

Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir de la ulna en cubanos de ascendencia hispánica

MACHADO MENDOZA D., DÍAZ CASTELLANOS O. Y PÉREZ PÉREZ V.

Instituto de Medicina Legal, La Habana (Cuba)
Corresponding Author: dodany@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo se realizó como continuidad al estudio sobre dimorfismo sexual en la población cubana actual, en este caso teniendo en cuenta la ulna. La muestra estuvo formada por 165 ulnas (102 masculinas y 63 femeninas) pertenecientes a adultos cubanos de ascendencia hispánica, con datos sociodemográficos conocidos. Se tomaron 9 mediciones por hueso: longitud máxima, anchura del olécranon, altura y altura sagital de la epífisis proximal, anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, diámetro y perímetro mínimo de la diáfisis y anchuras transversa y sagital de la epífisis distal. La prueba t de Student demostró la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos para todas las medidas realizadas ($p < 0.001$). Se elaboraron 30 ecuaciones discriminantes, cuyas fiabilidades para la determinación del sexo oscilaron entre el 81.5% y el 99.0%, tanto para las ulnas íntegras como para porciones ulnares. Para los diferentes análisis se usó el programa estadístico SPSS (v.20.0). Se concluyó que las ecuaciones propuestas son útiles para la determinación del sexo, sobre todo en el contexto forense.

Palabras claves:

Antropología forense
Osteología
Ulna
Funciones discriminantes
Dimorfismo sexual

Recibido: 06-04-2020

Aceptado: 24-06-2020

ABSTRACT

The This work was carried out as a continuation of the study on sexual dimorphism in the current Cuban population, in this case taking into account the ulna. The sample consisted of 165 ulnas (102 male and 63 female) belonging to Cuban adults of Hispanic descent, with known socio-demographic data. Nine measurements were taken per bone: maximum length, width of the olecranon, height and sagittal height of the proximal epiphysis, minimum width of the greater glenoid cavity, diameter and minimum perimeter of the diaphysis, and transverse and sagittal widths of the distal epiphysis. The Student t-test showed statistically significant differences between both sexes for all measurements ($p < 0.001$). Thirty discriminant equations were developed, whose reliability for sex determination ranged from 81.5% to 99.0%, both for whole ulnae and for ulnar portions. The statistical program SPSS (v.20.0) was used for the different analyses. It was concluded that the proposed equations are useful for sex determination, especially in the forensic context.

Keywords:

Forensic anthropology
Osteology
Ulna
Discriminant functions
Sexual dimorphism

Introducción

Los estudios sobre dimorfismo sexual suelen ser abordados bajo dos perspectivas. La primera es la evolutiva, en la que se han llevado a cabo investigaciones sobre cuáles podrían ser los determinantes que han dado origen al dimorfismo sexual que podemos apreciar en *Homo sapiens*. La segunda se basa en el estudio de las diferencias sexuales en las distintas poblaciones humanas actuales. Estas investigaciones analizan las diferencias entre hombres y mujeres en series esqueléticas actuales, con el propósito de establecer el estándar para la determinación del sexo a partir de los diferentes segmentos óseos y empleando distintas metodologías. Los resultados de estos estudios tienen impacto inmediato, pues son aplicados en las distintas problemáticas de la Antropología Física; además, son la base para continuar indagando sobre las tendencias del dimorfismo sexual en las poblaciones actuales (Machado, 2005).

La primera investigación sobre dimorfismo sexual de los huesos largos, con relevante importancia en el siglo XX, fue la realizada por Dwight en 1905, quien propuso la utilización del diámetro vertical de la cabeza del fémur y del húmero, observando mayores medidas en los hombres respecto a las mujeres. La eficacia de los métodos de estimación sexual se mejoró con la utilización de funciones o ecuaciones discriminantes, concepto que introdujo Fisher en 1935. Este concepto se refiere al manejo estadístico simultáneo de múltiples medidas en los problemas de clasificación; es decir, que en vez de basar las clasificaciones sobre un solo dato (medida o índice), se trataba de reforzar la capacidad de discriminación mediante combinaciones de varios datos, de tal forma que en conjunto tuvieran mayor poder discriminatorio (Machado & Urgellés, 2011).

