relacionado a desastres masivos, cadáveres mutilados o fragmentados como consecuencia de choques de alta velocidad, accidentes aéreos y explosiones.

Tabla 2- Comparación de diferentes parámetros entre masculino y femenino.

Parámetro	Género	n	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Diferencia de medias	T	p-value
DAPM	Masculino	88	37,182	2,4012	0,2560	2.3865	8.014	0.000
	Femenino	151	34,795	2,1086	0,1716			
DTM	Masculino	88	32,517	2,3463	0,2501	2.0031	6.609	0.000
	Femenino	151	30,514	2,2084	0,1797			
ATEIXEIRA	Masculino	88	957,21390	115,162403	12,276353	117.1033	8.548	0.000
	Femenino	151	840,11055	93,775088	7,631308			

Tabla 3 - Correlación entre las diferentes variables independientes para ambos sexos.

		DAPM	DTM	ATEIXEIRA
DAPM	Correlación de Pearson	1	,574**	,887**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	239	239	239
DTM	Correlación de Pearson	,574**	1	,885**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	239	239	239
Área TEIXEIRA	Correlación de Pearson	,887**	,885**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	
	N	239	239	239

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 4- Análisis discriminante utilizando mediciones de AM (agujero magno) para discriminar entre sexos.

DAPM			
D = -16.066 + 0.450 (DAPM)			
Wilks Lambda = 0.787, p-value < 0.001	Mujeres	Varones	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	72.19%	67.05%	70.29%
Función centroide de grupo	-0.396	0.679	Varones D> 0.001
DTM			
D = -13.828 + 0.442 (DTM)			
Wilks Lambda = 0.844, p-value < 0.001	Mujeres	Varones	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	68.21%	62.50%	66.11%
Función centroide de grupo	-0.326	0.560	Varones D> 0.01
A TEIXEIRA			
D = -8.647 + 0.010 (A TEIXEIRA)			
Wilks Lambda = 0.764, p-value < 0.001	Mujeres	Varones	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	71.52%	67.05%	69.87%
Función centroide de grupo	-0.422	0.724	Varones D> 0.01
D = 7.726 - 0.417(DAPM) - 0.568(DTM) + 0.028(área)			
Wilks Lambda = 0.757, p_value < 0.001	Mujeres	Varones	General
Porcentaje de grupo con una predicción precisa	79.16%	61.05%	71.96%
Función centroide de grupo	-0.430	0.739	Varones D> 0.01

Tabla 5- Precisión del modelo final para determinar el sexo.

Sexo actual	Sexo predictivo		% predictivo
	Mujeres	Varones	
Mujeres	114	37	71.96 %
Varones	30	58	
Total	144	95	

En esta investigación se estableció un porcentaje de predicción en el dimorfismo sexual para el DAPM de 70.29% mientras que el porcentaje de predicción fue superior en la investigación de Salas (2019)¹⁷, en una muestra de 279 tomografías de población peruana, fue un estudio descriptivo, transversal, retrospectivo, siendo menor la predicción en el estudio de Mehta et al. (2019)⁵ con una muestra de 553 tomografías en población india, se empleó un análisis descriptivo.

Para el DTM, este estudio presentó un porcentaje de predicción de 66.11%, se observó una predicción mayor en el estudio de Gargi et al. (2018)²⁰ el cual utilizó una muestra de 110 tomografías de una población India desarrollando un estudio descriptivo. Así mismo la predicción obtenida en el presente estudio fue semejante a lo establecido por Tellioglu et al. (2017)¹⁰, el cual empleó una muestra de 100 tomografías de población turca, siendo el estudio retrospectivo, así mismo, fue menor en el estudio de Madadin et al. (2017)⁸, el cual fue ejecutado con una muestra de 200 tomografías, en una población de Arabia Saudí, tipo de estudio retrospectivo.

El porcentaje de predicción según el área en este estudio fue de 69.87%, siendo superior en el estudio de Salas

(2019)¹⁷. A diferencia de Tambawala et al. (2016)¹, que establecieron un porcentaje de predicción inferior en una muestra 226 tomografías de población india, siendo un estudio retrospectivo.

La media obtenida en el presente estudio para el DAPM en el sexo masculino fue de 37.182±2.40 mm, mientras que Gonzales et al. (2019)⁶, estableció una media superior en una muestra de 115 radiografías de la base del cráneo en una población de Colombia, a diferencia de Moodley et al. (2019)³ presentó un valor de media inferior, en una muestra de 150 tomografías de una población sudafricana, el estudio de revisión fue retrospectiva, simultáneamente Lashin et al. (2019)¹⁹, se acercó a los resultados en el sexo masculino, el cual incluyó una muestra de 200 tomografías de población egipcia en un estudio transversal prospectivo.

