

## ESTUDIO CUANTITATIVO DEL DIMORFISMO SEXUAL EN RESTOS ÓSEOS DE LA POBLACIÓN DE MEDELLÍN

A QUANTITATIVE STUDY OF SEXUAL DIMORPHISM OF BONE REMAINS FROM MEDELLIN POPULATION

Javier Rosique Gracia<sup>1, 2</sup>, Claudia Ospina Trejos<sup>2</sup>, Paula Andrea Gallego Muñoz<sup>2</sup>

### Resumen

Este estudio se efectuó para describir el patrón de dimorfismo sexual de un conjunto de características métricas en una muestra de esqueletos de los que se conoce, por el registro de inhumación, el sexo, la edad, la causa de la muerte y lugar del nacimiento. Se estudió la información correspondiente a 44 dimensiones métricas de las piezas mejor conservadas: cráneo, mandíbula y huesos largos (húmero, fémur y tibia) de 70 adultos de ambos sexos (20 mujeres y 50 hombres). La comparación por sexos de las medidas (test *F* de una sola vía) indicó que sólo seis de ellas no resultaron estadísticamente diferentes entre machos y hembras ( $p > 0,05$ ). Tales resultados permiten proponer una jerarquía de variables que, mediante análisis univariados, pueden utilizarse para determinar el sexo en individuos de sexo desconocido. Por otro lado, se emprendió un análisis discriminante para obtener ecuaciones que ayuden a predecir el sexo de una persona. El análisis discriminante de la tibia logró el porcentaje de clasificación más elevado; además, el porcentaje de clasificación correcta fue mayor en hombres que en mujeres; como también ocurre generalmente, en el análisis cualitativo.

*Palabras clave:* restos óseos, dimorfismo sexual, determinación del sexo, análisis discriminante, cráneo y mandíbula, húmero, fémur, tibia, población contemporánea, Medellín.

### Abstract

The present study summarizes the description of sexual dimorphism found on metric characteristics in a contemporary sample of skeletons. The burial individual record had data on sex, age, cause of death and birthplace. The metric information corresponding to 44 skull variables, jaw and long bones (humerus, fémur and tibia) was recorded on each subject. The sample consisted of 70 mature individuals of known sex (20 women and 50 males) from a cemetery of the city of Medellín, Colombia. When the statistical comparison between sexes was performed by means of a one-way *F* test only six of the studied variables were not significant ( $p > 0.05$ ) to determine sex. In accord with these results, hierarchical list of variables for sex determination aim is proposed. Moreover, it has been conducted a discriminant analysis in order to obtaining prediction equations for sex. Tibia variables yield the highest total percentage of correct classification. They achieved also a higher classification percentage in men that in women, as it is in the qualitative analysis.

*Key words:* bone remains, sexual dimorphism, sexual determination, discriminant analysis, skull, jaw, humerus, fémur, tibia, contemporary population, Medellín.

## INTRODUCCIÓN

La identificación del sexo en restos óseos humanos se requiere en casos con interés forense o criminalístico, en los estudios de yacimientos arqueológicos y en los trabajos antropológicos para conocer la demografía de una población deter-

minada. Cuando los restos esqueléticos están completos, en muchos casos, es posible conocer el sexo con mucha fiabilidad basados principalmente en los caracteres morfológicos de la pelvis; pero esta pieza no siempre está presente (Alemán-Agui-

Recibido: febrero de 2004; aprobado para publicación: abril de 2004.

<sup>1</sup> Autor para correspondencia: csrogrja@antares.udea.edu.co, Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Universidad de Antioquia. A. A. 1226. Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

lera *et al.*, 1997a) y por ello se necesitan métodos fundados en otras piezas óseas. La morfología de la pelvis ha sido utilizada tanto en estudios cualitativos (morfooscópicos) (Genovés, 1959) como en estudios cuantitativos a partir de coxales de sexo conocido (Luo, 1995). Como la determinación del sexo requiere apoyarse en datos paralelos, se han elaborado métodos de determinación para otras piezas esqueléticas como cráneo o esqueleto poscranial (Alemán-Aguilera *et al.*, 1997a).

La mayor dificultad que se puede encontrar a la hora de enfrentar un análisis morfooscópico es que el investigador debe contar con cierta experiencia para emitir un diagnóstico confiable, ya que los resultados dependen de su entrenamiento para identificar los rasgos más característicos de diferenciación sexual. Las técnicas alternativas de carácter cuantitativo (osteometría) logran un diagnóstico final basado en criterios estadísticos. Tales técnicas hacen uso del análisis discriminante, el cual se está convirtiendo en uno de los procedimientos estadísticos más comunes, ya que es un método relativamente simple de aplicar, requiere un periodo de entrenamiento menor y es muy conveniente cuando la preservación de los restos es deficiente (King *et al.*, 1998a). Para cada población debe existir una función discriminante específica; de no contarse con ésta se podría usar la función discriminante de otra población sólo si tiene características similares. La posibilidad de determinar el sexo está directamente relacionada con la cantidad y calidad de los restos óseos y con la posibilidad de hacer inferencias a partir de restos de poblaciones similares. Por consiguiente, las funciones discriminantes tienen validez si se usan para determinar el sexo de individuos de la misma población, a partir de la cual se han construido o de otras que presenten un dimorfismo sexual similar (King *et al.*, 1998a). Por esto, es importante la determinación de nuevas funciones discriminantes para población sudamericana.

