

APLICACIÓN DE LAS FUNCIONES DISCRIMINANTES EN LA DETERMINACIÓN DEL SEXO

Inmaculada Alemán Aguilera, Miguel C. Botella López
y Philippe du Souich Henrici

Laboratorio de Antropología de la Universidad de Granada, España

RESUMEN

En este texto se analiza la efectividad que ofrecen las fórmulas discriminantes cuando se aplican para determinar el sexo de sujetos de época y ámbito geográfico distinto al de la población con la que fueron elaboradas. Con base en ocho variables métricas del húmero, se compara el grado de dimorfismo sexual de una serie actual de sexo y edad conocidos, originarios del sur de España y el de una población del norte, de época medieval. Se discute si existen diferencias que lleven a considerar a los individuos como pertenecientes a poblaciones distintas o si, por el contrario, estas diferencias son producto de la variabilidad propia que caracteriza a los grupos humanos.

PALABRAS CLAVE: determinación del sexo, dimorfismo sexual, variabilidad humana.

ABSTRACT

The effectiveness that the discriminant functions offer is analysed when they are applied to determine the sex on individuals from a different period and geographical environment that the population from which the formulas were obtained. By means of some metrical variables of the humerus, the degree of sexual dimorphism of a modern series from the south of Spain, of known age and sex, is compared with a medieval population from the north of Spain. The discussion is also centred on whether there are differences that lead to consider the individuals as belonging to different populations, or these differences, on the contrary, are the result of the natural variability that characterizes the human groups.

KEY WORDS: Sex determination, sexual dimorphism, human variability.

INTRODUCCIÓN

Con los trabajos de Krogman e Iscan (Krogman e Iscan 1986, Iscan y Miller-Shaivitz 1984a y b, Iscan y Kennedy 1989, Iscan *et al.* 1994, Iscan y Shihai 1995) tomaron gran auge los análisis multivariantes enfocados a la determinación del sexo en restos esqueléticos. Desde entonces son muchos los investigadores que se han centrado en este tipo de estudios y abundantes las fórmulas de discriminación que se ofrecen.

En múltiples ocasiones se utilizan estos métodos para determinar el sexo cuando se carece de otros indicadores más fiables, como son el cráneo y la pelvis. Se intenta aplicar aquellas funciones que ofrecen el mayor porcentaje de clasificación correcta, pero no se tiene en cuenta si son las adecuadas para la población en estudio.

Es cierto que nunca dos poblaciones van a ser idénticas ya que están sometidas a distintos factores genéticos, culturales o medioambientales. Sin embargo, para no llegar a conclusiones erróneas, es necesario utilizar las fórmulas que estén realizadas con base en una población lo más homogénea posible a la nuestra. Esta homogeneidad se manifiesta, en este caso, en el grado de dimorfismo sexual que caracteriza a cada una de ellas.

En este trabajo se propone la aplicación de las fórmulas obtenidas por nosotros con base en una población homogénea de tipo mediterráneo, en series cuya composición sea también mediterránea. Así se podrán analizar con mayores garantías, puesto que las empleadas hasta ahora se han confeccionado con sujetos de filiación grupal muy heterogénea.

Con el objeto de analizar la efectividad en la determinación del sexo a través de las técnicas de discriminación utilizamos dos muestras esqueléticas que se adscriben a contextos geográficos y cronológicos distintos. A pesar de que existen diferencias morfológicas que dependen de factores genéticos o culturales, tales como patrones de actividad física y nutrición, entre otros, queremos comprobar si estas influencias son tan importantes como para considerar que las poblaciones son distintas o, si por el contrario, las diferencias serían fruto de la variabilidad intragrupo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Una de las series estudiadas es actual y procede del cementerio de San José de Granada, España. La colección se compone de 130 individuos completos y en buen estado de conservación, que pertenecen al tipo racial mediterráneo en sentido amplio. De ellos se conoce el sexo, la edad y la causa de muerte. En trabajos anteriores se ofrecieron fórmulas discriminantes de sexo realizadas con base en estos restos (Alemán 1997, Alemán *et al.* 1997a y b) . Aquí sólo se utilizan las funciones del húmero, que se recogen en el cuadro 1.

La segunda muestra procede de Villanueva de Soportilla. Esta necrópolis se localiza al noroeste de Miranda del Ebro en la provincia de Burgos, a orillas del río Ebro. Fue excavada por el profesor D. Alberto del Castillo a principios de los años setenta y su cronología abarca desde la segunda mitad del siglo IX hasta principios del XII (Castillo 1972). Los restos antropológicos, frecuentemente muy fragmentados, corresponden a no menos de 115 personas (Souich *et al.* 1991). Para este trabajo sólo se han utilizado aquellos individuos cuyo estado de conservación permitía la determinación del sexo mediante las características morfológicas y métricas del cráneo y la pelvis.

