



## DIMORFISMO SEXUAL BASADO EN LA MORFOMETRÍA ÓSEA DEL ESTERNÓN EN FETOS HUMANOS: UN ESTUDIO PILOTO

### ARTÍCULO ORIGINAL

ARAGÃO, José Aderval<sup>1</sup>, MATOS, Ícaro Quintela<sup>2</sup>, CARVALHO, Higor Dantas Gonçalves<sup>3</sup>, ARAGÃO, Iapunira Catarina Sant'Anna<sup>4</sup>, ARAGÃO, Felipe Matheus Sant'Anna<sup>5</sup>, LOURENÇO, Bárbara Costa<sup>6</sup>, FEITOSA, Vera Lúcia Correa<sup>7</sup>, REIS, Francisco Prado<sup>8</sup>

ARAGÃO, José Aderval, *et al.* **Dimorfismo sexual basado en la morfometría ósea del esternón en fetos humanos: un estudio piloto.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Año. 08, Ed. 04, Vol. 01, págs. 115-128. Abril 2023. ISSN: 2448-0959, Enlace de acceso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/salud/dimorfismo-sexual>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/salud/dimorfismo-sexual

### RESUMEN

El reconocimiento y la determinación del sexo a partir de fragmentos y restos de esqueletos humanos ha sido, hasta ahora, una tarea compleja para expertos forenses y antropólogos. Para los primeros, se vuelve crucial en casos de desastres masivos, catástrofes, como actos terroristas y guerras. El estudio con huesos de pelvis, cráneo, fémur y otros huesos largos ha contribuido significativamente a analizar la determinación del sexo en estas situaciones. El estudio del dimorfismo del esternón puede convertirse en un elemento más que puede colaborar con este tipo de conocimiento. El presente estudio buscó investigar, en fetos humanos, el dimorfismo sexual del esternón, a partir de sus mediciones perimetrales, que fueron tratadas por métodos estadísticos. Para ello, tres observadores diferentes utilizaron un paquímetro digital con una precisión de 0,01mm y se calculó la media de las mediciones obtenidas. Las diferencias en el promedio se evaluaron mediante la prueba t y la prueba de Mann-Whitney, así como el análisis discriminante. Los hallazgos de las mediciones del esternón en fetos humanos no nos parecieron un indicador confiable de la determinación del sexo. Esperamos que otros estudios con un mayor número de muestras y el uso de otras técnicas posibles también colaboren con el sujeto.



Palabras clave: Determinación del sexo del esqueleto, Esternón, Antropometría, Identificación Biométrica, Análisis Discriminante, Medicina Forense.

## INTRODUCCIÓN

Las variaciones en el tamaño del esternón son comunes entre los individuos (GOODMAN *et al.*, 1983). Los datos morfométricos sobre el esternón se han vuelto importantes en medicina forense, en particular, para identificar el sexo de las personas víctimas de desastres masivos, en quienes las huellas de esqueletos humanos son precarias (SINGH *et al.*, 2012; SINGH y PATHAK, 2013). La comparación entre los sexos de la relación entre la longitud del esternón y el manubrio fue pionera en radiología forense por Wenzel (1788) y fue seguida por Ashley (1956). Dwight (1881) y Hyrtl (1893) reconocieron y reportaron un patrón de proporción 1:2 en mujeres y 2:1 en hombres. Esto llevó a la creación de la Ley de Hyrtl, que establece que: la longitud del manubrio femenino excede la mitad de la longitud del mesoesternón y la longitud del cuerpo del esternón masculino es al menos el doble de la longitud del manubrio (DWIGHT, 1890). Hunnargi *et al.* (2009), midiendo 115 esternones de la población Maharashtrian de la India, probó la viabilidad de la Ley de Hyrtl e informó que solo el 18,7% de la muestra correspondía a lo establecido por esta Ley. Ramadan *et al.* (2010), utilizando la tomografía computarizada del tórax y comparando sus hallazgos con los descritos por la Ley de Hyrtl, encontraron una precisión del 86% para las mujeres y del 34% para los hombres.