Esta investigación tuvo por objetivo caracterizar el dimorfismo sexual de una muestra esquelética contemporánea, de sexo conocido, procedente de exhumaciones de Medellín, para determinar el

dimorfismo sexual del cráneo, de la mandíbula y de los huesos largos. Se pretendió además tener en cuenta el efecto del sexo en la asimetría bilateral. Así mismo, se efectuó un análisis discriminante para obtener nuevas funciones para el diagnóstico del sexo a partir de la misma muestra. Aunque dichas funciones representan un método alternativo para determinar el sexo en poblaciones esqueléticas contemporáneas de origen mestizo, en investigaciones posteriores se podrá abordar su validación en otras muestras colombianas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra consistió de 70 esqueletos de adultos de sexo conocido (20 mujeres y 50 varones), con un rango de edad entre dieciocho y setenta y cinco años, procedentes de las exhumaciones que el grupo interdisciplinario de estudios criminológicos, GIEC, realizó entre enero de 2001 y enero de 2002 en el municipio de Medellín. La colección se encuentra depositada en el Laboratorio de Criminología del Instituto Tecnológico de Antioquia. Se trata en su mayoría de esqueletos casi completos, en relativo buen estado de conservación e individualizados, ya que se dispone, por su registro de inhumación, de los siguientes datos: el sexo, la edad, la ocupación u oficio, la causa de muerte y el lugar de nacimiento.

Para cada individuo, la información osteométrica recolectada correspondió a 44 mediciones del cráneo, la mandíbula y varios huesos largos (húmero, fémur y tibia) y se obtuvo siguiendo las técnicas recomendadas por Brothwell (1987), Fritot (1964), Mendoca (2000) y Rodríguez-Cuenca (1994). Los instrumentos de medición utilizados fueron un calibrador alemán de carátula digital, una cinta métrica, un compás de ramas curvas y un osteómetro. Todas las medidas fueron tomadas en milímetros.

**Estandarización de la medición y control de errores de medida.** Para evitar el error interobservador las medidas se distribuyeron entre dos personas, midiendo cada uno, el mismo tipo de pieza ósea. Para tales personas hubo un entrenamiento

de un mes, bajo la supervisión de dos entrenadores. Para controlar el error intraobservador se tomó cada medida en tres ocasiones y se descartaron los valores que superaban el límite de tolerancia de 2 mm. Se diseñó una ficha para la recolección de medidas en la que además se registraron la referencia (código de exhumación), el sexo, la edad, el lugar de nacimiento y la ocupación. Además, se incluyó un apartado para observaciones sobre el estado de preservación u otras eventualidades.

**Análisis estadístico.** Se construyó en Excel una base de datos osteométricos para cada pieza ósea. Posteriormente, se realizó un control de errores de digitación por relectura de las fichas y cotejo de los datos digitados. El tratamiento estadístico se realizó mediante el programa SPSS v. 10.0 para Windows 98. Primero, se calcularon los estadísticos descriptivos de cada variable, luego se compararon las mediciones de cada sexo mediante análisis univariados, utilizando la prueba de la *F* de una sola vía. Se estudió la asimetría bilateral de la mandíbula, del húmero, del fémur y de la tibia estimando las diferencias elevadas al cuadrado entre las medidas del lado derecho y las correspondientes del izquierdo. Pero previamente, se estandarizaron las medidas de cada lado dividiéndolas por la desviación típica. La asimetría total de la pieza ósea corresponde a la suma de las asimetrías de cada variable. El efecto del sexo sobre la asimetría bilateral se estudió mediante la prueba de la *F*.