Así mismo en el sexo femenino se obtuvo la media en el DAPM de 34.795±2.10 mm encontrándose una media superior en Bolz et al. (2019)¹³, estudio desarrollado en una muestra de 199 tomografías de una población de Alemania, a su vez Santosh et al. (2013)², presentó una media inferior en un estudio realizado en 101 cráneos secos de la India, también se encontró estudios con resultados que se aproximaron en el sexo femenino como el de Meral et al. (2020)¹⁴,

con una muestra de 600 tomografías de población turca, en un estudio retrospectivo.

En este estudio la media encontrada para el DTM en el sexo masculino fue de 32.517 ± 2.34 mm, sin embargo, Edwards et al. (2013)¹², estableció una media superior en una muestra de 250 tomografías de población suiza, al mismo tiempo otro estudio mostró una media inferior, Saleh (2019)¹⁸, utilizando una muestra de 100 tomografías de egipcios y a la vez Meral et al. (2020)¹⁴ estableció resultados similares en el sexo masculino.

De igual manera en el sexo femenino se obtuvo la media en el DTM de 30.514 ± 2.20 mm, encontrándose una media superior en López et al. (2018)¹⁵, estudio desarrollado en una muestra de 100 cráneos adultos brasileños, así mismo, El-Barrany et al. (2016)²¹, presentó una media inferior en una muestra de 400 tomografías de una población de Sudán, el cual fue un estudio transversal. Algunos estudios mostraron resultados similares en el sexo femenino, Radhakrishna et al. (2012)²², el cual empleó una muestra de 100 cráneos de una población India.

La media del área obtenida en esta investigación para el sexo masculino fue de 957.213 ± 115.16 mm², al mismo tiempo hay autores que se aproximaron a los resultados en el sexo masculino como Teixeira (1982)⁴, el cual empleó una muestra de 40 cráneos de Brasil y López et al (2018)¹⁵ estableció una media del área inferior con respecto al sexo masculino, a su vez obtuvo una media del área inferior para el sexo femenino con respecto a la del

presente estudio que fue 840.110 ± 93.77 mm², conjuntamente Teixeira (1982)⁴ obtuvo una media del área en el sexo femenino similar a la de esta investigación. Vinutha et al. (2018)²³, en una muestra de 200 tomografías de una población sudafricana, realizó un estudio retrospectivo, obtuvo resultados de medias inferiores con respecto a los 3 diámetros (DAPM, DTM Y ÁREA) evaluados en la presente investigación al igual que el estudio de Mustafi et al (2019)²⁴, en un estudio tipo retrospectivo que incluyó una muestra de 120 tomografías de una población de India, presentó medias inferiores en los DAPM Y DTM.

Manoel et al. (2009)²⁵, empleó una muestra de 215 cráneos brasileños en su estudio, con resultados de medias inferiores en el DAPM con respecto al sexo masculino, exceptuando una media superior en el sexo femenino y en el DTM inferior tanto para el sexo masculino y femenino. Akay et al (2017)²⁶, en este estudio retrospectivo se empleó 190 tomografías de una población de Turquía, obtuvo medias inferiores en el sexo masculino en el DAPM y en el DTM tanto para el sexo masculino y femenino frente a este estudio, en el sexo femenino del DAPM presentó una media semejante a la de esta investigación.

Gunay et al (2000)²⁷, ejecuto una muestra de 170 cráneos de una población turca, alcanzó medias inferiores con respecto al área para ambos sexos en relación a este estudio.

Los resultados del estudio van a permitir establecer un aporte para el odontólogo forense en la práctica pericial.

La estructura más adecuada para estimar el sexo es la pelvis por las características dimórficas que presenta, pero en el caso que solo se encuentre fragmentos del cráneo, especialmente el hueso occipital, será una herramienta auxiliar para estimar el dimorfismo sexual. Al comparar los resultados del presente estudio con otras investigaciones realizadas con diversos grupos poblacionales, presentaron resultados superiores, similares e inferiores al estudio desarrollado, esto se debe a que los individuos de la muestra de una ascendencia étnica o grupo poblacional diferente pueden presentar una variación de tamaño en las mediciones con respecto a los de la población de la muestra objeto de estudio que se está examinando, teniendo en cuenta que la diferencia sexual en las mediciones del agujero magno o la variabilidad en el tamaño, puede ser única

para cada población debido a factores genéticos y ambientales. Además, las variaciones en los resultados obtenidos por los distintos estudios pueden atribuirse al tamaño y la naturaleza de la muestra, las imágenes radiológicas de individuos vivos o cráneos secos, los métodos de medición o incluso los métodos de análisis estadístico.

