

# Estudio del dimorfismo sexual del radio en europoides cubanos

MACHADO-MENDOZA D<sup>1</sup>, PABLO-POZO J *Rev. Esp. Antrop. Fís.* (2008) **28**: 81-86

*Aceptado : 5 octubre 2008*

<sup>1</sup> Antropólogo Forense, Instituto de Medicina Legal,  
dodany@gmail.com

*Palabras clave:* osteología, radio, funciones discriminantes, dimorfismo sexual

---

Este estudio pretende ahondar en el dimorfismo sexual en uno de los huesos del antebrazo humano. La muestra seleccionada para este estudio consta de 120 radios (65 masculinos y 55 femeninos), pertenecientes a adultos europoides cubanos, fallecidos en la segunda mitad del siglo XX. Se tomaron 12 mediciones y con estas variables se realizó la prueba T-Student, mostrando que existían diferencias muy significativas ( $p < 0.01$ ) para todas las variables analizadas. Se elaboraron un total de 31 ecuaciones discriminantes que aportaron una fiabilidad entre 79.2% y 97.4% en la determinación del sexo, aplicables tanto en radios íntegros como fragmentados y que a su vez emplean el menor número de variables posibles. Para esto se utilizó el programa estadístico SPSS versión 11.5.1. Las ecuaciones propuestas son útiles en la determinación del sexo, debido a la alta fiabilidad obtenida.

© 2008 Sociedad Española de Antropología Física

---

## Introducción

Existen una gran cantidad de estudios que han dirigido sus esfuerzos a la propuesta e implementación de más y mejores métodos para la determinación del sexo a partir de restos óseos humanos. Estos estudios se han realizado en diversas muestras poblacionales y en diferentes épocas, como así también, han empleado diversos procedimientos estadísticos en la obtención de los métodos a seguir, en nuestro caso aplicamos el análisis discriminante, pues esta es la herramienta estadística más utilizada y eficaz en la actualidad, y el radio como el objeto de estudio.

## Material y métodos

La muestra seleccionada para este estudio consta de, 120 radios (65 masculinos y 55 femeninos) correspondiente a europoides cubanos (ascendencia hispánica), con una edad promedio al momento de la muerte de 64.9 años, fallecidos en la segunda mitad del siglo XX, pertenecientes a la colección osteológica "Luis Montané" que se encuentra depositada en el Laboratorio de Antropología Física "Aristides Mestre" de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana y de casos estudiados en el Instituto de Medicina Legal desde 1998 hasta 2006. Se excluyeron aquellos radios que presentaban alteraciones y patologías que pudieran alterar el valor de las medidas. Las 12 mediciones se realizaron utilizando la tabla osteométrica (T.O), la cinta métrica (C.M) y el vernier caliper (V.C), los dos primeros con un error de 1mm y el tercero con 0.05mm de error.

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el programa estadístico SPSS versión 11.5.1 para Windows, aplicándose la prueba de Bondad de Ajuste de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si las variables morfométricas seguían una distribución normal. Esto era de esperar, por lo que se realizó la prueba T-Student de Comparación de Medias para determinar que 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 las independientes juntas, pues permite clasificar en base a un conjunto de mediciones y con una probabilidad aceptablemente elevada, a un individuo en un grupo determinado, siendo los sexos los grupos a discriminar.

Mediciones tomadas en el radio (ver Figura 1)