A nivel multivariado se efectuó un análisis discriminante (método "stepwise") para obtener la combinación lineal mínima de dimensiones óseas que proporcionara el máximo poder discriminante entre sexos. Las funciones discriminantes obtenidas permitieron identificar a los individuos de una muestra en función del valor  $F_i = S c_i x v_i$ ; donde  $c_i$  es un coeficiente que multiplica a todos los valores de la variable  $v_i$ . Si el valor  $F_i$  obtenido es superior al punto de corte, se le puede atribuir sexo masculino al individuo en estudio y si es inferior se le puede atribuir sexo femenino. El punto de corte se calculó como la media ponderada de los centroides de las funciones para cada sexo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios masculinos de todas las variables del cráneo, la mandíbula (tabla 1), el húmero (tabla 2), el fémur (tabla 3) y la tibia (tabla 4) son significativamente mayores que los femeninos. Las diferencias entre las dimensiones masculinas y femeninas se evaluaron mediante una prueba de la *F* de una sola vía. Previamente se probó la normalidad de las variables y sólo la anchura biorbital y la anchura epifisaria distal de la tibia derecha se desviaron significativamente de la normal (Kolmogorov-Smirnov,  $p < 0,05$ ). Por otro lado en todas las variables estudiadas, se presentó homogeneidad de las varianzas de ambos sexos (Levene,  $p > 0,05$ ), excepto en cinco de ellas: la anchura mínima de la rama ascendente derecha y la altura máxima de la rama ascendente derecha, el diámetro anteroposterior diafisal del húmero, la anchura epifisaria proximal izquierda y la anchura epifisaria distal izquierda.

De catorce variables del cráneo, nueve resultaron significativas, con valores de *F* (g. l. 1 y 59) entre 26,79 y 4,99. Todas las variables de la mandíbula fueron significativas, con valores de *F* (g. l. 1 y 62) entre 31,14 y 8,86 (tabla 1). De las 25 dimensiones estudiadas bilateralmente en huesos largos (húmero, fémur y tibia) 22 presentaron una discriminación sexual muy significativa ( $p < 0,001$ ) con valores de *F* (g. l. 1 y 67) entre 92,73 y 12,68 (tablas 2-4).

El dimorfismo sexual es básicamente de tamaño, debido a la mayor corpulencia y estatura de los varones. Este rasgo es, probablemente, una consecuencia de la selección sexual de la estatura en la historia evolutiva humana. Holden y Mace (1999) exploraron el significado evolutivo del dimorfismo de tamaño con relación a la actividad física y a la producción diferencial de alimentos entre varones y mujeres.

La jerarquía de variables que ayudan a distinguir el sexo se puede deducir del ordenamiento decreciente de los valores de *F* que resultaron significativos estadísticamente (tablas 1-4). En este sentido, las cuatro variables craneales más im-

Tabla 1. Estadísticos descriptivos, resultados del test de la F y su significación para las dimensiones del cráneo y mandíbula

	Variables	Hombres (n = 44)		Mujeres (n = 17)		F (g. l. 1 y 59)	p
		m	s	m	s		
Cráneo (mm)	anchbicig	127,540	4,190	121,230	4,450	26,790	0,001
	anchfromi	94,080	4,470	89,340	3,880	14,770	0,001
	altns	50,640	3,460	47,600	2,920	10,270	0,002
	altbabr	138,380	9,040	130,850	5,630	10,180	0,002
	altnpr	65,740	5,930	61,230	5,510	7,380	0,009
	lonban	98,560	4,910	94,660	5,470	7,260	0,009
	lomaxalv	51,510	5,450	47,930	5,980	4,990	0,029
	ancheu	137,640	6,390	133,770	5,710	4,740	0,033
	anchbior	95,050	3,270	92,900	4,220	4,470	0,039
	diamaxgo	174,550	6,900	168,910	15,080	4,040	0,049
	ancigomax	90,510	5,460	87,780	4,920	3,230	0,077
	lonbapr	92,530	9,250	88,660	7,630	2,350	0,130
	anchmaxiloalv	36,660	3,070	37,670	3,290	1,260	0,266
	anchna	24,470	2,270	24,000	2,090	0,550	0,460
Mandíbula (mm)*	almarasi	48,030	4,440	40,310	5,740	31,140	0,001
	altsinfi	31,060	4,500	23,900	6,220	24,830	0,001
	almarasd	48,540	4,960	43,250	3,140	15,930	0,001
	anbicon	115,570	6,190	109,140	8,020	11,100	0,001
	anmirasd	29,730	3,700	26,500	2,720	10,230	0,002
	anmirasi	29,920	3,730	26,830	2,800	9,200	0,004
	anbigio	95,030	6,280	89,980	4,360	8,860	0,004
	almaras	1,830	0,980	3,110	4,240	4,090	0,047
Asimetría*	altsinfi	0,150	0,210	0,070	0,090	2,660	0,107

