



42



IER

Instituto
de Estudios
Riojanos

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS.

Nº 42 (2024). Logroño (España).

P. 1-429, ISSN: 0213-4306

ESTUDIO DEL DIMORFISMO SEXUAL DE LA SUPERFICIE UNIÓN ESMALTE DENTINA (EDJS) DE LOS CANINOS PERMANENTES DE *H. NEANDERTHALENSIS*

CECILIA YACOBI IZQUIERDO^{1*},
CECILIA GARCÍA-CAMPOS^{1,2},
DANIEL GARCÍA-MARTÍNEZ^{2,3,4}

RESUMEN

Estudios en antropología dental sobre dimorfismo sexual, tanto en poblaciones humanas contemporáneas como pasadas, se han centrado en evaluar las dimensiones y superficie externa del esmalte (OES) de los caninos, los dientes con mayor dimorfismo sexual. Varios trabajos se han centrado en las diferencias en la dentición de fósiles de homínidos con poblaciones de *Homo sapiens*, mostrando importantes diferencias morfológicas. Estudios recientes destacan el potencial del análisis de la morfología interna de los caninos, así como la estrecha relación de la morfología de la unión esmalte-dentina (EDJ) con la de la OES, permitiendo realizar una evaluación precisa de los rasgos morfológicos, incluso cuando hay desgaste. Este trabajo busca comparar el dimorfismo sexual del EDJ de los caninos permanentes de humanos contemporáneos con los neandertales de Krapina (Croacia).

Palabras clave: Canino, Dimorfismo sexual, Dentina, Morfometría geométrica 3D, Micro-CT.

1. INTRODUCCIÓN

La estimación del sexo es fundamental para crear un perfil biológico y analizar el dimorfismo dentro de las poblaciones humanas (Bastir & Rosas, 2001; Tuttösi & Cardoso, 2015; García-Martínez *et al.*, 2016). Aunque hay métodos tradicionales que se basan en el estudio de la pelvis (Phenice, 1969) o el cráneo (Buikstra & Ubelaker, 1994), el análisis de los rasgos

-
1. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid. Ciudad Universitaria de Cantoblanco, Madrid, Spain. *ceciliayacobi@gmail.com
 2. Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana. Burgos, Spain.
 3. Physical Anthropology Unit, Department of Biodiversity, Ecology, and Evolution, Faculty of Biological Sciences, Complutense University of Madrid, Madrid, Spain.
 4. Laboratory of Forensic Anthropology, Centre for Functional Ecology, Department of Life Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

dentales ha ganado popularidad debido a la excelente conservación *post mortem* de los dientes, incluso en el registro fósil, y a que la unión entre el esmalte y la dentina (EDJ), donde se aprecian los mismos caracteres que en la superficie externa del esmalte (OES), está protegida por una capa superficial de esmalte (Skinner *et al.*, 2008; Smitha *et al.*, 2019). Ciertos estudios han demostrado que, en ausencia de otras evidencias craneales o poscraneales completas, que es común en el registro fósil, los dientes son una alternativa viable para estimar el sexo (Işcan & Kedici, 2003; Zorba *et al.*, 2013; García-Campos *et al.*, 2024).

Además, esta metodología es útil para determinar el sexo en individuos no adultos, donde identificar el sexo puede ser desafiante ya que muchos indicadores del dimorfismo sexual no son evidentes hasta bien avanzada la adolescencia (Weiss, 1972). Los caninos, conocidos por tener un marcado dimorfismo sexual (Işcan & Kedici, 2003), finalizan su formación entre los 4,5 y 5,5 años en poblaciones europeas de humanos modernos (Reid & Dean, 2006), lo que los convierte en una excelente herramienta para estimar el sexo (García-Campos *et al.*, 2024). Además, los dientes apenas cambian su morfología una vez formada la corona permanente, gracias a que no experimentan los mismos procesos de remodelación ósea que otras estructuras esqueléticas (Hillson, 1996).