En la actualidad, los huesos largos son empleados en muchas investigaciones a nivel internacional para la estimación del sexo, aunque la ulna no es de los más estudiados. Los estudios realizados en diferentes poblaciones muestran que en todos los grupos humanos existe dimorfismo sexual; sin embargo, las diferencias entre los sexos no se

comportan de la misma manera en todas las poblaciones estudiadas, lo que indica que la expresión del dimorfismo sexual es propia de cada una de las poblaciones humanas.

En la práctica diaria de identificación de restos humanos, ya sea en casos forenses, arqueológicos o en catástrofes, no siempre es posible encontrar los restos humanos íntegros, sobre todo en el caso de los huesos largos. La mala conservación de éstos y el deterioro tanto natural como antrópico al cual se hallan sometidos, constituyen un obstáculo para alcanzar una determinación del sexo con un alto porcentaje de fiabilidad. Cuando sólo es posible contar con fragmentos de huesos largos, la identificación del sexo a partir de métodos que impliquen la utilización de la longitud máxima de éstos se hace imposible. De ahí la importancia de poseer ecuaciones discriminantes con una eficacia alta, que incluyan variables de las diferentes regiones del hueso, que permitan al investigador establecer un diagnóstico sexual fiable a partir de series esqueléticas de sexo, ancestralidad y edad conocidos, lo que reduce significativamente el error de la utilización de técnicas basadas en muestras donde se desconoce alguno de estos parámetros (Machado, 2005).

Para este trabajo nos planteamos el objetivo de obtener ecuaciones discriminantes que permitieran determinar el sexo a partir de la ulna con un porcentaje alto de fiabilidad. Su importancia se manifiesta en el aporte teórico y práctico para la Antropología Física. El aporte teórico del presente trabajo radica principalmente en el estudio que se realiza del comportamiento del dimorfismo sexual en uno de los huesos del antebrazo a partir de una muestra correspondiente a población cubana actual, de origen hispánico.

Materiales y Métodos

La muestra seleccionada constó de 165 ulnas (102 masculinas y 63 femeninas) correspondientes a cubanos de ascendencia española, de sexo, edad, ancestralidad y estatura conocidos, cuya edad promedio al momento de la muerte fue de 48.39 años, fallecidos en los últimos 50 años. Los restos pertenecen a la colección osteológica "Luis Montané", depositada en el

Laboratorio de Antropología Física “Aristides Mestre” de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana y a casos estudiados en el Instituto de Medicina Legal desde 1998 hasta 2018.

Se excluyeron las mediciones en las regiones donde se presentaban alteraciones y patologías que pudieran modificar el valor de las mismas, sobre todo teniendo en cuenta que el borde superior del olécranon está sometido a una importante actividad física, lo que condiciona la variabilidad, debido sobre todo a la inserción del músculo tríceps braquial, eliminándose aquellos que presentaban entesopatías de esta región, como el “codo del leñador” (Woodcutter elbow) descrita por Capasso et al. (1999). Las distintas mediciones (9 en total) se realizaron utilizando la tabla osteométrica (T.O), una cinta métrica fina (C.M) y el calibre vernier (V.C), las dos primeras con un error de 1mm y el tercero con 0.05 mm de error.

El análisis de los datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 20.0 para Windows, aplicándose las pruebas Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lillefort y Shapiro Wilks, para comprobar si las variables estudiadas seguían una distribución normal. Dado que ésta se cumplió, se realizó la prueba t de Student de comparación de medias para determinar qué variables ofrecían diferencias entre los sexos desde un punto de vista univariado. Para el análisis multivariado se utilizó el análisis discriminante, mediante el método denominado “de las independientes juntas”, es decir, introducción de todas las variables independientes a la vez, ya que éste permite clasificar a un individuo en un grupo determinado en base a un conjunto de mediciones y con una probabilidad aceptablemente elevada, siendo los sexos los grupos a discriminar.

Mediciones tomadas en la ulna (ver Figura 1).