\*El tamaño muestral para la mandíbula fue de 48 hombres y 16 mujeres, el test de la F posee 1 y 62 g. l. Estadísticos descriptivos: n = tamaño de la muestra, m = media, s = desviación estándar; resultados del test de la F, con 1 y 59 grados de libertad (g. l.), y su significación (p) para las dimensiones del cráneo (anchbicig = anchura bicigomática, anchfromi = anchura frontal mínima, altns = altura nasal, altbabr = altura basio-bregmática, altnpr = altura nasion-prosthion, lonban = longitud basion-nasion, lomaxalv = longitud maxiloalveolar, ancheu = anchura entre los eurios, anchbior = anchura biorbital, diamaxgo = diámetro máximo glabella-occipucio, ancigomax = anchura cigomaxilar, lonbapr = longitud basion-prosthion, anchmaxiloalv = anchura maxiloalveolar, anchna = anchura nasal) y de la mandíbula (almarasi = altura máxima de la rama ascendente izquierda, altsinfi = altura sinfisaria, almarasd = altura máxima de la rama ascendente derecha, anbicon = anchura bicondilar, anmirasd = anchura mínima de la rama ascendente derecha, anmirasi = anchura mínima de la rama ascendente izquierda, anbigio = anchura bigonial).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos, resultados del test de la F y su significación para las dimensiones del húmero derecho e izquierdo

	Variables	Hombres (n = 49)		Mujeres (n = 19)		F (g. l. 1 y 66)	p
		m	s	m	s		
Húmero derecho (mm)	hdtc <sup>1</sup>	49,810	2,080	44,470	2,410	83,100	0,001
	hdvc <sup>1</sup>	45,860	2,340	40,500	2,420	70,400	0,001
	hlm	315,740	13,230	291,390	15,770	41,460	0,001
	hab <sup>2</sup>	61,140	3,560	55,720	3,590	29,000	0,001
	hcm <sup>3</sup>	64,950	4,310	58,630	4,850	27,230	0,001
	hdad	21,350	1,620	19,460	2,170	15,270	0,001
	hdmd	20,050	2,110	18,070	1,550	13,750	0,001

Tabla 2. (continuación)

	Variables	Hombres (n = 49)		Mujeres (n = 19)		F (g. l. 1 y 66)	p
		m	s	m	s		
Húmero izquierdo (mm) <sup>1</sup>	hdvc	45,590	1,870	40,460	2,930	74,040	0,001
	hdtc	49,440	2,070	44,240	2,920	68,460	0,001
	hlm	314,380	12,570	288,470	16,540	48,830	0,001
	hab <sup>4</sup>	60,370	3,170	54,650	3,770	35,570	0,001
	hcm	63,080	3,960	59,760	4,370	32,950	0,001
	hdmd	19,730	1,890	17,620	1,660	18,150	0,001
	hdad	20,620	1,60	18,730	2,040	16,420	0,001
Asimetría <sup>4</sup>	húmero	2,590	1,180	2,250	1,040	1,080	0,304

<sup>1</sup> Con un número de individuos de 50 varones y 19 mujeres, g. l. 1 y 67, en el test de la *F*.

<sup>2</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 17 mujeres, g. l. 1 y 64, en el test de la *F*.

<sup>3</sup> Con un número de individuos de 48 varones y 19 mujeres, g. l. 1 y 65, en el test de la *F*.

<sup>4</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 16 mujeres, g. l. 1 y 63, en el test de la *F*.

Estadísticos descriptivos: n = tamaño de la muestra, m = media, s = desviación estándar, resultados del test de la *F*, con 1 y 66 grados de libertad (g. l.), y su significación (p) para las dimensiones del húmero derecho e izquierdo (hdtc = diámetro transversal de la cabeza del húmero, hdvc = diámetro vertical de la cabeza del húmero, hlm = largo máximo del húmero, hab = anchura bicondilar del húmero, hcm = circunferencia media del húmero, hdadd = diámetro anteroposterior diafísal del húmero, hdmd = diámetro mediolateral diafísal del húmero).

portantes fueron (tabla 1): la anchura bicigomática, la anchura frontal mínima, la altura nasal y la altura basio-bregmática. Las cuatro variables más significativas de la mandíbula fueron (tabla 1): la altura máxima de la rama ascendente izquierda, la altura máxima de la rama ascendente derecha, la altura sinfisiaria y la anchura bicondilar. Las cuatro variables del húmero más discriminativas fueron (tabla 2): el diámetro transversal de la cabeza, el diámetro vertical de la cabeza, la longitud máxima y la anchura bicondilar. El mismo orden se encontró para el húmero izquierdo (tabla 2). Las cuatro variables del fémur con mayor discriminación sexual fueron (tabla 3): la anchura bicondilar y los diámetros vertical, horizontal y máximo de la cabeza. El mismo orden se encontró para el fémur izquierdo (tabla 3). Las cuatro variables de la tibia derecha más importantes fueron (tabla 4): la circunferencia a nivel del agujero nutricio, la circunferencia media, el diámetro anteroposterior diafísal y la anchura epifisiaria distal. Las variables métricas de la tibia izquierda poseen un orden similar, excepto que la anchura epifisiaria proximal es la que mejor discrimina entre sexos y que el diámetro anteroposterior diafísal se encuentra en la posición quinta, mientras

que en la cuarta está la anchura epifisiaria distal (tabla 4).

