

FUNCIONES DISCRIMINANTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL SEXO A PARTIR DEL HÚMERO EN EUROPOIDES CUBANOS

Dodany Machado Mendoza
Instituto de Medicina Legal, Cuba

Lois Ángel Urgellés Navarro
Oficina del Historiador de la Ciudad de la Habana, Cuba

Resumen: Este trabajo se basa en el estudio del comportamiento del dimorfismo sexual en los huesos largos de la extremidad superior humana. La muestra seleccionada para este estudio consta de 160 húmeros (82 masculinos y 78 femeninos), pertenecientes a adultos europoides cubanos de ascendencia hispánica, fallecidos en la segunda mitad del siglo xx. Se tomaron 12 mediciones y con estas variables se realizó la prueba *t* de Student y se encontró que existían diferencias muy significativas ($p < .01$) para todas las variables analizadas. Se elaboró un total de 27 ecuaciones discriminantes que aportaron una eficacia de entre 89.1 y 99.3 % de clasificación correcta, aplicables tanto en huesos íntegros como fragmentados y que a su vez emplean el menor número de variables posibles. Se concluyó que las ecuaciones propuestas pueden ser útiles en la determinación del sexo, debido a la eficiencia que brindaron.

Palabras clave: osteología; húmero; funciones discriminantes; dimorfismo sexual.

Discriminant functions to determine sex by humerus in cuban europoids

Abstract: This work is based on the study of the behavior of the sexual dimorphism in the long bones of the human superior extremity. The sample selected for this study consists of 160 humeruses (82 males and 78 females), belonging to Cuban hispanic adult europoids, deceased in the second half of the 20th century. 12 measurements were made and with these variables it was carried out the *t* test throwing up very significant differences ($p < .01$) for all the analyzed variables. A total of 27 discriminating equations that contributed an effectiveness between 89.1 and 99.3 % of correct classification were elaborated, applicable in entire bones such as in fragmented; the equations use the smallest number of possible variables. It is concluded that the proposed equations can be useful in the determination of the sex, due to the high efficiency they brought.

Keywords: osteology; humerus; discriminant functions; sexual dimorphism.

Introducción

Es evidente que los restos óseos son la fuente principal de información para aproximarse al conocimiento e interpretación de la variabilidad biológica de las poblaciones del pasado. Una parte de esa variabilidad es el dimorfismo sexual; para discernir la magnitud y el grado de manifestación de este carácter en las diferentes poblaciones humanas es necesario contar con métodos cada vez más fiables en su capacidad para determinar el sexo a través del análisis del esqueleto humano.

Según Hall (1982) y Bogin (1988), el dimorfismo sexual recibe las influencias de factores culturales, nutricionales y ambientales, aunque la variación genética contribuye en mayor cuantía que los otros factores. Es innegable que dichos factores que influyen sobre los individuos pueden variar, y de hecho lo hacen, a lo largo del tiempo. Estas últimas ideas son clave a la hora de realizar cualquier estudio morfométrico para la determinación del sexo, sobre todo cuando se trata de estudios entre poblaciones o sujetos de época y ámbitos espaciales distintos.

Todo esto ha motivado la realización de estudios en los huesos largos, ya que éstos son de gran dureza y considerados los más dimórficos sexualmente, después de la pelvis y el cráneo. La diferencia sexual en estos huesos se manifiesta sobre todo en el tamaño y la robustez. Por lo general, los hombres tienen huesos más grandes y robustos que las mujeres; sin embargo, estos parámetros tienen que ser cuantificables ya que no todos los huesos presentan el mismo grado de dimorfismo (Machado 2005).

Generalmente los huesos largos hallados en excavaciones arqueológicas han perdido parte de su integridad y para poder determinar el sexo sólo se cuenta con un fragmento, de ahí la importancia de poseer ecuaciones discriminantes que incluyan variables de las diferentes regiones con una eficacia alta (> 85 % de clasificación correcta), permitiendo de esta forma al investigador la utilización de una herramienta que le facilite establecer un diagnóstico sexual fiable, obtenida a partir de series esqueléticas de sexo, grupo racial y edad conocidos, lo que reduce significativamente el error del uso de técnicas basadas en muestras donde se desconoce alguno de estos parámetros (Machado 2005).