CONCLUSIÓN

El agujero magno permite establecer el dimorfismo sexual en individuos mayores o iguales a los 18 años que asistieron a consultorios privados en Lima metropolitana, durante los años 2015 al 2020, estableciéndose una predicción de 71.96% para ambos sexos, permitiendo considerarlo como una herramienta auxiliar de ayuda en la estimación del dimorfismo sexual.

ABSTRACT

Introduction: The base of the skull is a compact structure, very resistant to physical damage, the robustness of the occipital bone and the protected anatomical position of the foramen magnum under a depth of soft tissue may make it less vulnerable to fragmentation and to the effects of taphonomic processes compared to other bone structures, allowing it to be used to estimate sexual dimorphism. **Objective:** To establish the relationship between sexual dimorphism and the morphometry of the foramen magnum in CT scans of patients older or equal to 18 years of age who attended private clinics in metropolitan Lima, during the years 2015 to 2020. **Materials and methods:** The study was developed with 239 tomographies (88 male and 151 female). Foramen magnum measurements of the maximum anteroposterior diameters (DAPM), maximum transverse (DTM) were performed and the area was established using Teixeira's (1982) formula. **Results:** The DAPM presented a mean in the male sex of 37.182 +/- 2.4012 mm and in the female sex of 34.795 +/- 2.1086 mm, while for the DTM a mean was established in the male sex of 32.517 +/- 2, 3463 mm and for the female of 30.514 +/- 2.2084 mm, in the area according to Teixeira (A Teixeira) in the male sex a mean of 957.21390 +/- 115.162403mm² and in the female sex of 840.11055 +/- 93.775088mm² was observed. A statistical relationship (p<0.05) was established between the parameters DAPM, DTM, A TEIXEIRA between both sexes. **Conclusion:** There is a relationship between sexual dimorphism and foramen magnum morphometry, with a prediction of 71.96%.

KEYWORDS

Forensic anthropology; Sexual dimorphism; Foramen magnum; Tomography.

REFERENCIAS

1. Tambawala SS, Karjodkar FR, Sansare K, Prakash, Dora A C. Sexual dimorphism of foramen magnum using Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2016;44:29-34. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2016.08.005>.
2. Santhosh CS, Vishwanathan KG, Ashok G, Siddesh RC, Tejas J. Morphometry of the Foramen Magnum: An Important Tool in Sex Determination. *Journal of Medical and Health Sciences*,2013;2(4):88-91.
3. Moodley M, Rennie C, Lazarus L, Satyapal KS. The Morphometry and Morphology of the Foramen Magnum in Age and Sex