En el estudio multivariado, se obtuvieron ocho funciones discriminantes (tabla 5). El método "stepwise" seleccionó las variables más significativas para cada función. La tibia izquierda reclasificó el 98% de los individuos de sexo masculino, mientras que el húmero izquierdo reclasificó el 93,8% de los de sexo femenino. Para la muestra total, la tibia izquierda logró reclasificar correctamente el 95,5% de los individuos. Estudios similares con otras poblaciones muestran porcentajes de clasificación semejantes y cierta homogeneidad en la importancia de las variables (Albanese, 2003; Alemán-Aguilera *et al.*, 1997a, 1997b; Alunni-Perret *et al.*, 2003; Botella, 2001; King *et al.*, 1998a, 1998b; Rodríguez-Cuenca, 1994, 2002; Slaus *et al.*, 2003). Aunque se probó también una función discriminante mixta para cráneo y mandíbula, no se considera práctica y no se registra en este artículo porque que el procedimiento "stepwise" sólo es aplicable a restos muy completos. Las cinco ecuaciones discriminantes que se presentan en la tabla 5 pueden utilizarse para sexar esqueletos de sexo desconocido, al multiplicar el

**Tabla 3.** Estadísticos descriptivos, resultados del test de la *F* y su significación para las dimensiones del fémur derecho e izquierdo

	Variables	Hombres (n = 49)		Mujeres (n = 20)		F	p
		m	s	m	s	(g. l. 1 y 67)	
Fémur derecho (mm)	fab	80,740	3,440	72,780	4,290	65,570	0,001
	fdvc	45,640	2,110	41,020	2,410	60,780	0,001
	fdhc	45,500	2,090	40,650	2,860	60,070	0,001
	fdmc	46,090	2,160	41,430	2,670	55,830	0,001
	flm	441,870	17,180	407,300	20,550	41,600	0,001
	fcm	85,650	4,330	78,550	3,800	40,820	0,001
	fdam	28,780	1,920	26,160	1,760	27,660	0,001
	fdtm	25,760	1,710	24,150	1,680	12,680	0,001
	fdmst	31,940	2,800	29,840	2,550	8,420	0,005
	fdast	29,570	2,330	28,100	3,610	3,990	0,050
Fémur izquierdo (mm) <sup>2</sup>	fab <sup>1</sup>	80,370	3,120	72,280	4,280	76,010	0,001
	fdhc	45,280	2,070	40,480	2,730	59,320	0,001
	fdvc	45,440	2,090	40,860	2,520	56,380	0,001
	fdmc	45,740	2,130	41,170	2,650	53,120	0,001
	fcm	85,810	4,370	78,440	4,150	39,930	0,001
	flm	443,340	17,030	409,110	20,930	38,900	0,001
	fdam	29,100	2,020	26,090	1,920	31,010	0,001
	fdmst	31,740	3,000	29,350	2,130	10,420	0,002
	fdast	29,630	2,870	27,300	2,560	9,860	0,003
	fdtm	25,870	1,760	24,700	2,570	4,560	0,036
Asimetría <sup>1</sup>	fémur	10,690	16,920	8,760	6,440	0,220	0,642

<sup>1</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 20 mujeres, g. l. 1 y 67, en el test de la *F*.

<sup>2</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 19 mujeres, g. l. 1 y 67, en el test de la *F*.

Estadísticos descriptivos: n = tamaño de la muestra, m = media, s = desviación estándar; resultados del test de la *F*, con 1 y 67 grados de libertad (g. l.), y su significación (p) para las dimensiones del fémur derecho e izquierdo (fab = anchura bicondilar del fémur, fdhc = diámetro horizontal cabeza femoral, fdvc = diámetro vertical cabeza femoral, fdmc = diámetro máximo cabeza femoral, fcm = circunferencia media de fémur, flm = largo máximo del fémur, fdam = diámetro, anteroposterior medial del fémur, fdmst = diámetro mediolateral subtrocantero del fémur, fdast = diámetro anteroposterior subtrocantero del fémur, fdtm = diámetro transversal medial del fémur).

valor de cada variable por su correspondiente coeficiente no estandarizado; a estos valores hay que sumarles la constante.

En la bibliografía, se encuentran pocos estudios cuantitativos del dimorfismo sexual del cráneo. La mayoría definen rasgos sexuales diagnósticos por inspección del aspecto, de la gracilidad, de la masividad, del tamaño y del volumen relativo, etc. (Memorias del seminario internacional de Antropología Física, Ciencias Forenses y Derechos Humanos, 1994). Además, una investigación reciente propone la morfología del margen

supraorbital como criterio para el diagnóstico del sexo (Graw *et al.*, 1999).