Metodología

La muestra para este estudio consistió en 160 húmeros derechos (82 femeninos y 78 masculinos), pertenecientes a europoides cubanos de ascendencia hispánica, con una edad promedio en el momento de la muerte de 64.9 años, fallecidos en la segunda mitad del siglo xx. Se excluyeron aquellos húmeros que presentaban

algunas enfermedades o daños (artrosis, fracturas, periostitis, eventos tafonómicos, etc.) que pudieran alterar el valor de las medidas. Las doce mediciones se realizaron utilizando la tabla osteométrica (to), la cinta métrica (cm) y el pie de rey (pr), los dos primeros con un error de 1 mm y el tercero con 0.05 mm de error.

El procesamiento de los datos se realizó de forma automatizada, utilizando el programa estadístico *spss* versión 15.0 para *Windows*, aplicándose la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si las variables morfométricas seguían una distribución normal. La muestra cumplió dicha distribución, por lo que se realizó la prueba *t* de Student de comparación de medias para determinar qué variables ofrecían diferencias entre los sexos desde el punto de vista univariado.

Para el análisis multivariado se utilizó el análisis discriminante mediante el método de independientes juntas, que permite la clasificación con base en un grupo de mediciones, siendo los sexos los grupos a discriminar.

Empleo de las ecuaciones discriminantes

La función discriminante es una ecuación que se expresa de la siguiente forma:

$$Y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + b$$

En donde *a* es el valor del coeficiente no estandarizado, *x* corresponde a la medida de la pieza ósea y *b* es la constante.

Para estimar el sexo, el usuario sólo tiene que sustituir los valores en la ecuación. Cuando se cuenta con una variable, se emplea únicamente la primera expresión (a_1x_1) y sucesivamente se incluyen tantas expresiones como variables se utilicen en la función.

Por ejemplo, al encontrar un fragmento de húmero que posea el extremo distal y sea posible tomar la medida de la anchura de la epífisis distal (EP), entonces el valor obtenido se sustituye en la variable *x*. Si el valor es 60 mm, el coeficiente no estandarizado es 0.315 y la constante es -18.348 (ver cuadro 1), la ecuación quedaría como sigue:

$$\begin{aligned} Y &= a_1x_1 + b \\ Y &= (0.315)(60) - 18.348 \\ Y &= 0.552 \end{aligned}$$

Cuadro 1. *Ecuaciones canónicas no estandarizadas, punto de corte y porcentajes de eficacia o predicción correcta de éstas, para región distal del húmero*

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
PTH	0.573				0.019	0.066		0.034	
DAMT						0.072			0.162
DBLT		0.734			0.239		0.344	0.344	
ASAH			0.451		0.345	0.396			
EP				0.315			0.203	0.198	0.285
Constante	-14.024	-16.708	-18.984	-18.348	-20.329	-19.378	-19.524	-20.045	
P. Corte	0.063	0.108	0.059	-0.088	0.187	0.132	0.08	0.131	-0.09
% efic.	90.4	93.8	93.9	95.9	94.0	94.3	96.0	96.6	97.3

El resultado se compara con el punto de corte, que es un valor crítico que divide a los sujetos de ambos sexos, por lo que, si el valor resultante de la ecuación es menor que ese punto, el sujeto pertenece al sexo femenino y si es mayor, al masculino.

El punto de corte de la función utilizada es -0.088 y el valor conseguido en el ejemplo es de 0.552 , es decir, mayor que el punto de corte. Podemos concluir entonces que se trata de un sujeto del sexo masculino. Esta función proporciona 95.9% de efectividad en el pronóstico del sexo, es decir, se tiene un 95.9% de probabilidad de acertar en nuestra designación.