Un estudio reciente destacó las ventajas del análisis de la EDJ sobre el esmalte dental externo, ya que permite evaluar características incluso cuando el esmalte está desgastado y expresar con mayor claridad las características morfológicas del diente (García-Campos *et al.*, 2024; Smitha *et al.*, 2019). Además, el dimorfismo sexual en la dentina puede ser más pronunciado que en el esmalte (García-Campos *et al.*, 2018a; García-Campos *et al.*, 2018b). La comparación entre los caninos superiores e inferiores de Neandertales y *H. sapiens* revela diferencias y similitudes significativas. En los Neandertales, los caninos superiores suelen tener un tubérculo lingual pronunciado, a veces presentando una gran cúspide con ápice libre, mientras que en *H. sapiens* este rasgo está ausente en la mayoría de los casos. Además, los Neandertales tienden a tener una forma de pala más marcada en sus caninos superiores. En cuanto a las similitudes, ambos carecen de cingulo y presentan una cresta accesoria distal, que es más pronunciada en los Neandertales, especialmente en los individuos masculinos (Hillson, 1996; Martín-Torres, 2006; Bermúdez de Castro *et al.*, 2018; Martín-Torres *et al.*, 2019).

En los caninos inferiores, tanto en Neandertales como en humanos modernos, hay similitudes notables. Ambas especies carecen o muestran trazas de un tubérculo dental. Además, presentan crestas marginales, especialmente la cresta accesoria distal, que conduce al desarrollo de una fosa lingual. El aplanamiento de la cresta mediana les confiere un aspecto similar al de los incisivos en homínidos más recientes. No se observa presencia de cingúlido en ninguna de las especies (Hillson, 1996; Martín-Torres, 2006; Bermúdez de Castro *et al.*, 2018; Martín-Torres *et al.*, 2019).

2. OBJETIVOS

Este estudio tiene como objetivo analizar el dimorfismo sexual en tamaño de los caninos de los Neandertales de Krapina ($n = 10$) y compararla con el estudio previo realizado sobre una población hispano-europea moderna de *H. sapiens* (García-Campos *et al.*, 2024), con un N total de 52 individuos. Para ello, se emplearon técnicas de microtomografía axial computarizada o micro-CT para acceder virtualmente a la EDJ y se empleó la morfometría geométrica en 3D para cuantificar el tamaño dentro de la muestra antes de proceder al análisis comparativo entre especies.

3. METODOLOGÍA

A través de técnicas de micro-CT utilizando el programa Amira 6.0.0 (Visage Imaging, Inc., San Diego, CA) se obtuvieron las EDJ en archivos .ply. A continuación, los datos morfológicos de la EDJ se recopilaron empleando una plantilla que comprende 96 landmarks, semilandmarks y parches de semilandmarks. Posteriormente, los datos se sometieron a análisis de Procrustes para obtención del tamaño del centroide, utilizando técnicas estándar de morfometría geométrica en 3D, y a un análisis de componentes principales (PCA). La asignación del sexo en Neandertales siguió la de García-Campos *et al.* (2020)

4. RESULTADOS

Los resultados de la comparación del tamaño del centroide entre Neandertales, específicamente los provenientes del sitio de Krapina, y *Homo sapiens*, revelaron una disparidad notable, con los caninos de Krapina siendo significativamente más grandes que los de *H. sapiens* ($516,2 > 433,18$). Esta diferencia se evidenció tanto en los caninos mandibulares como en los maxilares. Además, se observó una marcada diferencia de tamaño entre los caninos mandibulares masculinos y femeninos de Krapina, con los masculinos siendo considerablemente más grandes que los femeninos, y ambos superando en tamaño a los de *H. sapiens* (ver **Figura 1**).

Al analizar los caninos maxilares, se encontró un patrón similar, con un tamaño muy superior de los caninos de Krapina en comparación con los de *H. sapiens*. En específico, los caninos maxilares masculinos de *H. sapiens* mostraron un tamaño más cercano a los de Krapina que los caninos maxilares femeninos. Estos hallazgos sugieren un notable dimorfismo sexual en los Neandertales y diferencias significativas en tamaño en comparación con los *Homo sapiens*, lo que podría tener implicaciones importantes para comprender las diferencias morfológicas y adaptativas entre estas dos especies.

Además, en el PCA se encontró que PC1 (eje X: PC1- maxilar, PC1+ mandibular) y PC2 (PC2- Neandertales, PC2+ *H. sapiens*) explican el 51,2% de la variación de los caninos entre *H. sapiens* y Neandertales, existiendo cierta superposición en la sección negativa de PC2, es decir, que algunos caninos de *H. sapiens* muestran caracteres propios de Neandertales (ver **Figura 2**).