Los rasgos que Rodríguez-Cuenca (1994) señaló como los más apropiados para diferenciar los sexos, también resultaron significativos en el presente estudio. Estos son: la anchura bicigomática del cráneo y, en la mandíbula, la altura sinfisaria, la anchura bicondilar y la altura máxima de las ramas ascendentes (tabla 1). Así mismo Comas (1996) resaltó el estudio de Monrat de la mandíbula, el cual estableció diferencias sexuales suficientes para un buen diagnóstico, basadas

**Tabla 4.** Estadísticos descriptivos, resultados del test de la *F* y su significación para las dimensiones de la tibia derecha y la izquierda

	Variables	Hombres (n = 50)		Mujeres (n = 17)		F (g. l. 1 y 65)	p
		m	s	m	s		
Tibia derecha (mm)	tcan	92,700	4,790	82,050	5,050	60,890	0,001
	tcm	82,530	4,630	73,290	4,600	50,590	0,001
	tdad	30,150	2,140	26,370	1,960	40,870	0,001
	taed	51,550	2,570	46,940	3,220	35,770	0,001
	tdaan	33,630	2,410	29,850	2,410	30,910	0,001
	tlm	369,380	17,500	341,000	20,080	28,480	0,001
	tdtd	22,070	1,710	20,000	1,620	18,980	0,001
	taep <sup>1</sup>	74,090	6,290	67,350	4,300	16,710	0,001
Tibia izquierda (mm) <sup>3</sup>	taepi <sup>2</sup>	74,810	2,340	66,680	4,510	92,730	0,001
	tcani	92,320	4,420	82,110	4,880	66,610	0,001
	tcmi	82,250	4,300	72,940	4,330	61,750	0,001
	taedi	52,180	2,160	46,570	3,560	61,690	0,001
	tdadi	29,980	2,110	25,990	1,650	52,410	0,001
	tlmi	368,680	17,580	340,610	19,730	28,710	0,001
	tdaani	32,940	2,520	29,320	2,480	27,420	0,001
	tdtdi	21,920	1,560	20,030	1,300	21,030	0,001
Asimetría <sup>1</sup>	tibia	25,560	13,760	18,640	4,510	3,880	0,053

<sup>1</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 17 mujeres, g. l. 1 y 64, en el test de la *F*.

<sup>2</sup> Con un número de individuos de 49 varones y 18 mujeres, g. l. 1 y 64, en el test de la *F*.

<sup>3</sup> Con un número de individuos de 50 varones y 18 mujeres, g. l. 1 y 64, en el test de la *F*.

Se muestran los estadísticos descriptivos (n = tamaño de la muestra, m = media, s = desviación estándar), los resultados del test de la *F*, con 1 y 66 grados de libertad (g. l.), y su significación (p) para las dimensiones de la tibia derecha (tcan = circunferencia a nivel del agujero nutricio de la tibia, tcm = circunferencia media de la tibia, tdad = diámetro anteroposterior diafisal de la tibia, taed = anchura epifisiaria distal de la tibia, tdaan = diámetro anteroposterior a nivel del agujero nutricio de la tibia, tlm = largo máximo de la tibia, tdtd = diámetro transversal diafisal de la tibia, taep = anchura epifisiaria proximal de la tibia).

principalmente en la altura de las ramas ascendentes. Sin embargo, otras medidas; por ejemplo, la anchura frontal mínima, que, en el presente estudio, se encontró relevante para diferenciar los sexos, no fueron significativas en los trabajos de Rodríguez-Cuenca (1994, 2002) en Bogotá y en varios grupos étnicos. Por el contrario, mientras en el estudio de Rodríguez-Cuenca (1994) sobre grupos étnicos, la anchura cigomaxilar y la longitud basion-prosthion presentaron gran diferencia entre cráneos masculinos y femeninos, en la presente investigación no diferenciaron bien el sexo. Aunque en el análisis univariado la anchura maxiloalveolar posee un valor de *F* bajo (tabla 1), en el análisis multivariado discriminó el sexo junto con la anchura bicigomática (tabla 5). El análisis

multivariado depende de las covarianzas entre las dimensiones del cráneo y por tanto de las correlaciones entre variables. La inspección de la matriz de correlación entre variables, reveló que la anchura bicigomática posee valores de correlaciones medios mucho más elevados con las demás dimensiones del cráneo que la anchura maxiloalveolar, por consiguiente mientras que la anchura bicigomática resume bien las relaciones de tamaño entre variables del cráneo, la anchura maxiloalveolar aporta una información independiente pero relevante para la discriminación del sexo a nivel multivariado. Otros autores (Slaus *et al.*, 2003) también encontraron en el estudio de huesos largos, dimensiones que no siendo significativas en el estudio univariado, lo son en el

**Tabla 5.** Funciones discriminantes construidas mediante el coeficiente no estandarizado de cada una de las variables, así como la constante. También se muestran el punto de corte y el porcentaje correcto de discriminación sexual conseguido por cada función