Es necesario señalar que no se tomaron perímetros a nivel de la diáfisis superior de la ulna por ser ésta una región bastante irregular, con marcada influencia de la actividad física de la persona en vida. Tampoco se incluyeron las variables correspondientes a la mitad de la diáfisis (diámetro máximo, diámetro mínimo y perímetro), porque las medidas a este nivel solo pueden tomarse cuando la ulna mantiene su integridad -no cuando está fragmentada-, por lo que se

escogieron variables de fácil ubicación principalmente en ulnas incompletas, como se describe a continuación:

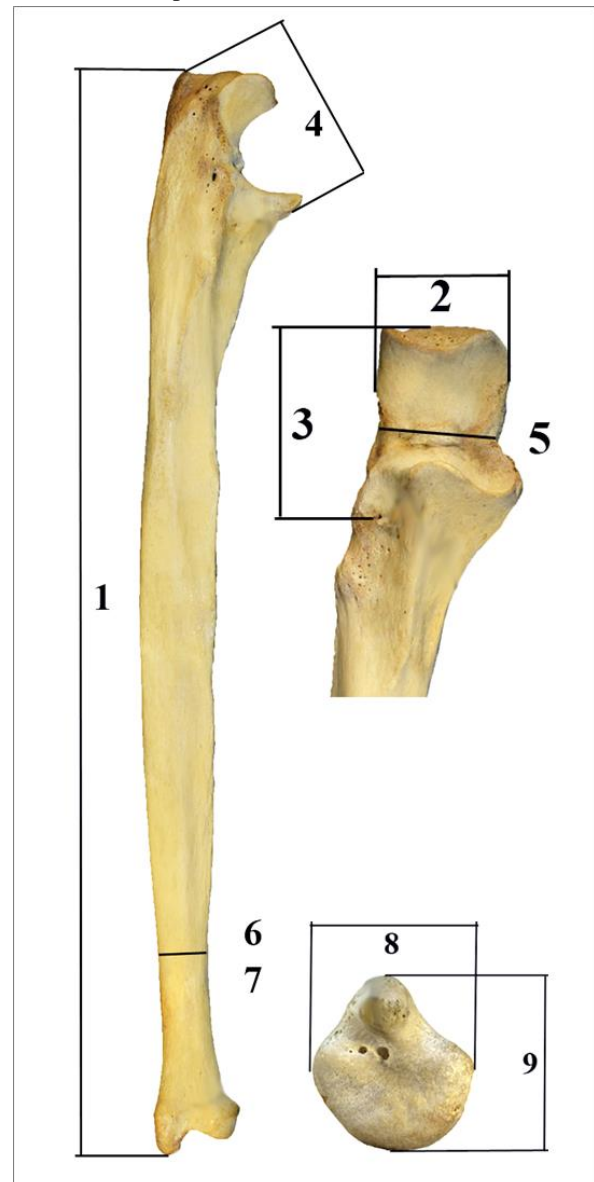


Figura 1: Mediciones tomadas en la ulna.

1. LM: Longitud máxima, 2. AO: Anchura del olécranon, 3. HP: Altura de la epífisis proximal, 4. HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, 5. AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, 6. DD: Diámetro mínimo de la diáfisis, 7. PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, 8. ATD: Anchura transversa de la epífisis distal, 9. ASD: Anchura sagital de la epífisis distal.

1. Longitud máxima (LM): distancia directa entre el punto más alto del olécranon y el punto más distal del proceso estiloides (Martin & Knussmann, 1988) (T.O).

2. Anchura del olécranon (AO): distancia máxima obtenida a nivel del olécranon de forma perpendicular al eje del hueso (Machado, 2005) (V.C).

3. Altura de la epífisis proximal (HP): distancia directa entre el punto más alto del olécranon y el más bajo de la cavidad glenoidea menor (Machado, 2005) (V.C).

4. Altura sagital de la epífisis proximal (HSP): distancia máxima obtenida entre el punto más bajo del proceso coronoideo y el borde superior del olécranon (Machado, 2005) (V.C).

5. Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor (AGM): es la distancia mínima obtenida de forma perpendicular al eje del hueso (Machado, 2005) (V.C).

6. Diámetro mínimo de la diáfisis (DD): diámetro mínimo de la diáfisis, se obtiene en el tercio inferior de ésta (Machado, 2005) (V.C).

7. Perímetro mínimo de la diáfisis (PD): menor circunferencia obtenida en la diáfisis (Machado, 2005) (C.M).

8. Anchura transversa de la epífisis distal (ATD): anchura máxima de la epífisis distal en el plano transversal al eje del hueso (Buikstra & Ubelaker, 1994) (VC).

9. Anchura sagital de la epífisis distal (ASD): anchura máxima obtenida de forma perpendicular a la anterior (Buikstra & Ubelaker, 1994) (VC).