Se usaron los húmeros de ambos lados ya que, como se ha comprobado por medio del test *t de student*, no hay diferencias sig-

Cuadro 1

Funciones discriminantes y punto de corte del húmero

Función discriminante	Punto de corte
HLONGM .0731139 - 22.0669140	.058105
HLONGF .0764307 - 22.5973687	.080235
HPV .2483453 - 14.5353340	.063625
HPER .2289178 - 13.7147916	.063055
HDMAX .6562405 - 13.5799038	.055155
HDMIN .6534166 - 10.7918285	.060065
HANCHD .3106331 - 17.0579009	.01532
HDVC .4412350 - 18.6332883	-.0567

nificativas entre las medidas del lado derecho y las del izquierdo. Para la obtención de las medidas se siguió la técnica de Martin y Knussman (1988) en todos los casos, excepto para el diámetro vertical de la cabeza en el que se aplicó la definición de Steel (1972). Para cada hueso las variables métricas consideradas fueron:

1. HLONGM: longitud máxima
2. HLONGF: longitud fisiológica
3. HPV: perímetro a nivel de la V deltoidea
4. HPER: perímetro en mitad de la diáfisis
5. HDMA \bar{X} : diámetro máximo en mitad de la diáfisis
6. HDMIN: diámetro mínimo en mitad de la diáfisis
7. HANCHD: anchura de la epífisis distal
8. HDVC: diámetro vertical de la cabeza

Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el paquete SPSS v.6.0 para Windows. Se realizó un análisis comparativo por medio del test *t de student* para comprobar si existían diferencias entre los valores medios del grupo masculino y femenino, por un lado, y entre las dos poblaciones por otro.

Para valorar las diferencias en el grado de dimorfismo sexual de cada una de las series analizadas, se utilizó el proceso descrito por Relethford (1985), a través de las siguientes fórmulas matemáticas:

$$t = (b_1 - b_2) / \sqrt{AB/df}$$

$$df = N_1 + N_2 - 4$$

Donde:

b_1 es la diferencia entre el promedio masculino y femenino de la población 1

b_2 es la diferencia entre el promedio masculino y femenino de la población 2

$$\sqrt{AB/df} = \text{Error estándar de la diferencia de promedios de } b_1 \text{ y } b_2$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 2 y 3 se muestra la estadística descriptiva para cada una de las poblaciones estudiadas. En ambas series los valores medios masculinos son mayores que los femeninos en todas las variables analizadas. Por otro lado, si se comparan los datos de ambas muestras, se observa que la población de Villanueva es más robusta que la del cementerio de San José. Estas diferencias son más marcadas en los varones que en las mujeres; en estas últimas, la única variable que presenta diferencias estadísticamente significativas es la anchura de la epífisis distal.

Cuadro 2
 Estadística descriptiva y comparación de medias
 de la serie de San José

Variable	Varones			Mujeres			Comparación	
	<i>n</i>	\bar{x}	<i>d.e</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>d.e</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
HLONGM	75	315.33	13.28	85	289.89	14.02	11.74	.001
HLONGF	65	309.13	13.16	77	284.29	13.02	11.27	.001
HPV	81	62.50	4.68	93	55.07	3.35	11.87	.001
HPER	81	63.90	4.96	94	56.48	3.79	10.98	.001
HDMAX	81	21.91	1.72	94	19.65	1.34	9.62	.001
HDMIN	81	17.85	1.76	94	15.37	1.30	10.44	.001
HANCHD	74	58.66	3.55	76	51.26	2.86	14.07	.001
HDVC	70	44.97	2.74	64	39.23	1.60	14.97	.001

Para determinar el sexo a través de las funciones discriminantes el punto de corte es el que indica si los restos analizados pertenecen a un hombre o a una mujer, dependiendo de que el valor obtenido sea mayor o menor que éste. Por tanto, se podría asegurar una amplia fiabilidad en la asignación del sexo en los restos de Villanueva aplicando las fórmulas de la serie granadina, ya que en el grupo femenino el porcentaje de error sería el mismo, pero el grupo masculino quedaría mejor clasificado dado su mayor tamaño.