Los estudios con el objetivo de identificar el sexo de los individuos en función de la longitud y anchura del esternón fueron realizados por autores como Gautam *et al.* (2003), Atal *et al.* (2009), Osunwoke *et al.* (2010), Sing *et al.* (2012); Pathak y Singh (2012); Kaneriya *et al.* (2013); Singh y Pathak (2013) y Changani *et al.* (2014). Estos autores admitieron la imposibilidad de determinar un valor que distinguiera a los sexos y consideraron sus hallazgos como insatisfactorios y de baja eficacia. Recientemente, se han utilizado métodos matemáticos más elaborados como



regresiones logísticas y análisis discriminante (MACALUSO *et al.*, 2010; PUTTABANTHI *et al.*, 2012). Darwish *et al.* (2017) estudiando 60 tomografías computarizadas del tórax de egipcios adultos, realizaron un análisis de regresión múltiple con la longitud del manubrio y el cuerpo del esternón; anchura del manubrio, tercera y cuarta esternebrae y obtuvo una precisión del 96,67%.

Mukhopadhyay (2010) llevó a cabo un análisis discriminante de las mediciones del ancho de la muesca yugular, desde el esternón hasta el nivel de la 4ª costilla y la longitud de la curvatura posterior, el autor destacó la precisión del 100% en el diagnóstico del sexo. Varios estudios que utilizan diferentes tratamientos matemáticos han encontrado dimorfismo sexual del esternón en diferentes regiones, tales como: Sur de la India (CHANDRAKANTH; KANCHAN; KRISHAN, 2014), Sudáfrica (MACALUSO *et al.*, 2010), Bengala (MUKHOPADHYAY, 2010), Noroeste de Bulgaria (TONEVA; NIKOLOVA, 2014).

Estudios similares no han sido comunes en la población brasileña (REBELO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2021). Por lo tanto, existe una necesidad oportuna de estudios sobre el dimorfismo sexual del esternón en la población brasileña, considerando el valor de las mediciones del esternón demostradas en las poblaciones más diferentes (ROSS; UBELAKER; KIMMERLE, 2011). El uso recurrente de la literatura en adultos se debe a que los estudios sobre el tema en fetos son poco frecuentes. Aragão *et al.* (2021), llevó a cabo un estudio sobre el índice esternal en fetos humanos como indicador de dimorfismo sexual.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Treinta esternones, 15 de fetos humanos masculinos y 15 femeninos, fueron disecados, retirados, limpiados y preservadas las articulaciones costosternales. Los fetos tenían entre 20,9 y 36,8 semanas, una edad media de  $27,63 \pm 4,5$  y una mediana de 27,1 semanas. Los treinta fetos en el estudio estaban disponibles en el Laboratorio de Anatomía, elegidos al azar. Estos fetos fueron obtenidos de acuerdo