1. Longitud máxima (LR): Distancia entre el punto más proximal en el extremo superior y el punto más distal del proceso estiloides. (Martin y Knussmann, 1988). (T.O)
2. Diámetro máximo de la cabeza (DMCR): Es el diámetro máximo obtenido a nivel de la cabeza. (Berrizbeitía, 1989).(V.C).
3. Diámetro mínimo de la cabeza (DLCR): Es el diámetro mínimo obtenido a nivel de la cabeza. (Berrizbeitía, 1989).(V.C).
4. Perímetro de la cabeza (PCR): Es la circunferencia tomada alrededor de la cabeza radial. (Martin y Knussmann, 1988). (C.M)
5. Perímetro del cuello (PNR): Es la circunferencia mayor obtenida a nivel del cuello, dondequiera que se localice. (Machado, 2005). (C.M).
6. Diámetro mínimo a nivel de la tuberosidad: (DLTR). Diámetro mínimo obtenido a mitad de la tuberosidad. (Machado, 2005).(V.C).
7. Perímetro de la tuberosidad (PTR): Circunferencia tomada a mitad de la tuberosidad. (Safont et al, 2000).(C.M).
8. Anchura máxima de la epífisis distal (ADR): Distancia medio-lateral máxima encontrada entre los puntos más salientes del extremo distal. (Martin y Knussmann, 1988). 22. (V.C).
9. Anchura transversa del extremo distal (ATDR): Distancia medio-lateral máxima encontrada entre el proceso estiloides y la tangente a los dos extremos mediales. (Machado, 2005). (V.C).
10. Anchura de la superficie articular (ASAR): Anchura de la superficie articular en el plano transversal del hueso, desde el extremo del estiloides hasta el punto medio de la cara medial de la carilla articular con el escafoides. (Machado, 2005). (V.C).
11. Anchura máxima de la carilla articular con el escafoides (AE): Distancia máxima tomada en el plano medio sagital de la carilla articular del escafoides. (Machado, 2005). (V.C).
12. Anchura máxima de la carilla articular con el semilunar (ASL): Distancia máxima tomada en el plano medio sagital de la carilla articular del semilunar. (Machado, 2005). (V.C).

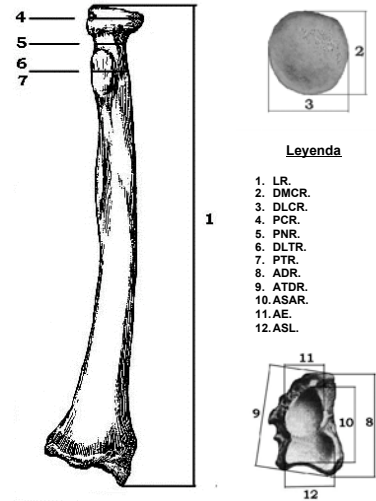


Figura 1. Mediciones tomadas en el radio.

Empleo de las Ecuaciones Discriminantes

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

$$Y = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + a$$

en donde b es el valor del coeficiente no estandarizado, x corresponde a la medida ósea y a es la constante.

Para estimar el sexo, sólo se tiene que sustituir los valores en la ecuación. Cuando se cuenta con una variable, se emplea únicamente la primera expresión (b1x1) y así sucesivamente se van incluyendo tantas expresiones como variables se utilicen en la función.

Por al encontrar un fragmento de radio que posea el extremo y es posible tomar la medida del perímetro de la cabeza (PCR), entonces el valor obtenido se sustituye en la variable x. Si el valor 60 mm, el coeficiente no estandarizado es 0.226 y la constante es -15.283 (Ver Tabla 3), la ecuación quedaría como sigue:

$$Y = a + b1x1; Y = (-15.283) + (0.226)(60); Y = -1.723$$

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 -0.106 y el valor conseguido en el ejemplo es de -1.723, es decir, menor que el punto de corte. Podemos concluir que se trata de un sujeto del sexo femenino. Esta función proporciona un 92.5% de efectividad en el diagnóstico del sexo.

**Tabla 1.** Media, desviación estándar (d.e.), valores máximos y mínimos por sexo para cada una de las mediciones tomadas a los radios

MEDIDAS	N	Media	Sexo Masculino			N	Media	Sexo Femenino		
			d.e.	Valor Mín.	Valor Máx.			d.e.	Valor Mín.	Valor Máx.
LR	65	243.65	11.79	225	277	55	219.02	13.54	184.0	245.0
DMCR	65	23.08	1.67	17.4	27.0	55	19.70	1.53	17.0	23.6
PCR	65	72.80	4.03	59.0	82.0	55	61.45	4.91	47.0	73.0
PNR	65	47.14	3.54	39.0	53.0	55	39.45	3.74	32.0	48.0
DLCR	65	21.84	1.43	17.0	25.0	55	18.64	1.38	16.2	22.3
DLTR	65	15.57	1.29	13.2	18.7	55	12.92	1.24	10.7	16.6
PTR	65	53.37	4.66	45.0	69.0	55	45.62	2.90	39.0	53.0
ASAR	65	29.76	1.77	25.3	33.3	55	25.61	1.21	23.2	29.4
ATDR	62	33.46	1.91	29.0	37.85	50	28.84	1.44	25.75	32.65
ADR	61	35.13	1.98	30.6	39.6	53	29.93	1.39	27.0	34.0
AE	65	18.65	2.37	14.2	28.4	55	15.98	1.11	13.6	18.1
ASL	65	14.33	1.71	11.4	24.3	55	12.16	0.97	10.0	14.3