5. CONCLUSIONES

En cuanto al tamaño del centroide, en general los caninos Neandertales analizados tienen un mayor tamaño que los de *H. sapiens* de la muestra de comparación. Al comparar los caninos de Krapina mandibulares femeninos y masculinos, queda patente un mayor tamaño de los masculinos, mientras que en los caninos maxilares esta relación es al revés, con un mayor tamaño de los caninos maxilares considerados pertenecientes a individuos femeninos. En *H. sapiens*, el tamaño es mayor en los caninos masculinos independientemente de si son mandibulares o maxilares. Además, existe cierta superposición que indicaría la presencia de caracteres propios de Neandertales en la EDJ de los caninos de *H. sapiens*, lo que podría atribuirse a su carácter conservador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastir, M., y Rosas, A. (2001). "Thin plate splines analysis of human craniofacial sexual dimorphism". *American Journal of Physical Anthropology*, 114(S32), 36-37.
- Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., Martínez de Pinillos, M., García-Campos, C., Modesto-Mata, M., Martín-Francés, L. y Arsuaga, J.L. (2018). "Metric and morphological comparison between the Arago (France) and Atapuerca-Sima de los Huesos (Spain) dental samples, and the origin of Neanderthals". *Quaternary Science Reviews* 217, pp. 45-61
- Buikstra, J. E., y Ubelaker, D. H. (1994). "Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains". *Research Series* 44, Fayetteville: Arkansas Archeological Survey.
- García-Campos, C., Yacobi Izquierdo, C., Modesto-Mata, M., Martín-Francés, L., Martínez de Pinillos, M., Martínón-Torres, M., Perea Pérez, B., Bermúdez de Castro, J. M., y García-Martínez, D. (2024). "Sexual dimorphism in the enamel-dentine junction of permanent canines of European modern humans". *American Journal of Biological Evolution*.
- García-Campos, C., Martínón-Torres, M., Martínez de Pinillos, M., Modesto-Mata, M., Perea-Pérez, B., Zanolli, C., y Bermúdez De Castro, J. M. (2018a). Brief communication: "Modern human sex estimation through dental tissue patterns of maxillary canines". *American Journal of Physical Anthropology*.
- García-Campos, C., Martínón-Torres, M., Martín-Francés, L., Martínez de Pinillos, M., Modesto-Mata, M., Perea-Pérez, B., Zanolli, C., Labajo González, E., Sánchez Sánchez, J. A., Ruiz Mediavilla, E., Tuniz, C., y Bermúdez de Castro, J. M. (2018b). "Contribution of dental tissues to sex determination in modern human populations". *American Journal of Physical Anthropology*, 166(2), 459-472.
- García-Campos, C., Modesto-Mata, M., Martínón-Torres, M., de Pinillos, M. M., Martín-Francés, L., Arsuaga, J. L., y de Castro, J. M. B. (2020). "Sexual

- dimorphism of the enamel and dentine dimensions of the permanent canines of the Middle Pleistocene hominins from Sima de los Huesos (Burgos, Spain)". *Journal of Human Evolution*, 144.
- García-Martínez, D., Torres-Tamayo, N., Torres-Sanchez, I., García-Río, F., y Bastir, M. (2016). "Morphological and functional implications of sexual dimorphism in the human skeletal thorax". *American Journal of Physical Anthropology*, 161(3), 467-477.
- Hillson, S. (1996). *Dental Anthropology*. Cambridge University Press.
- I can, M. Y., y Kedici, P. S. (2003). "Sexual variation in bucco-lingual dimensions in Turkish dentition". *Forensic Science International*, 137(2-3), 160-164.
- Martinón-Torres, M. (2006). "Evolución del aparato dental en homínidos: estudio de los dientes humanos del pleistoceno de Sierra de Atapuerca (Burgos)". Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
- Martinón-Torres, M., Bermúdez de Castro, J.M., Martínez de Pinillos, M., Modesto-Mata, M., Xing, S., Martín-Francis, L., García-Campos, C., Wu, X., y Liu, W. (2019). "New permanent teeth from Gran Dolina-TD6 (Sierra de Atapuerca). The bearing of *Homo antecessor* on the evolutionary scenario of Early and Middle Pleistocene Europe". *Journal of Human Evolution* 127, pp. 93-117.
- Phenice, T.W. (1969). "A newly developed visual method of sexing the os pubis". *American Journal of Physical Anthropology*, 30: 297 -301.
- Reid, D.J., y Dean, M.C. (2006). "Variation in modern human enamel formation times". *Journal of human evolution*, 50(3), 329-346.
- Skinner, M. M., Wood, B. A., Boesch, C., Olejniczak, A. J., Rosas, A., Smith, T. M., y Hublin, J.-J. (2008). "Dental trait expression at the enamel-dentine junction of lower molars in extant and fossil hominoids". *Journal of Human Evolution* 54(2), pp. 173-186.
- Smitha, T., Sheethal, H. S., Hema, K. N., y Franklin, R. (2019). "Forensic odontology as a humanitarian tool. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*". *JOMFP*, 23(1), 164.
- Tuttósi, P., y Cardoso, H. F. (2015). "An assessment of sexual dimorphism and sex estimation using cervical dental measurements in a Northwest Coast archeological sample". *Journal of Archaeological Science: Reports* 3: 306-312.
- Weiss, K.M. (1972). "On the systematic bias in skeletal sexing". *American Journal of Physical Anthropology* 37: 239-249.
- Zorba, E., Vanna, V., y Moraitis, K. (2013). "Sexual dimorphism of root length on a Greek population sample". *Homo: Internationale Zeitschrift Fur Die Vergleichende Forschung Am Menschen*.