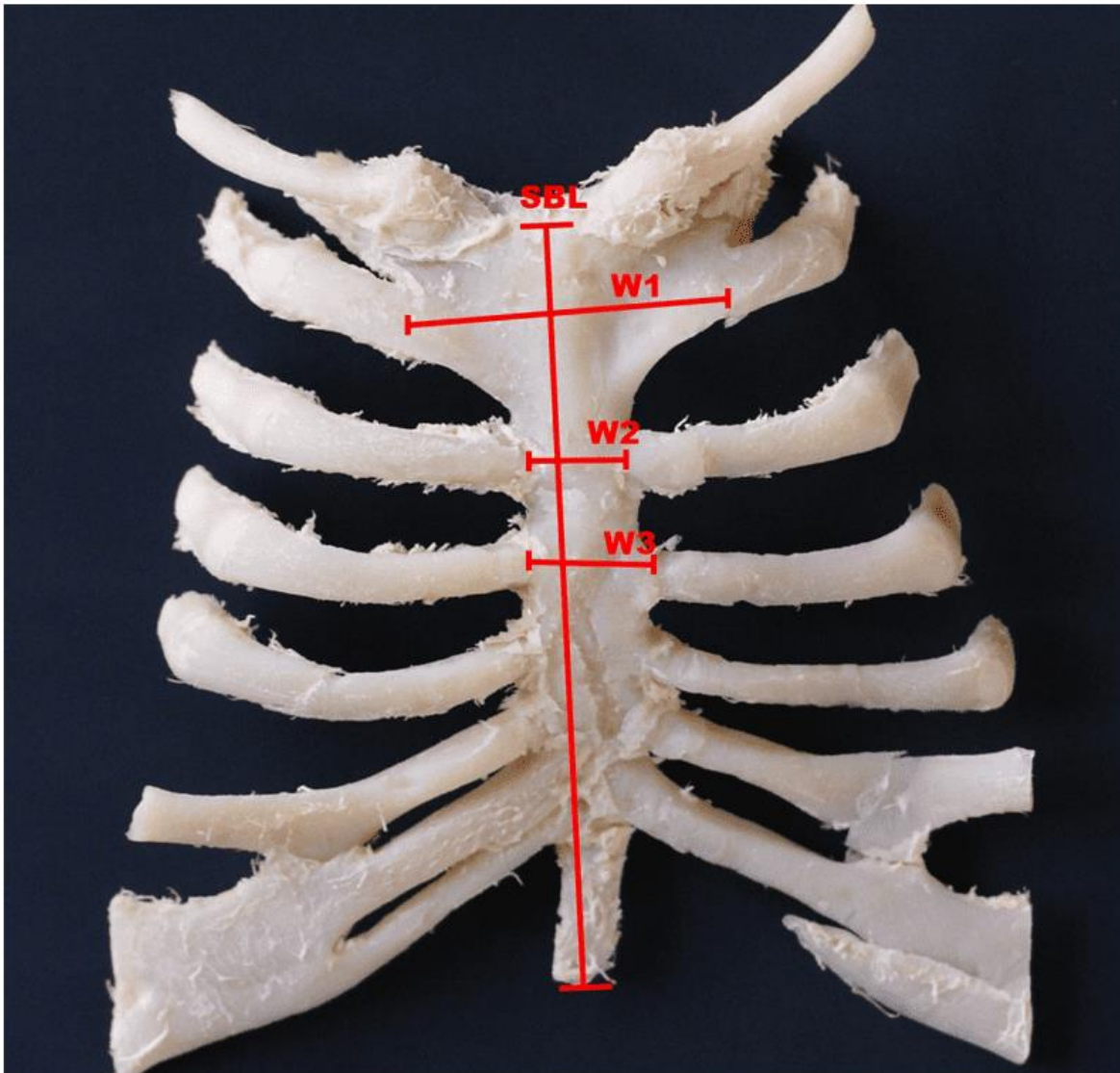


con la Ley No. 8501 del 30 de noviembre de 1992, que aborda el uso de cadáveres no reclamados para su uso en estudios de investigación. El Comité de Ética en Investigación de la *Universidade Federal de Sergipe* opinión número 1.462.381 aprobó estos estudios.

En la selección, solo se consideraron fetos con cajas torácicas completas, mientras que aquellos que mostraron algún tipo de alteración en su columna vertebral, incluyendo cifosis, lordosis, escoliosis o cualquier malformación visible del área torácica anterior, fueron excluidos.

Tres observadores independientes realizaron las mediciones con la ayuda de un calibrador digital con una precisión de 0,01 mm y se promediaron las mediciones entre cada uno de ellos. No hubo un nivel de discrepancia registrable. Longitud del Hueso Estral (SBL)[9] (distancia entre la muesca yugular en el manubrio del esternón hasta el ápice del proceso xifoide cartilaginoso). Los anchos del esternón se midieron a partir de la muesca de las articulaciones costosternales: 1 (W1) (distancia entre las muescas costales de las primeras costillas); anchura 2 (W2) (distancia entre las muescas costales de las segundas costillas); y 3 (W3) (distancia entre las muescas costales de las terceras costillas) (Figura 1).

Figura 1. Medidas morfométricas del esternón



SBL - Longitud del hueso esternal. W1 - anchura del esternón 1. W2 - anchura del esternón 2. W3 - anchura del esternón 3. Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de los datos se describieron por media, desviación estándar, mínimo y máximo. Las diferencias de medias se evaluaron mediante la prueba t no pareada de Welch y la prueba de Mann-Whitney. Se utilizó la prueba t no pareada de Welch porque se cumplieron sus supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilks) e igualdad de varianzas (prueba de Levene). En esas condiciones, la prueba T de



Welch es más poderosa que la prueba de Mann-Whitney (GERKE y RANGLES, 2010). Para evaluar la función discriminante, se probaron todos los modelos, incluidos la longitud del esternón, el ancho 1, el ancho 2 y el ancho 3, como los modelos individuales, los modelos por pares, los modelos de tres vías y los modelos integrales. Para cada modelo, calculamos coeficientes no estandarizados, coeficientes estandarizados y centroides basados en el género. El Análisis Discriminante tiene normalidad univariada y multivariada, igualdad de varianzas y una matriz de dispersión no singular como supuestos, que se cumplieron en todos los modelos (SHARMA y PALIWAL, 2013). El *software* utilizado fue el R Core Team 2018 y el nivel de significancia adoptado fue del 5%.