- Determination Within the South African Black Population Utilizing Computer Tomography (CT) Scans. *Int J Morphol*. 2019;37(1):251-7. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000100251>.
4. Teixeira WRG. Sex identification utilizing the size of the foramen magnum. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*. 1982; 3(3):203-6. <https://doi.org/10.1097/00000433-198209000-00003>.
 5. Mehta M, Saini V, Patel M.N, y Menon S.K. Applicability and reliability of foramen magnum for sex determination in contemporary Western Indian population: A computed tomographic study. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2019;17:31-5. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2019.05.005>.
 6. González G, Sanabria C, Rojas M P, León K , Malpud A. Sex estimation from skull base radiographs in a contemporary Colombian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2019; 62: 77–81. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2019.01.006>.
 7. Chovalopoulou ME, Bertsatos A. Estimating Sex of Modern Greeks Based on the Foramen Magnum Region. *Journal of Anthropology*. 2017:1-7. <https://doi.org/10.1155/2017/9129801>.
 8. Madadin M, Menezes RG, Al Saif H, Abu Alola H, Muhanna A, Gullenpet AH; et al. Morphometric evaluation of the foramen magnum for sex determination: A study from Saudi Arabia. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2017;46:66-71. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.01.001>.
 9. Seifert Z, Friedl L, Chaumoitre K, Brůžek J. Applicability and Limitations of Sex Assessment Based on Foramen Magnum. *Forensic Science International*. 2016; 271;126.e1-126e9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.11.044>.
 10. Tellioglu AM, Durum Y, Gok M, Karakas S, Polat AG, Karaman CZ. Suitability of foramen magnum measurements in sex determination and their clinical significance. *Folia Morphol*. 2017;77(1):99-104. <https://doi.org/10.5603/FM.a2017.0070>.
 11. Loyal P, Ongeti K, Pulei A, Mandela P, Ogeng'o J. Gender related patterns in the shape and dimensions of the foramen magnum in an adult kenyan population. *Anatomy Journal of África*; 2013: 2(2):138-41.
 12. Edwards K, Viner M.D, Schweitzer W y Thali M.J Sex determination from the foramen magnum. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2013; 1(4):186-92. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2013.06.004>.
 13. Bolz S, Gapert R, Hartwig S, Tsokos M, Oesterhelweg L. Evaluation of foramen magnum sexual dimorphism in a modern documented German population using post-mortem computed tomography. *Journal Forensic Imaging*. 2020;21:1-7. <https://doi.org/10.1016/j.fri.2020.200352>.
 14. Meral O, Toklu B.B, Meydan R, Kaya A, Karadayl B, Acar T. Sex estimation from foramen magnum parameters in adult Turkish population: A computed tomography study. *Journal Legal Medicine*. 2020;47: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2020.101775>.
 15. López T.T Rynn C, Wilkinson C, Saavedra L.A, Crosato E.M , Haye M.G. Sexing the cranium from the foramen magnum using discriminant analysis in a brazilian sample. *Brazilian Dental Journal*. 2018;29(6):592-98. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201802087>.
 16. De Lucena J.D, Souza J.V Martins H, Santos G, Bezerra I & De Sá Braga A. Morphometric Analysis of the Foramen Magnum in Dry Human Skulls in Northeastern Brazil. *J Morphol Sci*. 2019; 36:97–104. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688694>.
 17. Salas M.D. Dimorfismo sexual a través del foramen magno mediante tomografía computarizada Cone Beam (tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista). Facultad de Odontología, Universidad Mayor de San Marcos, Lima, SP; 2019. 101 p <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9388>
 18. Saleh SM, Allam WA & Mahmoud HN. Sex determination in Egyptians by measuring length and breadth of foramen magnum at computed tomographic images of skull. *Egypt J. Forensic Sci. Appl. Toxicol*. 2019; 19(3):93-101. <https://doi.org/10.21608/EJFSAT.2019.12227.1071>.
 19. Lashin H.L, Eldeeb B.S & Ghonem M.M. Sex identification from foramen magnum using computed tomography scanning in a sample of Egyptian population. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2019:1-26. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2019.100341>.
 20. Gargi V, Prakash S.M, Malik S, Nagaraju K, Goel S & Gupta S. Sexual Dimorphism of Foramen Magnum between Two Different Groups of Indian Population: A Cross-Sectional Cone-Beam Computed Tomography Study. *Journal of forensic and medicine*. 2018;4:150-5. <https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm.19.18>.
 21. El- Barrany U.M, Ghaleb S.S, Ibrahim S.F, Nouri M & Mohammed A.H. Sex prediction using foramen magnum and occipital condyles computed tomography

- measurements in Sudanese Population. Arab Journal of forensic sciences and forensic medicine. 2016;1(3):414-23. <https://doi.org/10.12816/0033135>.
22. Radhakrishna S.K, Shivarama C.H, Ramakrishna A & Bhagya B. Morphometric analysis of foramen magnum for sex determination in south Indian population. University Journal of Health Science. 2012;2(1):20-2. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1703549>.
 23. Vinutha S.P, Suresh V & Shubha R. Discriminant Function Analysis of Foramen Magnum Variables in South Indian Population: A Study of Computerised Tomographic Images. Anatomy Research International. 2018:1-8. <https://doi.org/10.1155/2018/2056291>.
 24. Mustafi S, Sinha R , Roy D , Sen S , Maity S, Ghosh P. Cone-beam computed tomography a reliable tool for morphometric analysis of the foramen magnum and a boon for forensic odontologists. J Forensic Dent Sci. 2019;11(3): 153-7. <https://doi.org/10.4103/jfo.jfds.42.19>.
 25. Manoel C, Prado FB, Caria PHF, Groppo FC. Morphometric analysis of the foramen magnum in human skulls of Brazilian individuals: its relation to gender. Braz J Morphol Sci. 2009; 26(2):104-8.
 26. Akay G, Güngör K, Peker I. Morphometric analysis of the foramen magnum using cone beam computed tomography. Turkish Journal of Medical Sciences. 2017; 47(6): 1715-22. <https://doi.org/10.3906/sag-1607-127>.
 27. Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. Journal of Clinical Forensic Medicine. 2000; 7(3):147-9. <https://doi.org/10.1054/jcfm.2000.0430>.