## Resultados y discusión

Con las 12 variables escogidas, se llevó a cabo un análisis descriptivo, calculándose los parámetros: media y desviación estándar (d.e.) (ver Tabla 1), donde también se muestran los valores máximos y mínimos. La muestra cumplía la distribución normal, por lo que se compararon, mediante la prueba T Student, los radios derechos e izquierdos, no constándose diferencias significativas entre las piezas óseas derechas e izquierdas para las variables analizadas, lo que pudiera traducirse como que estadísticamente existe una simetría bilateral en cuanto a este hueso, permitiendo utilizar tanto los de un lado como los del otro a la hora de conformar la muestra masculina y la femenina.

Después se compararon la serie masculina y la femenina, utilizándose igualmente la referida prueba estadística, encontrándose que para todas las variables analizadas, las medias correspondientes al sexo masculino resultaron ser mayores que las medias del sexo femenino ( $p < 0.05$ ) (Tabla 2). Como se puede observar para todas las mediciones analizadas, las medias correspondientes al sexo masculino resultaron ser mayores que las medias del sexo femenino, hecho que concuerda con

**Tabla 2.** Resultado de la Prueba T para la comparación de medias entre los radios masculinos y femeninos. ( $p \leq 0.05$ )

MEDIDAS	t	gdl	Signific. bilateral	Dif. entre medias	Error típico
LR	10.649	118	<0.001	24.63	2.313
ATDR	14.151	110	<0.001	4.616	0.326
ADR	16.011	112	<0.001	5.201	0.325
AE	7.679	118	<0.001	2.676	0.349
ASL	8.333	118	<0.001	2.168	0.260
ASAR	14.665	118	<0.001	4.142	0.282
DMCR	11.472	118	<0.001	3.377	0.294
DLCR	12.417	118	<0.001	3.197	0.258
DLTR	11.352	118	<0.001	2.646	0.233
PCR	13.856	118	<0.001	11.24	0.811
PTR	10.696	118	<0.001	7.75	0.725
PNR	11.703	118	<0.001	7.74	0.661

el criterio de autores que han realizado trabajos clásicos sobre dimorfismo sexual en huesos largos (Parsons, 1915; Hanihara, 1958; Stewart, 1979). En relación a esto Iscan y Miller-Shaivitz (1984) plantean: “La superioridad de las variables masculinas, está vinculada con la actividad músculo-esquelética, así como también con la estructura genética de las poblaciones y las variaciones raciales”.

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*

En el radio, de las 12 variables analizadas (Tabla 3), las ecuaciones correspondientes a 4 de ellas sobrepasaron el 90% de fiabilidad (tres de estas pertenecen a la región distal: anchura transversa del extremo distal (ATDR), anchura de la superficie articular (ASAR) y la anchura máxima de la distal (ADR), y la otra es el perímetro de la cabeza (PCR)), mientras que para la anchura máxima de la carilla articular con el escafoides (AE) el valor es inferior al 80%, constatándose que algunas variables por sí solas no mostraban un poder discriminador alto, por lo que se procedió a combinarlas. Actualmente no se trabaja con variables aisladas sino con ecuaciones que incluyen un grupo de variables, siempre que aumente la fiabilidad de éstas. (Machado, 2005)

*Ecuaciones discriminantes para radios íntegros*

Es necesario aclarar que tomamos como huesos íntegros aquellos donde se utiliza la longitud máxima en las ecuaciones. En este caso se obtuvieron para el hueso íntegro 10 ecuaciones (tres con 2 variables, cuatro con 3 medidas, dos que emplean 4 variables, y una que utiliza 5 mediciones), todas con más de 90% de fiabilidad en su diagnóstico (ver Tabla 4). Para el estudio de las diferentes zonas del radio, se tuvieron en cuenta varias regiones: la cabeza, el cuello, la tuberosidad, la epífisis distal y el tercio proximal, aunque sólo se reflejan cinco funciones discriminantes, correspondientes a la tuberosidad (1), y la región distal (4).

**Tabla 3.** Ecuaciones canónicas no estandarizadas correspondientes a cada una de las mediciones tomadas a los radios y porcentajes de predicción correcta de estas funciones.