## RESULTADOS

Los estadísticos descriptivos de las cuatro variables (longitud del esternón, anchura 1, anchura 2 y anchura 3) se presentan en la Tabla 1. Los resultados mostraron que todas las variables masculinas tuvieron medias ligeramente superiores a las femeninas, pero sin diferencia estadísticamente significativa entre géneros para ninguna de las variables, según la prueba t o la prueba de Mann-Whitney ( $p > 0,05$ ). Analizando los coeficientes estandarizados, podemos inferir del modelo con todas las variables que los parámetros que más influyeron en la diferenciación sexual fueron el ancho del esternón 3 (1.847), el ancho del esternón 2 (-0.905), el ancho del esternón 1 (-0.657) y la longitud del esternón (0.024).

Tabla 1. Estadística descriptiva de las mediciones del esternón

|                              | Mujer (n=15)    |                        | Hombre (n=15)    |                        | t (valor p)     | Valor p* |
|------------------------------|-----------------|------------------------|------------------|------------------------|-----------------|----------|
|                              | Media (DE)      | Med [Min-Max]          | Media (DE)       | Med [Min-Max]          |                 |          |
| <b>Longitud del esternón</b> | 52.28<br>(7.98) | 52.66<br>[37.31-63.02] | 53.23<br>(12.81) | 54.58<br>[35.27-76.61] | 0.24<br>(0.809) | 0.885    |
| <b>Ancho del esternón 1</b>  | 13.36<br>(3.09) | 12 [10.34-19.13]       | 13.48<br>(2.48)  | 13.28<br>[9.98-18.18]  | 0.12<br>(0.907) | 0.917    |



|                             |                 |                           |                 |                           |                 |       |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-------|
| <b>Ancho del esternón 2</b> | 11.84<br>(2.91) | 11.47<br>[8.15-<br>16.76] | 11.96<br>(2.35) | 11.93<br>[7.39-<br>15.48] | 0.12<br>(0.902) | 0.756 |
| <b>Ancho del esternón 3</b> | 10.16<br>(2.19) | 9.70 [6.83-<br>13.58]     | 10.55<br>(1.85) | 10.68<br>[7.32-<br>13.85] | 0.53<br>(0.599) | 0.520 |

*Prueba t; \* Prueba de Mann-Whitney; SD – Standard Deviation; Med – Mediana. Fuente: Elaboración propia.*

Los centroides de cada sexo mostraron una mayor distancia en los modelos con anchos 1, 2 y 3 del esternón y en el modelo con todas las variables (0,146). En consecuencia, los coeficientes estandarizados y no estandarizados para cada variable, así como las constantes para todas las funciones posibles creadas al combinar las cuatro variables, se calcularon con el punto de segmento establecido en 0. Así, cuando el resultado de la función de puntuación discriminante fue superior a 0, fue masculino, mientras que un valor inferior a 0 fue considerado femenino (Tabla 2).

Tabla 2. Coeficientes del análisis de la función discriminante con los puntos límite