Resultados y Discusión

Como cabía esperar, las medias de las medidas masculinas fueron mayores que las femeninas (Tabla 1), hecho ya descrito por otros autores, como Pimienta en su Tesis Doctoral (Pimienta, 2000). Al obtenerse valores altamente significativos para todas las variables comparadas ($p < 0.001$), se procedió a realizar el análisis discriminante sin tener que excluir ninguna de las mediciones realizadas. Las más dimórficas (mayores valores de t) fueron la longitud máxima y las medidas proximales, lo que se relaciona con la mayor estatura masculina. Respecto a la región proximal, ésta constituye una zona de fuerte inserción muscular, a diferencia de la distal, donde la actividad muscular se

reduce al origen de un solo músculo, el pronador cuadrado (Machado, 2005).

Análisis Discriminante

De las 9 medidas analizadas (Tabla 2), sólo las ecuaciones correspondientes a cuatro de ellas sobrepasaron el 85% de fiabilidad, la longitud máxima (LM) y tres de la región proximal: altura de la epífisis proximal (HP), altura sagital de la epífisis proximal (HSP) y la anchura del olécranon (AO) (Funciones 1 a 4). En ningún caso se alcanzó el 90%, y las ecuaciones clasificaron mejor a las ulnas masculinas que a las femeninas. En el caso de la longitud máxima (Función 1), las longitudes de los huesos largos se ven influenciadas fundamentalmente por la variación en el desarrollo de la robustez ósea a lo largo de la ontogenia, con un fuerte componente genético (Cowgill & Hager, 2007), aunque siempre suele existir una zona de solapamiento entre los individuos masculinos de baja estatura (ulnas más pequeñas) y las mujeres altas (ulnas de mayor tamaño) (Garrido-Varas et al., 2014). De ahí la importancia de realizar estudios dentro de una población lo más homogénea posible, pues existen grupos poblacionales donde tanto hombres como mujeres son altos o bajos, y las medias aumentan o disminuyen, aunque sigue existiendo dimorfismo sexual (Machado, 2005).

Cowal & Pastor (2008) refieren que la región proximal es más dimórfica que la medida de la longitud máxima, mientras que Mall et al. (2001) y Kearns (2015) indican que la longitud de la ulna es una medida que aporta resultados por encima del 85% de fiabilidad. La región proximal es una zona de inserción con la tróclea humeral, que en los hombres tiene dimensiones mayores que en las mujeres (Pimienta, 2000; Machado, 2005), aunque algunos individuos femeninos de elevada estatura, o que hayan tenido en vida una actividad física superior a la media femenina (con el consecuente mayor desarrollo muscular), suelen mostrar valores métricos elevados en las variables de esta región proximal, por lo que algunas ulnas femeninas son a menudo clasificadas como masculinas.

Tabla 1: Comparación de las medias masculinas y femeninas, para cada una de las medidas ulnares analizadas.

Medida	MASCULINOS			FEMENINOS			Resultado Prueba t de Student
	N	Media (mm)	D.S.	N	Media (mm)	D.S.	
LM	100	263.05	13.66	60	233.43	13.69	13.262 (p<0.001)
AO	84	25.45	2.18	54	20.94	1.66	12.984 (p<0.001)
HP	83	42.00	2.22	50	36.01	2.25	14.966 (p<0.001)
HSP	77	40.98	2.60	58	35.46	2.22	12.998 (p<0.001)
AGM	84	19.31	2.17	51	15.48	1.65	10.827 (p<0.001)
DD	93	9.90	0.98	61	8.23	0.77	11.261 (p<0.001)
PD	93	32.46	3.06	61	27.16	2.42	11.390 (p<0.001)
ASD	87	20.46	1.98	56	17.62	1.37	9.373 (p<0.001)
ATD	83	17.30	1.65	55	14.51	1.28	10.609 (p<0.001)

LM: Longitud máxima, AO: Anchura del olécranon, HP: Altura de la epífisis proximal, HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, DD: Diámetro mínimo de la diáfisis, PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, ATD: Anchura transversa de la epífisis distal, ASD: Anchura sagital de la epífisis distal. DS: desviación estándar, nivel de significación: $p \leq 0.05$.

Tabla 2: Ecuaciones discriminantes para cada una de las variables analizadas y porcentajes de fiabilidad en la determinación sexual.