A continuación se ofrecen las medidas (figura 1) y la metodología utilizada:

1. Longitud máxima (LH): distancia directa entre el punto más alto de la cabeza humeral y el punto más bajo de la tróclea (Martin y Knussmann 1988: 1) (to).
2. Diámetro mínimo de la diáfisis (DLDH): diámetro mínimo obtenido, dondequiera que se localice; generalmente se encuentra en el tercio inferior de la diáfisis (Machado 2005) (pr).
3. Perímetro mínimo de la diáfisis (PLDH): circunferencia menor obtenida, dondequiera que se localice; generalmente se encuentra en el tercio inferior de la diáfisis (Machado 2005) (cm).
4. Diámetro transversal de la epífisis proximal (LCH): distancia medio-lateral máxima de la epífisis proximal (Machado 2005) (pr).
5. Anchura de la epífisis proximal (ACH): distancia anteroposterior máxima de la epífisis proximal (France 1988: 22) (pr).
6. Diámetro horizontal de la cabeza (DHCH): distancia directa máxima, de forma perpendicular a la línea medio-sagital, entre los bordes de la superficie articular (Dittrick y Suchey 1986) (pr).

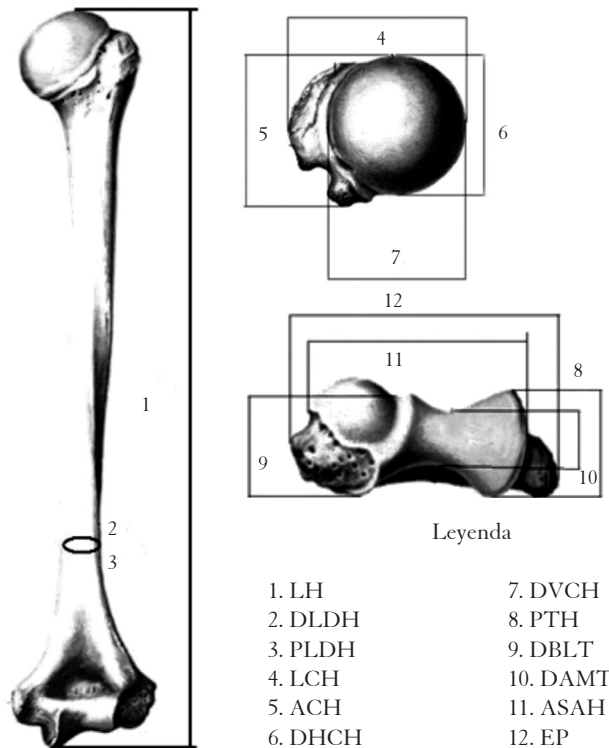


Figura 1. Mediciones tomadas en el húmero (tomado de Machado 2005).

7. Diámetro vertical de la cabeza (DVCH): distancia directa entre el punto más superior y el más inferior del borde de la superficie articular (Steel 1972) (pr).
8. Profundidad de la tróclea (PTH): distancia entre el punto anterior del borde interno de la tróclea y el punto más posterior del mismo (France 1988: 9) (pr).
9. Diámetro del borde lateral o externo de la tróclea (DBLT): distancia directa entre el punto más anterior del surco que se encuentra entre el cóndilo y la tróclea y el punto más posterior del borde externo de la tróclea (France 1988: 10) (pr).
10. Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT): distancia anteroposterior mínima encontrada sobre la tróclea (France 1988: 14) (pr).

11. Anchura de la superficie articular (ASAH): tomada en la cara anterior del hueso. Distancia entre el borde externo y el borde interno de la tróclea (France 1988: 3) (pr).
12. Anchura de la epífisis distal (EP): distancia entre el punto más saliente del epicóndilo y el punto más prominente de la epitróclea (Martin y Knussmann 1988: 4) (pr).

Resultados

Con las 12 variables escogidas, se llevó a cabo un análisis descriptivo, calculándose los parámetros: media y desviación estándar (*DE*) (cuadro 2, donde también se muestran los valores máximos y mínimos).