MEDIDAS	N	(1)	(2)	(3)	(4)
LR	120	0.079	-18.407	-0.081	82.5
ATDR	112	0.583	-18.295	-0.144	92.0
ADR	114	0.578	-18.911	-0.105	93.9
AE	120	0.526	-9.162	-0.058	79.2
ASL	120	0.704	-9.392	-0.063	84.2
ASAR	120	0.649	-18.069	-0.112	90.0
DMCR	120	0.622	-13.400	-0.087	87.5
DLCR	120	0.711	-14.496	-0.094	89.2
DLTR	120	0.786	-11.284	-0.087	85.0
PCR	120	0.226	-15.283	-0.106	92.5
PTR	120	0.253	-12.595	-0.081	84.2
PNR	120	0.277	-12.079	-0.089	85.0

(1) Coeficientes no estandarizados, (2) Constante, (3) Punto de corte, (4) % de Pred. Correcta

**Tabla 4.** Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para el radio íntegro

Variables	Coefficientes	Const.	P. Corte.	%♂	%♀	%Total
LR+DLTR+PTR	0.052+0.363+0.012	-20.383	-0.116	92.3	90.9	91.7
LR+PCR	0.035+0.172	-19.765	-0.116	95.4	90.9	93.3
LR+ADR	0.030+0.480	-22.680	-0.113	95.1	94.3	94.7
LR+ASAR	0.043+0.515	-24.219	-0.1325	93.8	96.4	95.0
LR+ADR+PTR +PCR+PNR	0.022+0.305+0.011 +0.060+0.074	-22.904	-0.123	95.1	96.2	95.6
LR+ASAR+PCR	0.032+0.395+0.080	-23.936	-0.139	93.8	98.2	95.8
LR+ASAR+PTR	0.037+0.436+0.076	-24.596	-0.138	95.4	96.4	95.8
LR+ASAR+ADR	0.031+0.349+0.245	-24.830	-0.1245	93.4	100	96.5
LR+ASAR+PTR +PCR	0.030+0.361+0.057 +0.064	-24.297	-0.142	95.4	98.2	96.7
LR+ASAR+ADR +PTR	0.029+0.333+0.048+0.204	-25.058	-0.126	95.1	100	97.4

### Ecuaciones discriminantes para radios fragmentados

La combinación de las mediciones tomadas a nivel de la cabeza o el cuello no aportaron resultados superiores al de las variables por separado, por lo que no se tuvieron en cuenta. Sin embargo la correspondiente a la región de la tuberosidad aumentó su porcentaje de acierto con respecto a las variables por sí solas (Tabla 5), superando el 86% de fiabilidad, resultados no muy elevados si los comparamos con los alcanzados por Safont et al (2000), que al medir el perímetro de la tuberosidad obtuvo un 92.8%. Para el extremo distal se tomaron 3 variables correspondientes a la región articular, también se utilizaron otras dos medidas, la anchura máxima distal (ADR) y la anchura transversa del extremo distal (ATDR). Las combinaciones de estas 5 variables aportaron dos ecuaciones (Tabla 6). También se combinaron las variables correspondientes al tercio proximal con las distales, 6 funciones (Tabla 7), factibles cuando a la pieza ósea a estudiar le faltan porciones diafisarias y se pueden tomar estas mediciones.

Contrastando nuestros resultados con los obtenidos por otros autores podemos ver que (López, 1969), obtuvo una fiabilidad de 90.42% combinando 4 variables, (France, 1988) un 93% con su ecuación que incluía 3 medidas, mientras que (Berrizbeitía, 1989) por su parte reflejó un 96%, para los diámetros de la cabeza, con su investigación a partir de una extensa muestra de blancos y negros de la Colección Terry. Alemán (1997), con estos dos diámetros registró una ecuación que aseguraba un diagnóstico sexual correcto en un 91.38%, así mismo Pimienta (2000), con la combinación del diámetro mínimo de la cabeza y la anchura de la epifisis distal un 90.7%. Mall et al. (2001) con tres variables aportaron una herramienta cuyo porcentaje de predicción correcta alcanzó un 94.93%, siendo el más alto obtenido por él para los 3 huesos del antebrazo, ya que para el cúbito la ecuación calculada mostró un 90.58% y para el húmero un 93.15%.