F	N	Ecuación	Corte	% ♂	% ♀	% Total
1	160	0.073 LM – 18.423	-0.2710	91.0	83.3	88.1
2	138	0.502 AO – 11.887	-0.2465	91.7	85.2	89.1
3	133	0.448 HP – 17.805	-0.3325	92.8	84.0	89.5
4	135	0.409 HSP – 15.798	-0.1590	90.9	84.5	88.1
5	135	0.503 AGM – 8.983	-0.2350	84.5	76.5	81.5
6	154	1.111 DD – 10.267	-0.1925	84.9	82.0	83.8
7	154	0.354 PD – 10.761	-0.1950	83.9	82.0	83.1
8	143	0.567 ASD – 10.969	-0.1740	88.5	76.8	83.9
9	138	0.662 ATD – 10.712	-0.1870	84.3	80.0	82.6

F: número de función, LM: Longitud máxima, AO: Anchura del olécranon, HP: Altura de la epífisis proximal, HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, DD: Diámetro mínimo de la diáfisis, PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, ATD: Anchura transversa de la epífisis distal, ASD: Anchura sagital de la epífisis distal.

En el caso de la investigación de Cowal & Pastor (2008) se observa una gran diferencia entre el porcentaje de acierto para los hombres (48.2%) y para las mujeres (99.0%). Eliminando las diferencias producto de la procedencia, época y tipo de población, el estudio mencionado parece estar sesgado hacia los datos femeninos, ya sea por la cantidad de casos estudiados, o porque el punto de corte de la función discriminante se orienta hacia el centroide femenino, lo

que selecciona mejor a las mujeres que a los hombres, tal y como ha señalado Muñoz en su Tesis Doctoral (Muñoz, 2017).

La región distal mostró medidas menos dimórficas, sobre todo la anchura sagital de la epífisis distal (ASD), que tuvo un 82.6% de fiabilidad. Esta medida incluye el proceso estiloides y sobre esto Biyani et al. (1990), en su estudio en 400 radiografías

de individuos, refieren que no existe predominancia en función de sexo, indicando que la morfología de la apófisis estiloides del cúbito no presenta dimorfismo sexual, lo que apoya el resultado obtenido en la presente investigación. Estos resultados corroboran que las variables por sí solas no muestran un poder discriminador alto, siendo necesario combinarlas. Esto no es nuevo, y actualmente se recomienda no trabajar con variables aisladas sino con ecuaciones que incluyan un grupo de variables (Kranioti & Tzanakis, 2015; Tomczik et al., 2017), aunque el empleo de dichas ecuaciones está condicionado por la preservación de las estructuras óseas (Pimienta, 2000).

Ecuaciones discriminantes para ulnas íntegras

En este caso se obtuvieron para el hueso íntegro 9 ecuaciones (6 con cuatro variables y 3 que emplean cinco mediciones) (Funciones 10 a 18), todas con más del 95% de fiabilidad en su diagnóstico, alcanzando hasta el 99% (Función 18) (ver Tabla 3). Este resultado (99%) es muy superior a los obtenidos por otros autores como Celbis & Agritmis (2006) y Spradley et al. (2015), que apenas sobrepasaron el 89%. Los bajos porcentajes de otros autores pueden estar relacionados con que o sólo utilizaron una variable ulnar o la combinaron con dos variables más a lo sumo, mientras que el presente estudio muestra que 4 o 5 variables con una combinación certera aportan un resultado más efectivo.

Tabla 3: Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, cuando la ulna conserva su integridad.

F	N	Ecuación	Corte	% ♂	% ♀	% Total
10	130	0.037 LM + 0.187 AO + 0.104 PD + 0.234 ATD - 20.394	-0.2430	95.2	95.8	95.5
11	130	0.034 LM + 0.259 HP + 0.014 HSP + 0.122 PD - 22.948	-0.2295	98.4	91.5	95.5
12	131	0.028 LM + 0.242 HP + 0.062 HSP + 0.142 AO - 22.264	-0.2435	100.0	89.4	95.5
13	131	0.038 LM + 0.125 AGM + 0.109 PD + 0.269 ATD - 19.527	-0.2710	97.0	95.6	96.4
14	128	0.029 LM + 0.199 HP + 0.079 PD + 0.251 ATD - 21.421	-0.2935	97.0	95.7	96.5
15	126	0.026 LM + 0.252 HP + 0.026 HSP + 0.307 ATD - 22.431	-0.2825	96.8	97.7	97.2
16	120	0.025 LM + 0.224 HP + 0.037 HSP + 0.071 AO + 0.295 ATD - 22.790	-0.2055	98.2	97.7	98.0
17	120	0.027 LM + 0.223 HP + 0.012 AGM + 0.053 PD + 0.272 ATD - 21.763	-0.2995	98.4	97.6	98.1
18	123	0.032 LM + 0.22 HP - 0.029 HSP + 0.096 PD + 0.31 ATD - 23.382	-0.2075	100.0	97.7	99.0