Cuadro 2. *Media, desviación estándar (DE) y valores máximos y mínimos por sexo para cada una de las mediciones tomadas a los húmeros*

Medidas	Sexo masculino				Sexo femenino			
	Media	DE	Valor mínimo	Valor máximo	Media	DE	Valor mínimo	Valor máximo
LH	318.44	16.41	288.0	361.0	290.46	13.3	258.0	316.0
EP	63.0	3.61	55.50	71.75	52.78	2.60	47.2	58.0
PTH	26.72	1.93	22.65	31.70	22.45	1.56	18.15	29.0
DAMT	16.62	1.58	13.75	20.10	14.12	1.33	11.35	17.10
DBLT	24.82	1.50	20.65	28.70	20.98	1.23	16.95	23.75
ASAH	45.71	2.57	40.25	52.35	38.78	1.83	34.3	46.0
LCH	49.98	2.95	43.50	57.55	43.60	1.94	40.10	50.20
ACH	46.70	2.98	41.05	55.45	39.97	2.14	35.50	44.60
DHCH	42.87	2.30	37.95	49.0	37.35	1.71	31.75	42.1
DVCH	46.07	2.80	38.40	52.40	39.75	1.94	35.65	45.65
DLDH	18.18	1.51	14.9	21.8	14.16	1.25	12.0	17.9
PLDH	67.42	4.84	57.0	78.0	53.80	3.91	46.0	63.0

Luego se procedió a comparar la serie masculina y la femenina, utilizándose la prueba *t*; para todas las variables analizadas, las medias correspondientes al sexo masculino resultaron ser mayores que las medias del sexo femenino ($p < .05$) (cuadro 3), siendo las más dimórficas las medidas máximas tomadas a nivel de la

epífisis proximal, o sea, el diámetro transverso (LCH) y al anchura máxima de la epífisis proximal (ACH), en ese orden.

Cuadro 3. *Resultado de la prueba t para la comparación de medias entre los húmeros masculinos y femeninos (signif. $p \leq .05$)*

Medidas	t	gl	Signific. (bilater.)	Dif. entre las medias
LH	11.663	154	< .001	27.98
PTH	14.181	133	< .001	10.22
DAMT	10.592	152	< .001	4.27
DBLT	16.032	128	< .001	2.50
ASAH	17.859	129	< .001	3.94
EP	19.432	144	< .001	6.93
LCH	25.182	152	< .001	6.38
ACH	23.428	147	< .001	6.73
DVCH	6.322	150	< .001	5.52
DHCH	7.909	145	< .001	6.32
DLDH	18.026	154	< .001	4.02
PLDH	19.305	155	< .001	13.62

Al obtenerse valores de significación elevados para todas las variables comparadas, se puede proceder a realizar el análisis discriminante sin tener que excluir ninguna de las mediciones tomadas anteriormente.

Análisis discriminante

Al realizar el análisis discriminante se observó que algunas variables por sí solas no mostraban un poder discriminador alto (más de 85 %), por lo que se procedió a combinarlas. En el mundo actual no se trabaja con variables aisladas sino con ecuaciones que incluyen grupos de variables, aumentando la eficacia de éstas. A partir de Alemán (1997) e Iscan *et al.* (1998), comenzaron los trabajos donde se obtienen ecuaciones que combinan pares o tríos de variables, utilizando programas estadísticos (Machado 2005).

Hay que tener en cuenta que mientras menor sea la cantidad de medidas utilizadas, menos engorroso será el trabajo —ya que no siempre se pueden tomar

todas las mediciones deseadas—, siempre y cuando no pierda eficacia la ecuación obtenida. Se incluyeron sólo las ecuaciones cuyos porcentajes de clasificación correcta sobrepasaba 85 %, esto provocó que aquellas que utilizaban el diámetro horizontal de la cabeza no se incluyeran en los resultados.

En este caso se obtuvo un total de 27 funciones discriminantes que fueron divididas según las variables que incluían. Para esto se separaron por las regiones del hueso a la cual correspondían. Se dividieron de la siguiente forma:

Hueso íntegro (4), región distal (9), tercio distal (8), región proximal (5) y ambas epífisis (1):

Ecuaciones discriminantes para húmeros íntegros

Es conveniente indicar que tomamos como huesos íntegros aquellos donde la longitud máxima es cuantificable, ya que por la forma de los huesos largos, es más común que ante la fractura de la pieza se pierda la longitud máxima que el resto de las medidas, las cuales generalmente se disponen en el eje transversal. Siguiendo esta metodología, Díaz (citada por Rodríguez 2004), realizó un estudio con una muestra bogotana y alcanzó 96.6 % de acierto con la ecuación obtenida a partir de seis medidas humerales que incluían la longitud máxima.