| Variable                     | Coeficiente estandarizado) | (no | Coeficiente (estandarizado) | Centroide |       |
|------------------------------|----------------------------|-----|-----------------------------|-----------|-------|
|                              |                            |     |                             | F         | M     |
| <b>Longitud del esternón</b> | 0.094                      |     | 1.000                       | -0.045    | 0.045 |
| Constante                    | -4.942                     |     |                             |           |       |
| <b>Ancho del esternón 1</b>  | 0.357                      |     | 1.000                       | -0.021    | 0.021 |
| Constante                    | -4.791                     |     |                             |           |       |
| <b>Ancho del esternón 2</b>  | 0.379                      |     | 1.000                       | -0.023    | 0.023 |
| Constante                    | -4.507                     |     |                             |           |       |
| <b>Ancho del esternón 3</b>  | 0.494                      |     | 1.000                       | -0.097    | 0.097 |
| Constante                    | -5.120                     |     |                             |           |       |
| <b>Longitud del esternón</b> | 0.118                      |     | 1.258                       | -0.047    | 0.047 |
| <b>Ancho del esternón 1</b>  | -0.154                     |     | -0.431                      |           |       |
| Constante                    | -4.149                     |     |                             |           |       |
| <b>Longitud del esternón</b> | 0.117                      |     | 1.247                       | -0.046    | 0.046 |
| <b>Ancho del esternón 2</b>  | -0.153                     |     | -0.403                      |           |       |
| Constante                    | -4.348                     |     |                             |           |       |
| <b>Longitud del esternón</b> | -0.058                     |     | -0.624                      | -0.107    | 0.107 |
| <b>Ancho del esternón 3</b>  | 0.683                      |     | 1.382                       |           |       |
| Constante                    | -3.993                     |     |                             |           |       |
| <b>Ancho del esternón 1</b>  | 0.173                      |     | 0.484                       | -0.024    | 0.024 |
| <b>Ancho del esternón 2</b>  | 0.235                      |     | 0.620                       |           |       |
| Constante                    | -5.112                     |     |                             |           |       |



|                       |        |        |        |       |
|-----------------------|--------|--------|--------|-------|
| Ancho del esternón 1  | -0.321 | -0.899 | -0.122 | 0.122 |
| Ancho del esternón 3  | 0.720  | 1.457  |        |       |
| Constante             | -3.153 |        |        |       |
| Ancho del esternón 2  | -0.416 | -1.100 | -0.131 | 0.131 |
| Ancho del esternón 3  | 0.795  | 1.609  |        |       |
| Constante             | -3.280 |        |        |       |
| Longitud del esternón | 0.130  | 1.390  | -0.048 | 0.048 |
| Ancho del esternón 1  | -0.123 | -0.344 |        |       |
| Ancho del esternón 2  | -0.114 | -0.300 |        |       |
| Constante             | -3.871 |        |        |       |
| Longitud del esternón | -0.024 | -0.254 | -0.124 | 0.124 |
| Ancho del esternón 1  | -0.287 | -0.803 |        |       |
| Ancho del esternón 3  | 0.775  | 1.568  |        |       |
| Constante             | -2.924 |        |        |       |
| Longitud del esternón | -0.021 | -0.222 | -0.133 | 0.133 |
| Ancho del esternón 2  | -0.386 | -1.019 |        |       |
| Ancho del esternón 3  | 0.843  | 1.705  |        |       |
| Constante             | -3.040 |        |        |       |
| Ancho del esternón 1  | -0.232 | -0.649 | -0.146 | 0.146 |
| Ancho del esternón 2  | -0.340 | -0.899 |        |       |
| Ancho del esternón 3  | 0.917  | 1.855  |        |       |
| Constante             | -2.335 |        |        |       |
| Longitud del esternón | 0.002  | 0.024  | -0.146 | 0.146 |
| Ancho del esternón 1  | -0.234 | -0.657 |        |       |
| Ancho del esternón 2  | -0.343 | -0.905 |        |       |
| Ancho del esternón 3  | 0.913  | 1.847  |        |       |
| Constante             | -2.350 |        |        |       |

Fuente: Elaboración propia.

La precisión de las Funciones Discriminantes (DF)[10] fue probada con las funciones obtenidas (Tabla 3). El mayor nivel de precisión para las mujeres se observó en varios modelos (precisión = 60%), sin embargo, no hubo mucha variación ya que los otros modelos alcanzaron una precisión del 53%. Fue posible inferir una ligera homogeneidad predictiva para el género femenino. Los mejores resultados (60%) se observaron en los anchos 1 y 3 de los esternones examinados.