F: número de función, LM: Longitud máxima, AO: Anchura del olécranon, HP: Altura de la epífisis proximal, HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, ASD: Anchura sagital de la epífisis distal.

Pimienta (2000), en sus ecuaciones que utilizaban la longitud máxima, llegó a alcanzar un acierto del 87.5%, resultado no muy elevado, pero hay que tener en cuenta que la muestra utilizada por esta investigadora correspondía a una población no homogénea (mestiza mexicana), con el sesgo que esto puede traer aparejado, favoreciendo que las diferencias sexuales no estén tan marcadas. A pesar de esto, en su investigación Muñoz (2017) plantea que una de las dimensiones que mayor dimorfismo sexual presenta es la longitud máxima, ya sea aisladamente o en

combinación con otras variables, aunque sus porcentajes de clasificación correcta no fueron muy altos; no así los diámetros, que ofrecieron porcentajes de acierto incluso más bajos, pero es bueno señalar que esta autora empleó poblaciones de dos épocas distintas, lo que podría explicar las variaciones en sus resultados.

La ulna es un hueso delgado que puede fragmentarse con facilidad, sobre todo en contextos forenses, arqueológicos y desastres aéreos. Igualmente, los huesos pueden sufrir la acción tafonómica de los

carrñeros, principalmente cánidos y roedores, los cuáles gustan de mordisquear estas piezas óseas sobre todo en la región de las epífisis (Sanabria, 2016), por lo que también se calcularon ecuaciones para cuando el hueso no poseía toda su integridad como se describe a continuación.

Ecuaciones discriminantes para ulnas fragmentadas

Para la determinación del sexo a partir de ulnas fragmentadas, se dividieron las 12 ecuaciones de la siguiente forma: para cuando sólo se poseía la región

proximal (3) (Funciones 19 a 21), para sólo el tercio distal (3) (Funciones 22 a 24), y para cuando se contaba con los dos extremos (6) (Funciones 25 a 30). Las combinaciones proximales (Tabla 4) arrojaron 3 funciones discriminantes con porcentajes de correspondencia entre el 91.9% y el 92.5%, mejorando así el resultado de las variables por separado, aunque con mucha mejor clasificación masculina, por lo referido anteriormente al analizar las variables por separado. Resultados similares fueron obtenidos por Cowal & Pastor (2008) empleando 5 medidas en esta región.

Tabla 4: Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para la región proximal de la ulna.

F	N	Ecuación	Corte	% ♂	% ♀	% Total
19	131	0.264 HP + 0.139 HSP + 0.165 AGM – 18.794	-0.2575	95.4	87.0	91.9
20	128	0.281 HP + 0.225 AO + 0.076 AGM – 17.836	-0.2780	95.5	87.0	92.0
21	126	0.22 HP + 0.11 HSP + 0.146 AO + 0.133 AGM – 18.731	-0.2035	96.7	87.0	92.5

F: número de función, AO: Anchura del olécranon, HP: Altura de la epífisis proximal, HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor.

En el caso del tercio distal (Tabla 5) la ecuación obtenida con la combinación de 3 de las 4 variables aumentó el porcentaje de clasificación correcta hasta un 89.5% (Función 24). Según los resultados, la epífisis distal resultó ser la región menos dimórfica en la ulna. Alemán (1997) y Charisi et al. (2011) han reportado que las medidas a nivel del extremo distal no son las

mejores para el diagnóstico sexual, por su poca actividad muscular. Pimienta (2000), para lograr un 90% de fiabilidad necesitó combinar las medidas de esta región con las de otras zonas del hueso, corroborando el poco poder discriminatorio de esta porción ulnar.

Tabla 5: Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para el tercio distal de la ulna.