En nuestro trabajo se obtuvieron para el hueso íntegro cuatro ecuaciones (una con cuatro y el resto con tres variables) que incluían la longitud máxima, con una predicción correcta superior a 97 % (cuadro 4).

Cuadro 4. *Ecuaciones canónicas no estandarizadas, punto de corte y porcentajes de eficacia o predicción correcta de éstas, para el húmero íntegro*

	I1	I2	I3	I4
LH	0.022	0.02	-0.003	0.012
PTH		0.171		
EP	0.33	0.295	0.086	
LCH			0.326	0.643
DVCH	-0.17	-0.219		-0.498
Constante	-18.065	-17.471	-18.945	-10.232
P. Corte	-0.038	0.091	-0.133	-0.02
% eficacia	97.8	99.2	99.3	99.3

Ecuaciones discriminantes para húmeros fragmentados

Son varios los trabajos sobre dimorfismo sexual en una porción determinada del hueso, por ejemplo, los de Rogers (1999) y Li y Hunt (2003), que utilizaron la extremidad distal, y el de Tanaka *et al.* (2000), con la epífisis proximal como objeto de estudio.

En la presente investigación se obtuvieron cinco ecuaciones para el tercio distal (sin incluir las que contienen sólo las medidas mínimas de la diáfisis) con un acierto superior a 95 % (cuadro 1); de ellas, tres incluyen tres variables y las otras utilizan dos medidas.

Para cuando se tenían los extremos epifisarios aislados de un mismo hueso, se calculó una función, que al fusionar una variable de cada extremo, aportaba una veracidad de 98.6 % (cuadro 5).

Cuadro 5. *Ecuaciones canónicas no estandarizadas, punto de corte y porcentajes de eficacia o predicción correcta de éstas, para cuando se poseen ambos extremos epifisarios del húmero*

	Valores
EP	0.092
LCH	0.314
Constante	-19.515
P. Corte	-0.131
% eficacia	98.6

La combinación de variables de las dos epífisis también fue utilizada por Jantz y Ousley (1991), empleando tanto medidas a mitad de la diáfisis como las de las epífisis; Carretero *et al.* (1995), con su muestra de sujetos portugueses, al fusionar el diámetro transverso de la cabeza y la anchura de la epífisis distal en una ecuación, obtuvieron 94.16 % de veracidad; mientras que Pimienta (2000), con estas mismas variables, obtuvo 93.7 %. Alemán (1997), por su parte, registró en su ecuación, al fusionar el diámetro vertical de la cabeza y la anchura de la epífisis distal, un porcentaje de certidumbre de 96.72 % para húmeros derechos y de 91.67 % para los izquierdos. Con estas mismas medidas, Iscan *et al.* (1998) encontraron, para sus series esqueléticas de chinos, japoneses y tailandeses, eficiencias de 81.8 %, 92.4 % y 97.1 %, respectivamente. Por otra parte, a partir de una muestra sudafricana, Steyn e Iscan (1999), reflejaron hasta 96 % de predicción correcta en sus resultados, utilizando las epífisis humerales (cuadro 8). Estas dife-

rencias entre las series esqueléticas refuerzan la necesidad de establecer patrones para cada población en particular.

La región proximal incluyó cinco ecuaciones discriminantes (cuadro 7), para la zona donde las medidas son mínimas en la diáfisis se obtuvieron tres funciones (cuadro 6) y en la región distal se calcularon otras nueve ecuaciones (cuadro 1), todas con una predicción correcta superior a 90 %.