Funciones	Coeficientes	Variables	Porcentaje de clasificación correcta		
			Hombres	Mujeres	Total
F1 cráneo	anchmaxiloalv	-0,17	77,10%	83,30%	78,80%
	anchbicig	0,24			
	Constante	-24,42			
	Punto de corte	0,040			
F2 mandíbula	altsinfi	0,11	89,6%	75,0%	85,9%
	almarasi	0,11			
	anbicon	0,06			
	Constante	-16,10			
	Punto de corte	0,001			
F3 húmero izquierdo	hlmi	0,03	93,90%	93,80%	93,80%
	hdvci	0,18			
	habi	0,14			
	Constante	-28,33			
	Punto de corte	-0,001			
F4 fémur derecho	fdvcd	0,23	93,90%	89,50%	92,60%
	fabd	0,17			
	Constante	-23,77			
	Punto de corte	0,001			
F5 tibia izquierda	taepi	0,23	98,00%	88,90%	95,50%
	tcani	0,93			
	Constante	-25,22			
	Punto de corte	-0,001			

anchmaxiloalv = anchura maxiloalveolar, anchbicig = anchura bicigomática, altsinfi = altura sinfisiana, almarasi = altura máxima de la rama ascendente izquierda, anbicon = anchura bicondilar, hlmi = largo máximo del húmero izquierdo, hdvci = diámetro vertical de la cabeza del húmero izquierdo, habi = anchura bicondilar del húmero izquierdo, fdvcd = diámetro vertical de la cabeza del fémur derecho, fabd = anchura bicondilar del fémur derecho, taepi = anchura epifisaria proximal de la tibia izquierda, tcani = circunferencia a nivel del agujero nutricio de la tibia izquierda.

análisis multivariado y por ello sonseleccionadas para la construcción de funciones discriminantes. Además añaden una información no afectada por las correlaciones entre variables.

Respecto de los huesos largos, Alemán-Aguilera *et al.* (1997b) analizaron la efectividad de las fórmulas discriminantes para el húmero en una población española de época y ámbito geográfico diferentes al de la población de la que fueron obtenidas, encontrando que aunque la efectividad de las fórmulas fue menor, el diámetro vertical de la cabeza humeral y la anchura bicondilar seguían pre-

sentando las diferencias estadísticas más significativas. Estas dos variables, junto con el largo máximo del húmero, también tuvieron un poder discriminante alto en el presente estudio (tabla 5). Alemán-Aguilera *et al.* (1997a) realizaron, en una población de Granada (España), otros estudios sobre el esqueleto poscranial, en los cuales el diámetro vertical de la cabeza y la anchura bicondilar humeral fueron las variables que mejor clasificaron a los individuos por el sexo.

King *et al.* (1998a) encontraron que el diámetro máximo de la cabeza y la anchura bicondilar del



fémur son las variables que mejor clasifican a la población tailandesa en función del sexo. Slaus *et al.* (2003) encontraron en una población de Croacia que las dos medidas señaladas poseen un marcado dimorfismo sexual; mientras que Alemán-Aguilera *et al.* (1997a) identificaron el diámetro horizontal y vertical de la cabeza femoral como las variables que mejor clasificaron a la población española. Alunni-Perret *et al.* (2003), señalaron el diámetro mínimo del cuello femoral con marcado dimorfismo sexual en una población francesa y otra de Nuevo México, USA; esta variable se ha tenido poco en cuenta en los estudios sobre el fémur. En general, en éste y en otros estudios, las variables de la cabeza femoral presentaron un marcado dimorfismo sexual, por su estrecha relación con la morfología de la pelvis (Albanese, 2003). Estos trabajos también coinciden en afirmar que la anchura bicondilar es un buen indicador del dimorfismo sexual, tal como se ha encontrado en el presente estudio.

En cuanto a la tibia, King *et al.* (1998b) mostraron que la anchura epifisiaria proximal, la distal y la circunferencia a nivel del agujero nutricio fueron muy significativas estadísticamente para determinar el sexo de una población tailandesa. Estas medidas también fueron seleccionadas por el análisis discriminante realizado en la presente investigación (tabla 5), donde es notable que, de todas las piezas óseas analizadas, la tibia posee los mejores porcentajes de clasificación de los sexos. Por su parte, Alemán-Aguilera *et al.* (1997a) hallaron que las mejores variables para clasificar a los individuos de una población según el sexo son el diámetro anteroposterior diafisal y la anchura epifisiaria distal.

No hubo asimetría bilateral significativa en el húmero y fémur, pero sí ( $p < 0,05$ ) en la altura de la rama ascendente de la mandíbula y fue ligera ( $p = 0,05$ ) en la tibia (tablas 2-4). La muestra femenina fue más asimétrica para la mandíbula que la masculina; por el contrario, los hombres presentaron mayor asimetría de la tibia que la las mujeres. En general, la asimetría de los huesos largos fue algo mayor en hombres que en mujeres. La asimetría tiene consecuencias para la de-

terminación del sexo ya que las diferencias encontradas por el análisis multivariado (tabla 5) son mayores para los lados izquierdos en mandíbula y en tibia. Es posible que algunos factores ambientales relacionados con el estilo de vida de la población contemporánea contribuyan a expresar un dimorfismo sexual diferente en función de la asimetría, ya que la asimetría bilateral del esqueleto aumenta en poblaciones con estrés ambiental (Albert y Greene, 1999).