Cuadro 3
 Estadística descriptiva y comparación de medias de la serie
 de Villanueva de Soportilla

Variable	Varones			Mujeres			Comparación	
	<i>n</i>	\bar{x}	<i>d.e</i>	<i>n</i>	\bar{x}	<i>d.e</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
HLONGM	23	318.71	11.62	12	286.67	8.82	9.12	.001
HLONGF	16	316.62	11.24	10	282.80	8.38	8.76	.001
HPV	41	66.13	3.77	33	56.00	3.09	12.70	.001
HPER	24	68.06	5.14	15	58.10	3.30	7.37	.001
HDMAX	24	22.67	1.45	15	19.65	1.31	6.70	.001
HDMIN	24	19.19	1.80	15	16.05	1.19	6.54	.001
HANCHD	27	62.44	3.18	16	53.28	3.67	8.31	.001
HDVC	11	45.73	2.31	6	38.94	2.32	5.77	.001

La mayoría de los autores que han realizado estudios de este tipo consideran que las fórmulas discriminantes sólo tienen validez si se aplican para determinar el sexo de poblaciones que tienen un grado de dimorfismo sexual igual o similar al de la población base (Di-Bennardo y Taylor 1983) . Por tanto, se ha obtenido el índice de dimorfismo de cada una de las variables y se ha comparado aplicando el test *t de student*. El valor de *t* se ha obtenido por medio de las fórmulas ofrecidas por Relethford (1985).

En el cuadro 4 aparece el grado de dimorfismo sexual de las dos poblaciones para cada variable, así como los grados de libertad, el valor de *t* y el valor probabilístico (*P*). En todos los casos el índice es mayor en Villanueva de Soportilla; sin embargo, comparativamente, de los ocho parámetros analizados, seis no presentan diferencias, el diámetro vertical de la cabeza está en el límite de la significación y tan solo la anchura de la epífisis distal muestra diferencias significativas.

Con base en estos resultados se puede decir que no hay evidencias de que nos encontramos ante dos poblaciones distintas, por lo que la aplicación de las fórmulas discriminantes sería de gran utilidad y efectividad.

En los cuadros 5 y 6 se recogen los porcentajes de asignación correcta obtenidos en ambas series. Al compararlos se observa que,

Cuadro 4

Valor comparativo del grado de dimorfismo en ambas series

Variable	Población	Dimorfismo	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
HLONGM	Villanueva de Soportilla	111.18			
	San José	108.77	0.095	191	<0.25
HLONGF	Villanueva de Soportilla	111.96			
	San José	108.73	0.125	164	<0.25
HPV	Villanueva de Soportilla	118.10			
	San José	113.49	0.659	244	<0.25
HPER	Villanueva de Soportilla	117.15			
	San José	113.13	0.49	210	<0.25
HDMAX	Villanueva de Soportilla	115.39			
	San José	111.50	0.848	210	<0.10
HDMIN	Villanueva de Soportilla	119.52			
	San José	116.13	0.738	214	<0.10
HANCHD	Villanueva de Soportilla	117.14			
	San José	114.46	2.577	199	0.005
HDVC	Villanueva de Soportilla	117.43			
	San José	114.63	1.688	147	<0.025

de modo general, la clasificación obtenida es más alta en la población de Villanueva que en la de San José; esto mismo ocurre para el grupo de varones. Sin embargo, para las mujeres tan sólo la longitud máxima, la longitud fisiológica y el diámetro vertical de la cabeza muestran mejores resultados. El perímetro a nivel de la V deltoidea es similar y las demás medidas de la diáfisis y la anchura de la epífisis distal son claramente inferiores. En esta última es lógico, ya que mostraba diferencias significativas en la comparación del dimorfismo.

De acuerdo con estos resultados es preferible para la determinación del sexo utilizar aquellas medidas que indican tamaño o robustez, como las longitudes o el tamaño de las epífisis. Las medidas de la diáfisis, aunque no presenten diferencias en relación con el dimorfismo sexual, pueden verse más alteradas por factores extrínsecos como la nutrición o el tipo y nivel de actividad.