Cuadro 6. *Ecuaciones canónicas no estandarizadas, punto de corte y porcentajes de eficacia o predicción correcta de éstas, para el tercio distal del húmero*

	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TD7	TD8
PTH				0.113				
DAMT								-0.022
DBLT				0.35			0.207	0.415
ASAH								
EP					0.21	0.189	0.143	
DLDH	0.72		0.312	0.414	0.347			0.464
PLDH		0.226	0.145			0.123	0.103	
Constante	-11.694	-13.772	-13.9	-17.365	-17.915	-18.546	-18.999	-16.549
P. Corte	-0.055	-0.049	-0.062	0.144	-0.125	0.114	0.074	0.109
% eficacia	89.1	93.0	92.9	95.8	96.5	96.5	96.7	97.6

Cuadro 7. *Ecuaciones canónicas no estandarizadas, punto de corte y porcentajes de eficacia o predicción correcta de éstas, para la región proximal del húmero*

	P1	P2	P3	P4	P5
LCH		0.397	0.636	0.258	
ACH	0.411			0.158	0.561
DVCH			-0.439		-0.298
Constante	-17.27	-17.894	-10.166	-18.304	-8.817
P. Corte	-0.013	-0.079	-0.036	-0.056	0.031
% eficacia	97.3	98.1	98.6	98.6	98.6

Algunos autores (Dittrick y Suchey 1986; France 1988; Carretero *et al.* 1995) plantean que la región proximal, por ser una zona de inserción muscular, es más dimórfica que la región distal que es un área de origen de los músculos, basándose también en que la actividad física en los hombres generalmente es mayor que en las mujeres. Sin embargo, el estudio realizado por Pimienta (2000) para la población mestiza mexicana reflejó lo contrario, obteniendo el mayor dimorfismo para la región distal con 95.2 % para la combinación de dos medidas.

Otros resultados corroboran en algo lo planteado sobre el mayor poder de discriminación de las ecuaciones obtenidas con variables proximales que con distales (France 1988; Carretero *et al.* 1995), aunque los valores no difieren mucho: 98.6 % (proximal) y 97.3 % (distal); en la región proximal se obtuvo este valor en tres ecuaciones, mientras en la distal las tres más acertadas reflejaban 96.0, 96.6 y 97.3 %, respectivamente.

Algo parecido ocurre con la ecuación obtenida a partir de las medidas mínimas diafisarias (cuadro 8), que a su vez fue la de menor porcentaje de acierto (92.9 %), explicable por el hecho de que estas medidas se tomaron en una zona de origen muscular solamente (tiene su cabeza el triceps braquial), por lo que el dimorfismo presente tiene un componente genético mayor que el “adquirido”.

En gran parte de los casos, principalmente en hallazgos arqueológicos, nunca aparece el hueso completo, por lo que se procedió a calcular ecuaciones que nos permitirían estimar el sexo a partir de un fragmento determinado y que a su vez, al igual que los estudios anteriores, combinando variables, la eficacia aumentara en relación con las funciones obtenidas para las medidas por separado.

Es necesario aclarar que los métodos que utilizan los huesos largos no son 100 % eficientes, ya que existe un rango donde hay individuos que tienen la misma probabilidad de que se les asigne uno u otro sexo. Mientras más elevados sean los porcentajes de clasificación correcta se reducirá este rango de solapamiento. Para facilitar el trabajo, se confeccionó un algoritmo informático que incluye las ecuaciones y los esquemas de las medidas.

Para comparar los resultados de este trabajo con los de otros autores clásicos y contemporáneos se muestra una tabla comparativa (cuadro 8) que recoge los autores, el año de la publicación, las características de la población utilizada, así como el porcentaje de acierto que alcanzaron en sus ecuaciones discriminantes.

Conclusiones y recomendaciones

Los trabajos antes mencionados y el presente corroboran que el dimorfismo sexual en el húmero es bien marcado. En este estudio, el porcentaje de predicción correcta de las 27 funciones discriminantes obtenidas estuvo entre 89.1 y 99.3 (19 de éstas por encima de 95 %), siendo las epífisis las que más aportan a un diagnóstico fiable, principalmente la proximal (99.3 %).

El otro elemento a señalar es la posibilidad de obtener resultados similares a los de otros autores utilizando una población diferente, significando además que las ecuaciones obtenidas para la determinación del sexo pueden ser útiles tanto en contextos forenses como arqueológicos.