Tabla 3. Precisión de las funciones discriminantes para la determinación del sexo

|                | <b>F</b> | <b>M</b> | <b>Total</b> |
|----------------|----------|----------|--------------|
| <b>SBL</b>     | 53.3%    | 53.3%    | 53.3%        |
| <b>W1</b>      | 60.0%    | 40.0%    | 50.0%        |
| <b>W2</b>      | 53.3%    | 53.3%    | 53.3%        |
| <b>W3</b>      | 60.0%    | 60.0%    | 60.0%        |
| <b>SBL, W1</b> | 53.3%    | 46.7%    | 50.0%        |
| <b>SBL, W2</b> | 60.0%    | 53.3%    | 56.7%        |





|                 |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|
| SBL, W3         | 60.0% | 60.0% | 60.0% |
| W1, W2          | 53.3% | 53.3% | 53.3% |
| W1, W3          | 60.0% | 53.3% | 56.7% |
| W2, W3          | 60.0% | 73.3% | 66.7% |
| SBL, W1, W2     | 53.3% | 46.7% | 50.0% |
| SBL, W1, W3     | 60.0% | 53.3% | 56.7% |
| SBL, W2, W3     | 60.0% | 73.3% | 66.7% |
| W1, W2, W3      | 60.0% | 66.7% | 63.3% |
| SBL, W1, W2, W3 | 60.0% | 66.7% | 63.3% |

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para los hombres fueron más dispersos que para las mujeres, con una exactitud del 40% al 73,3%. Los modelos más precisos incluyeron anchos esternales 1 y 2, así como longitud esternal y anchos esternales 2 y 3, que lograron una precisión del 73,3%. En modelos individuales, el ancho esternal 3 tuvo la mayor precisión (60%). La mayor precisión total se obtuvo utilizando las variables W2, W3 o SBL, W2 y W3, ambas funciones obtuvieron 66,7% de diagnóstico correcto del sexo. Al hacer una función con una sola variable, W3 logró la mayor precisión con un 60% de precisión. La variable aislada con menor precisión fue W1 con sólo 50% de precisión. De acuerdo con la función discriminante, determinada a través de las ecuaciones,  $DF = - 0.021 * SBL - 0.386 * L2 + 0.843 * L3 - 3.040$  y  $DF = - 0.416 * W2 + 0.795 * W3 - 3.280$ , respectivamente, fue un bajo nivel de precisión para determinar el sexo de los fetos mediante mediciones del esternón.

## DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó cuatro mediciones del esternón en fetos, con el objetivo de establecer una relación entre la morfometría ósea y el sexo. Nuestros hallazgos mostraron que no fue posible desarrollar una determinación efectiva del sexo basada en la morfometría del esternón de fetos humanos.

En cuanto a la prueba de Mann-Whitney, en el presente estudio, tuvo resultados diferentes en comparación con estudios similares (CHANDRAKANTH; KANCHAN; KRISHAN, 2014; TONEVA; NIKOLOVA, 2014; DARWISH *et al.*, 2017). Estos autores encontraron una diferencia estadísticamente significativa entre los géneros.



Es posible que esto ocurriera porque los fetos tienen un bajo dimorfismo sexual en sus mediciones, lo que puede dificultar la determinación precisa del sexo con solo las mediciones del esternón.

Los valores obtenidos para las funciones discriminantes, desarrollados en el presente estudio, utilizando SBL, W2 y W3 o W2 y W3, tuvieron una precisión de 73,3% para hombres y 60% para mujeres. Estos valores son bajos, cuando se comparan con el valor reportado por Singh *et al.* (2012), quienes obtuvieron una precisión del 84%, estudiando 343 esternones de cadáveres del norte de la India. Macaluso; Lucena (2014), en España, en una muestra de 116 esternones, desarrolló una función discriminante con un 89,7% de precisión. Admitimos que las diferencias en la precisión pueden estar relacionadas con el uso de fetos.

A pesar de esto, los valores de precisión del presente estudio fueron comparativamente superiores a los que utilizaron métodos matemáticos más simples, como la demarcación de puntos límite. Changani *et al.* (2014) utilizó la demarcación de puntos límite para la longitud del esternón y obtuvo una precisión del 43,86%, con la mayoría de los valores de muestra en la zona de superposición. Ramadan *et al.* (2010) utilizando la longitud del manubrio pudieron determinar correctamente el 69% y el 60% de los esternones femeninos y masculinos, respectivamente. La baja eficiencia de estos estudios puede haber ocurrido debido a que la mayoría de la población se encuentra en una zona superpuesta, lo que puede haber dificultado la demarcación de los puntos fronterizos, como lo demuestra Atal; Murari; Naik (2009).