ANEXO I - FIGURAS



Figura 1. Imagen comparativa entre la forma media de un canino de Neandertal (Krapina) y *H. sapiens*. En gris claro aparecen marcados los landmarks y semilandmarks empleados.

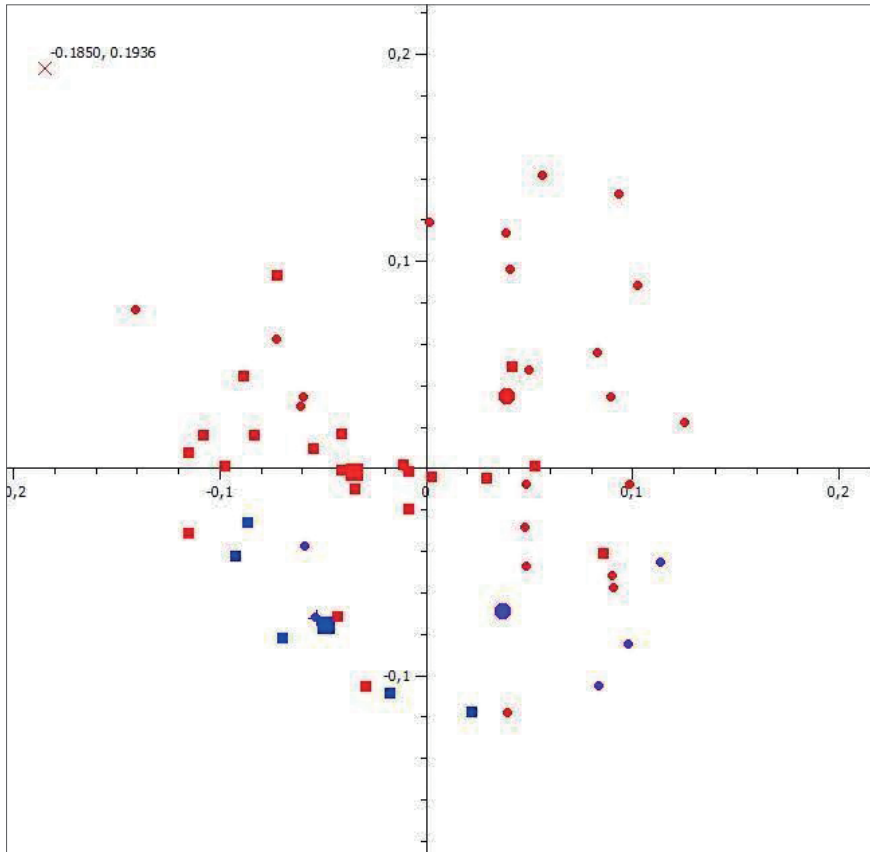


Figura 2. Representación gráfica del PCA entre los caninos de Neandertales del sitio Krapina y *H. sapiens*. La leyenda es la siguiente: azul para Neandertales, rojo para *H. sapiens*, cuadrado para maxilar y círculo para mandibular. El símbolo de color y forma correspondiente de mayor tamaño representa la media para cada uno.



ZUBÍA

42



IER

Instituto de
Estudios Riojanos