Cuadro 8. *Comparación con estudios anteriores sobre dimorfismo sexual en húmeros*

Autores	Año	Población	% eficacia
Hanihara	1958	Japonesa (siglos xix y xx)	hasta 93.57
Dittrick y Suchey	1986	Californiana (prehistórica)	hasta 90.6
France	1988	Norteamericana variada	83.1-94.97
Jantz y Ousley	1991	Norteamericana (siglo xx)	96.0
Carretero <i>et al.</i>	1995	Europeoide (siglo xix)	94.16
Alemán	1997	Mediterránea (siglo xx)	96.72
Iscan <i>et al.</i>	1998	Mongoloide (siglo xx)	hasta 97.1
Rogers	1999	Norteamericana (siglo xx)	92.0
Steyn e Iscan	1999	Sudafricana (siglo xx)	79.2-95.8
Pimienta	2000	Mestiza mexicana (siglo xx)	80.0-95.2
Tanaka <i>et al.</i>	2000	Japonesa (siglos xix y xx)	92.8-95.7
Díaz (en Rodríguez 2004)	2001	Colombiana (siglo xx)	96.6
Li y Hunt	2003	Norteamericana (siglo xx)	94.0
Ríos	2005	Guatemalteca (siglo xx)	83.0-98.2
Machado y Urgellés	2009	Europeoide cubana (siglo xx)	89.1-99.3

Referencias

Alemán, Inmaculada

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

Bogin, Barry

1988 *Patterns of Human Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.

Carretero, José Miguel, Carlos Lorenzo y Juan Luis Arsuaga

1995 Análisis multivariante del húmero en la colección de restos identificados de la Universidad de Coimbra, *Antropología portuguesa* 13: 139-156.

Dittrick, J. y J. M. Suchey

1986 Sex determination of prehistoric central California skeletal remains using discriminant analysis of the femur and humerus, *American Journal of Physical Anthropology* 70: 3-9.

France, Diane L.

- 1988 Osteometry at muscle origin and insertion in sex determination, *American Journal of Physical Anthropology* 76: 515-516.

Hall, Roberta L.

- 1982 Unit of Analysis. Roberta L. Hall (ed.), *Sexual Dimorphism in Homo sapiens: A Question of Size*, Praeger, Nueva York: 189-196.

Hanihara, Kazuro

- 1958 Sexual diagnosis of Japanese long bones by means of discriminate functions, *Journal Anthropology Society of Nippon* 66: 39-48

Iscan, Mehmet Y., Susan R. Loth, Christopher A. King, Ding Shihai y Mineo Yoshino

- 1998 Sexual dimorphism in the humerus: a comparative analysis of Chinese, Japanese and Thais, *Forensic Science International* 98: 17-29.

Jantz, Richard y Steven Ousley

- 1991 *Discriminant functions from 1991 aafs meetings*, Department of Anthropology, University of Tennessee, Knoxville.

Li, S. y D. Hunt

- 2003 "Sexual dimorphism of the distal humerus", cartel presentado en Smithsonian Minority Internship Program, Smithsonian Institution, Washington.

Machado, Dodany

- 2005 *Estimación del sexo a partir de los huesos largos del miembro superior*, tesis, Facultad de Filosofía e Historia, Universidad de La Habana, La Habana.

Martin, Rudolph y R. Knussman

- 1988 *Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik*, Gustav Fischer, Stuttgart.

Pimienta, Marta

- 2000 *Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto postcranial*, tesis, Universidad de Granada, Granada.

Ríos, Luis

- 2005 Metric determination of sex from the humerus in a Guatemalan forensic sample, *Forensic Science International* 147: 153-157.

Rodríguez, José V.

- 2004 *La antropología forense en la identificación humana*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Rogers, Tracy L.

- 1999 A visual method of determining the sex of skeletal remains using the distal humerus, *Journal of Forensic Sciences* 44: 57-60.

Steel, F.L.D.

- 1972 The sexing of the long bones, with reference to the St. Bride series of identified skeletons, *Journal of the Royal Anthropological Institute* 92: 212-222.

Steyn, Maryana y Mehmet Y. Iscan

- 1999 Osteometric variation in the humerus: sexual dimorphism in South Africans, *Forensic Science International* 106 (2): 77-85.

Tanaka, Hideyuki, P. Lestrel, Teruo Uetake, Sei Kato y Fumio Ohtsuki

- 2000 Sex differences in proximal humeral outline shape: elliptical Fourier functions, *Journal of Forensic Sciences* 45 (2): 292-302.