F	N	Ecuación	Corte	% ♂	% ♀	% Total
22	134	0.189 ASD + 0.507 ATD – 11.858	-0.1895	85.0	85.2	85.1
23	128	0.202 PD + 0.44 ATD – 13.221	-0.2010	89.3	88.7	89.1
24	124	0.196 PD + 0.009 ASD + 0.461 ATD – 13.547	-0.1935	90.3	88.5	89.5

F: número de función, PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, ATD: Anchura transversa de la epífisis distal, ASD: Anchura sagital de la epífisis distal.

De la combinación de medidas proximales y distales se obtuvieron, como habíamos mencionado, 6 ecuaciones que aportan una fiabilidad de entre el 94.7% y 97.9% (Tabla 6), siendo efectivas cuando la longitud máxima no se puede obtener, sobre todo por fractura de la diáfisis. Este aumento en la fiabilidad viene dado

porque las medidas distales incrementan el porcentaje de clasificación correcta de las ulnas femeninas, que en las proximales era sólo del 87% (ver Tabla 4) respecto a un 89% en las distales (ver Tabla 5), elevando así el porcentaje total. Al comparar nuestros resultados con otros estudios similares observamos que en el caso de

Pimienta (2000), sus combinaciones nunca aportan ecuaciones de alta fiabilidad por lo referido anteriormente (población heterogénea). En los estudios ulnares, con poblaciones de origen europeo, a excepción de la investigación realizada por Mall et al.

(2001), los demás autores no combinan medidas proximales y distales, por lo que sus resultados muestran porcentajes más bajos de fiabilidad en la discriminación sexual.

Tabla 6: Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para cuando se poseen solo los tercios proximal y distal.

F	N	Ecuación	Corte	% ♂	% ♀	% Total
25	129	0.286 HP + 0.079 PD + 0.295 ATD – 18.397	-0.2635	95.5	93.6	94.7
26	120	0.265 HSP + 0.298 AO + 0.083 PD + 0.161 ATD – 18.339	-0.0610	94.2	95.8	95.0
27	124	0.235 HP + 0.15 AO + 0.063 PD + 0.264 ATD – 18.819	-0.1840	94.8	95.7	95.2
28	124	0.29 HP + 0.043 AGM + 0.056 PD + 0.305 ATD – 18.792	-0.2691	96.7	95.3	96.2
29	121	0.274 HP + 0.037 HSP + 0.081 PD + 0.346 ATD – 20.08	-0.1770	98.2	95.6	97.0
30	116	0.232 HP + 0.065 HSP + 0.082 AO + 0.075 PD + 0.317 ATD – 20.735	-0.1060	98.0	97.8	97.9

F: número de función, AO: Anchura del olécranon, HP: Altura de la epífisis proximal, HSP: Altura sagital de la epífisis proximal, AGM: Anchura mínima de la cavidad glenoidea mayor, PD: Perímetro mínimo de la diáfisis, ASD: Anchura sagital de la epífisis distal.

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros investigadores en el presente siglo (ver Tabla 7), se puede constatar que la cantidad de mediciones empleadas, así como los rangos de fiabilidad del presente estudio son mucho más altos. En

los últimos dos años se han validado estas funciones con casos forenses y con fallecidos en dos desastres aéreos masivos, corroborando la fiabilidad de las mismas.

Tabla 7: Comparación con los trabajos que incluyen a la ulna, realizados en el presente siglo para la determinación del sexo mediante funciones discriminantes. LM: Longitud máxima.

Autor (año)	Medidas empleadas	Población	% Fiabilidad
Mall et al. (2001)	LM y epifisiarias	Alemana	hasta 90.58
Celbis & Agritmis (2006)	LM	Turca	91.30
Cowal & Pastor (2008)	Epífisis proximal	Británica	hasta 85.40
Charisi et al. (2011)	LM y epífisis proximal	Griega	89.60-93.00
Garrido-Varas et al (2014)	LM	Chilena	80.50
Tise et al., (2013)	Long. Fisiológica y diafisiarias	Americana de origen hispánico	86.79
Spradley et al. (2015)	Longitud fisiológica	Mexicana de origen hispánico	89.26
Kearns (2015)	LM y Diafisiarias	Norteamericana	hasta 93.00
Kranioti y Tzanakis (2015)	LM y epífisis distal	Cretense	76.30-89.00
Tomczyk et al (2017)	LM y Diafisiarias	Polaca	Hasta 83.00
Muñoz (2017)	LM y Diafisiarias	Española	Hasta 88.60
Presente Estudio (2020)	LM proximales y distales	Cubana de ascendencia hispánica	81.50-99.00