Cuadro 5
Porcentaje de asignación correcta de la serie de San José

	Varones				Mujeres				
	Clasificación correcta		Error		Clasificación correcta		Error		Promedio
	n	%	n	%	n	%	n	%	%
HLONGM	64	85.3	11	14.7	66	77.6	19	22.4	81.25
HLONGF	54	83.1	11	16.9	60	77.9	17	22.1	80.28
HPV	63	77.8	18	22.2	76	81.7	17	18.3	79.89
HPER	58	71.6	23	28.4	80	85.1	14	14.9	78.86
HDMAX	56	69.1	25	30.9	77	81.9	17	18.1	76.00
HDMIN	59	72.8	22	27.2	76	80.9	18	19.1	77.14
HDVC	56	80.0	14	20.0	61	95.3	3	4.7	87.31
HANCHD	67	90.5	7	9.5	68	89.5	8	10.5	90.00

Cuadro 6
Porcentaje de asignación correcta de la serie de Villanueva de Soportilla

	Varones				Mujeres				
	Clasificación correcta		Error		Clasificación correcta		Error		Promedio
	n	%	n	%	n	%	n	%	%
HLONGM	21	91.31	2	8.69	12	100	0	0	95.65
HLONGF	15	93.75	1	6.25	10	100	0	0	96.87
HPV	41	100	0	0	27	81.81	6	18.18	90.90
HPER	24	100	0	0	13	81.25	3	18.75	90.62
HDMAX	22	91.66	2	8.3	10	66.66	5	33.33	79.16
HDMIN	22	91.66	2	8.3	9	60	6	40	75.83
HDVC	11	100	0	0	6	100	0	0	100
HANCHD	27	100	0	0	12	75	4	25	87.5

CONCLUSIONES

Para asignar el sexo de individuos de los que sólo se conservan restos aislados o fragmentados, es necesario utilizar aquellas técnicas que ofrezcan no el mayor porcentaje de asignación, sino la mayor afinidad con la población en estudio.

En este trabajo queda demostrada la validez de las funciones discriminantes basadas en una población mediterránea actual. Su aplicación en la determinación del sexo de una serie osteológica de ámbito cronológico y geográfico distinto ha aportado resultados ampliamente satisfactorios.

Aunque no existan diferencias en el grado de dimorfismo sexual en las variables analizadas, es recomendable utilizar aquellas que indican tamaño ya que, en principio, no están alteradas por condicionantes externos al sujeto.

REFERENCIAS

ALEMÁN AGUILERA, I.

- 1997 *Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual*, tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.

ALEMÁN AGUILERA, I., M. C. BOTELLA LÓPEZ Y L. RUIZ RODRÍGUEZ

- 1997a Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual, *Archivo español de morfología*, 2: 69-79.
- 1997b Determinación sexual mediante análisis discriminante del húmero, *Actas del X Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica*, León.

CASTILLO, A. DEL

- 1972 Excavaciones altomedievales en las provincias de Soria, Logroño y Burgos, *Excavaciones arqueológicas en España*, 74: 31-37.

DIBENNARDO, R. Y J. V. TAYLOR

- 1983 Multiple Discriminant Function Analysis of Sex and Race in the Postcraneal Skeleton, *American Journal of Physical Anthropology*, 61: 305-314.

ISCAN, M. Y. Y P. MILLER-SHAIVITZ

1984a Determination of Sex from the Tibia, *American Journal of Physical Anthropology*, 64: 53-57.

1984b Discriminant Function Sexing of the Tibia, *Journal of Forensic Science*, 29 (4): 1087-1093.

ISCAN, M. Y. Y K. KENNEDY

1989 *Reconstruction of Life from the Skeleton*, Alan R. Liss, New York.

ISCAN, M. Y., M. YOSHINO Y S. KATO

1994 Sex Determination from the Tibia: Standards for Contemporary Japan, *Journal of Forensic Science*, 39 (3): 785-792.

ISCAN, M. Y. Y D. SHIHAI

1995 Sexual Dimorphism in the Chinese Femur, *Forensic Science International*, 74: 79-87.

KROGMAN, W. M. Y M. Y. ISCAN

1986 *The Human Skeleton in Forensic Medicine*, Charles C. Thomas, Springfield.

MARTIN, R. Y R. KNUSSMAN

1988 *Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*, Gustav Fischer, New York.

RELETHFORD, J. H. Y D. C. HODGES

1985 A Statistical Test for Differences in Sexual Dimorphism between Populations, *American Journal of Physical Anthropology*, 66: 55-61.

SOUICH HENRICHI, PH. DU, M. C. BOTELLA LÓPEZ Y L. RODRÍGUEZ

1991 Antropología de la población medieval de Villanueva de Soportilla (Burgos), *Antropología y Paleoecología Humana*, 6: 57-87.

STEEL, F. L. D.

1972 The Sexing of the Long Bones, with Reference to the St. Bride Series of Identified Skeletons, *J. R. Anthropol. Inst. Gr. Br. Ir.*, 92: 212-222.