### Conclusiones

Como se puede observar los resultados obtenidos se encuentran en el orden de los alcanzados por los otros investigadores y corroboran lo que se plantea sobre el dimorfismo de este hueso y su utilidad para el diagnóstico sexual de restos esqueléticos. Estas ecuaciones son aplicables a poblaciones europoides de ascendencia hispánica, y permiten realizar el diagnóstico de sexo con alto grado de fiabilidad, aunque sólo se posea un fragmento de la pieza ósea.

**Tabla 5.** Ecuación discriminante y porcentaje de acierto de la misma, para las medidas tomadas a nivel de la tuberosidad del radio

Variables	Valores
DLTR	0.521
PTR	0.098
Constante	-12.376
Punto de corte	-0.089
% Clasif. Mascul.	87.7
% Clasif. Femen.	85.5
% Clasif. Total	86.7

**Tabla 6.** Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para la región distal del radio

Variables	Coefficientes	Const.	P. Corte.	%♂	%♀	%Total
ASL+AE	0.455+0.250	-10.435	-0.069	87.7	90.9	89.2
ASL+ADR+ATDR	-0.019+0.191+0.441	-19.877	-0.1605	91.5	97.9	94.4

**Tabla 7.** Ecuaciones discriminantes y porcentajes de fiabilidad de las mismas, para la combinación de las variables correspondientes al tercio proximal con las distales del radio

Variables	Coefficientes	Const.	P. Corte.	%♂	%♀	%Total
ASAR+DMCR	0.490+0.261	-19.255	-0.1215	89.2	92.7	90.8
ASAR+PNR	0.481+0.128	-18.963	-0.124	89.2	92.7	90.8
ASAR+DLCR	0.460+0.324	-19.423	-0.1225	87.7	98.2	92.5
ASAR+PTR	0.508+0.108	-19.509	-0.1225	90.8	96.4	93.3
ASAR+PCR	0.410+0.123	-19.746	-0.1285	89.2	98.2	93.3
ASAR+PTR+PCR	0.367+0.068+0.100	-20.422	-0.1325	92.3	96.4	94.2

## Bibliografía

- ALEMÁN I (1997) Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 305pp.
- BERRIZBEITÍA EL (1989) Sex determination with the head of the radius. *Journal of Forensic Science* **34**(5): 1206-1213.
- FRANCE DL (1988) Osteometry at muscle origin and insertion in sex determination. *American Journal of Physical Anthropology* **76**: 515-516.
- HANIHARA K (1958) Sexual diagnosis of Japanese long bones by means of discriminate functions. *Journal Anthropology Society Nippon* **66**: 39-48.
- ISCAN MY, MILLAR-SHAIVITZ P (1984) Determination of sex from the Tibia. *American Journal of Physical Anthropology* **64**(1): 53-57.
- LÓPEZ S (1969) Funciones discriminantes en la determinación sexual de huesos largos. Instituto de Antropología e Historia. Serie Antropología Matemática. 12pp.
- 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 (sin publicar).
- 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 Science International* **117**(1-2): 23-30.
- MARTIN R, KNUSSMAN R (1988) Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik. New York-Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- PARSONS, F. (1915). The characters of the english thigh-bones: the difficulty of sexing. *Journal Anatomy and Physiology* **49**: 335-361.
- PIMIENIA MM (2000) Dimorfismo sexual en una población mexicana. Nuevas fórmulas para la determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 368pp.
- SAFONT S, MALAGOSAA, SUBIRÀ ME (2000) Sex assessment on the basis of long bones circumference. *American Journal of Physical Anthropology* **113**(3): 317-328.
- STEWART T (1979) Essentials of forensic anthropology especially as developed in the United States. Springfield, Charles C. Thomas. U.S.A.

## Abstract

This work is based on the study of the behavior of the sexual dimorphism in a long bone of the superior human extremity. The sample selected for this study consists of 120 radiuses (65 males and 55 females), belonging to Cuban adults europoids, deceased in the second half of the XX century. They took 12 measurements and with these variables it was carried out the test T-Student, throwing that very significant ( $p < 0.01$ ) differences existed for all the analyzed variables. They were elaborated a total of 31 discriminating equations that contributed an fiability between 79.2% and 97.4% correct, applicable classification so much in entire radios as having broken into fragments and that in turn they use the smallest number of possible variables, For this the statistical program SPSS version was used 11.5.1. The proposed equations can be useful in the determination of the sex, due to the high fiability that they toasted.

*Key words:* osteology, radius, discriminant functions, sexual dimorphism

## The study of sexual dimorphism in a radius in cuban europoids