Conclusiones

Las 30 ecuaciones obtenidas en este estudio permiten la determinación del sexo en poblaciones de origen europeo (como es el caso que nos ocupa), mediante funciones discriminantes que incluyen la ulna, constatándose que los porcentajes de predicción correcta alcanzados se pueden catalogar de altos y son factibles de emplear en poblaciones de ascendencia hispánica, ya sea en contextos forenses, desastres, así como en estudios arqueológicos cercanos, donde las piezas óseas pueden estar muy fragmentadas. Se recomienda realizar un estudio similar en otros grupos de distinta ancestralidad y huesos diferentes, que incluyan combinaciones de diversas variables, para conformar así un paquete de funciones predictivas aplicables al resto de las poblaciones.

Referencias

- Alemán I. (1997). Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 305 p.
- Biyani A., Mehara A., Bhan, S. (1990). Morphological variations of the ulnar styloid process. *J Hand Surg Br* 15: 352-354.
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H. (Eds.) (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey Research Series N° 44.
- Capasso L., Kenneth A., Kennedy, R., Wilczak, C.A. (1999). Atlas of occupational markers on human remains. Edigrafitalg, Teramo: p 78.
- Celbis O., Agritmis H. (2006). Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Sci Int* 158: 135-139.
- Charisi D., Eliopoulos C., Vanna V., Koiliias C., Sotiris M. (2011). Sexual dimorphism of the arm bone in a modern Greek population. *J Forensic Sci* 56: 10-18.
- Cowal L.S., Pastor R.F. (2008). Dimensional variation in the proximal ulna: Evaluation of a metric method for sex assessment. *Am J Phys Anthropol* 135: 469-478.
- Cowgill L.W., Hager L.D. (2007). Variation in the development of postcranial robusticity: an example from Çatalhöyük, Turkey. *Int J Osteoarchaeol* 17: 235-252.
- Garrido-Varas C., Thompson T., Campbell, A. (2014). Parámetros métricos para la determinación de sexo en restos esqueléticos chilenos modernos. *Chungara. Rev Antropol Chil* 46: 285-293.
- Kearns A. (2015). An evaluation of a metric method for sex estimation using the clavicle, humerus, radius, and ulna. Thesis for the degree of Master in Science. Boston: Boston University, School of Medicine.
- Kranioti E., Tzanakis N. (2015). Estimation of sex from the upper limb in Modern Cretans with the aid of ROC-Analysis: A Technical Report. *Forensic Res Criminol Int* 1: 1-7.
- Machado D. (2005). Estimación del sexo a partir de los huesos largos del miembro superior. Tesis en Opción al Título de Máster en Antropología. Facultad de Filosofía e Historia: Universidad de la Habana (inédito). 84 p.
- Machado, D., Urgellés, L.A. (2011). Funciones discriminantes para la estimación del sexo a partir del húmero en europoides cubanos. *An Antropol* 45: 99-112.
- Mall G., Hubig M., Bultner A., Kuznik J., Penning R., Graw M. (2001). Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm. *Forensic Sci Int* 117: 23-30.
- Martin R., Knussman R. (1988). *Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*. New York-Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Muñoz, A. (2017). La aplicación de la osteometría en la identificación humana: la estimación del sexo y de la ancestralidad en la población española contemporánea. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 419 p.
- Pimienta M.M. (2000). Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto post-craneal. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 368 p.
- Sanabria C. (2016). Patología y Antropología Forense de la muerte. La investigación científico judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas hasta la audiencia pública. Editorial Forensic Publisher. Bogotá, Colombia. 863 p.
- Spradley M.K., Anderson B.E., Tise M.L. (2015). Postcranial sex estimation criteria for Mexican hispanics. *J Forensic Sci* 60: 27-31.
- Tise M., Spradley M.K., Anderson B.E. (2013). Postcranial sex estimation of individuals considered hispanic. *J Forensic Sci* 58: 10-14.
- Tomczyk J., Neczuja J., Zalewska M., Niemiro W., Olczyk W. (2017). Sex estimation of upper long bones by selected measurements in a Radom (Poland) population from the 18th and 19th centuries AD. *Anthropological Review* 80: 287-300.