## CONCLUSIONES

En este estudio, se obtuvo una precisión de 73,3% para hombres y 60% para mujeres utilizando las variables W2, W3 o SBL, W2, W3. En base a esto, podemos concluir que las mediciones del esternón de los fetos no nos proporcionaron valores definitivos con respecto al sexo del individuo. Esperamos que más estudios con un



mayor número de muestras y el uso de otras técnicas posibles también contribuyan a este tema.

## REFERENCIAS

ARAGÃO, J. A.; GONÇALVES CARVALHO, H. D.; MATOS, I. Q.; CAVALCANTI, R. S.; SANT'ANNA ARAGÃO, I. C.; SANT'ANNA ARAGÃO, F. M.; MARASSI, P. H. A.; CARDOSO, P.; LOURENÇO, B. C.; REIS, F. P. Sternal index in human fetuses as an indicator of sexual dimorphism. **J Morphol Sci.** n. 38, p. 321-324, 2021.

ASHLEY, G. T. A comparison of human and anthropoid mesosterna. **Am J Phys Anthropol.**, vol. 14, n. 3, p. 449-65, 1956.

ATAL, D. K.; MURARI, A.; NAIK, S. K. Gender differentiation from sternal widths. **J Ind Acad Forensic Med.**, vol. 30, n. 4, p. 198-201, 2009.

CHANDRAKANTH, H. V.; KANCHAN, T.; KRISHAN, K. Osteometric analysis for sexing of modern sternum – An autopsy study from South India. **Leg Med (Tokyo)**, vol. 16, n. 6, p. 350-6, 2014.

CHANGAN, M. V.; JAVIA, M. D.; VARMA, K. A. Determination of sex from various measurements of human sternum & manubrium in Gujarat population. **J Red Med Den Sci**, vol. 2, n. 1, p. 59-65, 2014.

DARWISH, R. T.; ABDEL-AZIZ, M. H. E. L.; NEKIEDY, A. M.; SOBHZK. Sex determination from chest measurements in a sample of Egyptian adults using Multislice computed tomography. **J Forensic Leg Med**, vol. 52, p. 154-8, 2017.

DWIGHT, T. Sternum as an Index of Sex, Height, and Age. **J AnatPhysiol.**, vol. 24, n. Pt 4, p. 527-35, 1890.

DWIGHT, T. The Sternum as an Index of Sex and Age. **J AnatPhysiol.**, vol. 15, n. Pt 3, p. 327-30, 1881.

GAUTAM, R. S.; SHAH, G. V.; JADAV, H. R.; GOHIL, B. J. The human sternum: as an index of age and sex. **J Anat Soc Ind.**, vol. 52, n. 1, p. 20-3, 2003.

GERKE, T. A.; RANGLES, R. H. A method for resolving ties in asymptotic relative efficiency. **Statistics & probability letters**, vol. 1, n. 80, p. 1065-9, 2010.



GOODMAN, L. R.; TEPLICK, S. K.; KAY, H. Computed tomography of the normal sternum. **AJR Am J Roentgenol**, vol. 141, n. 2, p. 219-23, 1983.

HUNNARGI, S. A.; MENEZES, R. G.; KANCHAN, T.; LOBO, S. W., BINU, V. S.; UYSAL, S.; KUMAR, H. R.; BARAL, P.; HEREKAR, N. G.; GARG, R. K. Sexual dimorphism of the human sternum in a Maharashtrian population of India: a morphometric analysis. **Leg Med** (Tokyo), vol. 10, n. 1, p. 6-10, 2009.

HYRTL, J. **Handbuch der topographischen anatomic percentage**. Vienna: Wilhelm Braumuller, 1893.

KANERIYA, D.; SUTHAR, K.; PATEL, V.; UMARVANSI, B.; MEHTA, C.; TAILOR, C. Morphometric study of sternum for determination of sex. **Cibtech J Bio-Protocols**, vol. 2, n. 2, p. 6-13, 2013.

MACALUSO, P. J.; LUCENA, J. Estimation of sex from sternal dimensions derived from chest plate radiographs in contemporary Spaniards. **Int J Legal Med.**, vol. 128, n. 2, p. 389-95, 1893.

MACALUSO, P. J. *et al.* The efficacy of sternal measurements for sex estimation in South African blacks. **Forensic Sci Int.**, vol. 202, n. 1-3, p. 111.e1-7, 1893.

MUKHOPADHYAY, P. P. Determination of sex from adult sternum by discriminant function analysis on autopsy sample of indian Bengali population: A new approach. **J Indian Acad Forensic Med**, vol. 32, n. 4, p. 971-3, 2010.

OSUNWOKE, E. A.; GWUNIREAMA, I. U.; ORISH, C. N.; ORDU, K. S.; EBOWE, I. A study of sexual dimorphism of the human sternum in the southern Nigerian population. **J Appl Biosci**, n. 26, p. 1636-9, 2010.

PUTTABANTHI, S.; VELICHETY, S.; PADI, T. R.; BODDETIRK; PRIYANKA, J. R. Sexing of unknown adult human sterna by metrical analysis. **International Journal of Biological and Medical Research**, vol. 3, n. 2, p. 1516-1519, 2012.

RAMADAN, S. U.; TÜRKMEN, N.; DOLGUN, N. A.; GÖKHARMAN, D.; MENEZES, R. G.; KACAR, M.; KOŞAR, U. Sex determination from measurements of the sternum and fourth rib using multislice computed tomography of the chest. **ForensicSciInt**, vol. 197, n. 1-3, p. 120.e1-5, 2010.

REBELO, A. C. S.; MATA, J. R.; MATA, F. R.; MOREIRA, P. C.; FIGUEIREDO, A. C. R.; VALE, A. F. Prevalência e caracterização de forame no osso esterno humano. **Revista UFG**, vol. 15, n. 15, p. 114-22, 2014.



ROSS, A. H.; UBELAKER, D. H.; KIMMERLE, E. H. Implications of dimorphism, population variation, and secular change in estimating population affinity in the Iberian Peninsula. **Forensic Sci Int**, vol. 206, n. 2011, p. 214.e1-214.e5, 2011.

SHARMA, A.; PALIWAL, K. K. Linear discriminant analysis for the small sample size problem: an overview. **International Journal of Machine Learning and Cybernetics**, vol. 6, n. 3, p. 443-54, 2015.

SINGH, J.; PATHAK, R. K.; SINGH, D. Morphometric sex determination from various sternal widths of Northwest Indian sternums collected from autopsy cadavers: A comparison of sexing methods. **Egypt J Forensic Sci**, vol. 2, n. 1, p. 18-28, 2012.

SINGH, J.; PATHAK, R. K. Morphometric sexual dimorphism of human sternum in a north Indian autopsy sample: sexing efficacy of different statistical techniques and a comparison with other sexing methods. **Forensic Sci Int**, vol. 228, n. 1-3, p. 174.e1-10, 2013.

SILVA, C. R. X.; SORIANO, E. P.; PEREIRA, E. A.; CARVALHO, M. V. D. Avaliação morfométrica de esternos pertencentes a esqueletos humanos brasileiros identificados. **Braz J Dev.**, vol. 7, n. 8, p. 81040-54, 2021.

TONEVA, D. H.; NIKOLOVA, S. Y. Reliability of the sternal index as a sex indicator in medieval skeletal remains from Northeastern Bulgaria. **J BioSci Biotech**, p. 149-52, 2014.

## APÉNDICE - NOTA AL PIE

9. Sternal Bone Length (SBL).

10. Discriminant Functions (DF).



Enviado: 13 de fevereiro, 2023.

Aprobado: 14 de marzo, 2023.

---

<sup>1</sup> Asesor, Profesor Titular de Anatomía Clínica. ORCID: 0000-0002-2300-3330. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6911783083973582>.

<sup>2</sup> Doctor. ORCID: 0000-0001-7285-728X. CURRÍCULO LATTES: CV: <http://lattes.cnpq.br/8918908573196464>.

<sup>3</sup> Doctor. ORCID: 0000-0003-1383-201X. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9700480045251166>.

<sup>4</sup> Residente de la Clínica Médica. ORCID: 0000-0002-5298-537X. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6291628187714859>.

<sup>5</sup> Residente de la Clínica Médica. ORCID: 0000-0001-9211-7000. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4619345212343744>.

<sup>6</sup> Estudiante de medicina. ORCID: 0000-0001-5924-8658. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1862815448788019>.

<sup>7</sup> Profesor titular de Biología Molecular. ORCID: 0000-0001-5705-6433. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3337321488338686>.

<sup>8</sup> Profesor titular de la Facultad de Medicina. ORCID: 0000-0002-7776-1831. CURRÍCULO LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6858508576490184>.