En conclusión, el cráneo, la mandíbula, el húmero, el fémur y la tibia evidencian, en la mayoría de los casos, variables similares para clasificar a los individuos según el sexo; tanto en la población contemporánea como en la procedente de excavaciones arqueológicas. El dimorfismo en una población contemporánea de Medellín, ha permitido la construcción de funciones discriminantes para el cráneo con la anchura bicigomática y la anchura maxiloalveolar; para la mandíbula con la altura máxima de la rama ascendente, la altura sinfisiaria y la anchura bicondilar; para el húmero con la longitud máxima, los diámetros vertical y transversal de la cabeza y la anchura bicondilar; para el fémur con el diámetro vertical de la cabeza y la anchura bicondilar y para la tibia con las anchuras epifisarias proximal y distal y la circunferencia a nivel del agujero nutricio de la tibia izquierda. Estas funciones se podrán validar en ulteriores investigaciones sobre otras muestras colombianas para intentar comprobar si se mantiene o se reduce el poder de discriminación.

## AGRADECIMIENTOS

Al grupo interdisciplinario de estudios criminológicos GIEC y al Tecnológico de Antioquia, por facilitar la colección ósea, el instrumental, la asesoría y el espacio físico. A la colaboración de la Corporación Ambiental y a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Antioquia por facilitar la asistencia al X Congreso de Antropología en Colombia, Universidad de Caldas (septiembre de 2003) posibilitando la comunicación oral de una parte de esta investigación.

## REFERENCIAS

- Albanese J.** 2003. A metric method for sex determination using the hipbone and fémur. *J Forensic Sci* 48:263-273.
- Albert AM, Greene DL.** 1999. Bilateral asymmetry in skeletal growth and maturation as an indicator of environmental stress. *Am J Phys Anthropol* 110:341-349.
- Alemán-Aguilera I, Botella M, Ruiz-Rodríguez L.** 1997a. Determinación del sexo en el esqueleto poscraneal, estudio de una población mediterránea actual. *Arch Esp Morfol* 2:69-79.
- Alemán-Aguilera I, Botella M, Souich HP.** 1997b. Aplicación de las funciones discriminantes en la determinación del sexo. *Estudios de Antropología Biológica* IX:221-230.
- Alunni-Perret V, Staccini P, Quatrehomme G.** 2003. Reexamination of a measurement for sexual determination using the supero-inferior femoral neck diameter in modern European population. *J Forensic Sci* 48:517-520.
- Botella M.** 2001. Funciones discriminantes del sexo a partir del ilion en una población mediterránea de sexo conocido. *Rev Esp Antrop Biol* 22:33-38.
- Brothwell DR.** 1987. *Desenterrando huesos, la excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Comas J. 1966. Craneología, Osteología. *En: Manual de Antropología Física*. Universidad Autónoma de México. México, pp. 403-417.
- Fritot R.** 1964. *Craneotrigonometría, tratado práctico de geometría craneana*. La Habana, Departamento de Antropología, Comisión Nacional de la Academia de Ciencias de la República de Cuba.
- Genovés S.** 1959. *Diferencias sexuales en el hueso coxal*. Instituto de Historia, UNAM, México.
- Graw M, Czarnetzki A, Haffner H.** 1999. The form of the supraorbital margin as a criterion in identification of sex from the skull: investigations based on modern human skulls. *Am J Phys Anthropol* 108:91-96.
- Holden C, Mace R.** 1999. Sexual dimorphism in stature and women's work: a phylogenetic cross-cultural analysis. *Am J Phys Anthropol* 110:27-45.
- King C, Yasar IM, Loth S.** 1998a. Metric and comparative analysis of sexual dimorphism in the thai fémur. *J Forensic Sci* 43:954-958.
- King C, Yasar IM, Loth S.** 1998b. Metric analysis of sexual dimorphism in the thai tibia. Annual meeting of the American association of physical Anthropologists, city of the Lake, Abril 1-4 Sumary. *Am J Phys Anthropol* 105 (S26):1-240.
- Luo YC.** 1995. Sex Determination by the Pubis by Discriminant Function Analysis. *Forensic Sci Internat* 74:89-88.
- Memorias del seminario internacional de Antropología Física, Ciencias Forenses y Derechos Humanos.** 1994, 15 al 18 de noviembre. Publicaciones Tecnológico de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Mendoca M.** 2000. Técnica de medición en huesos largos. *Am J Phys Anthropol* 112:39-48.
- Rodríguez-Cuenca J.** 2002. *Avances de la Antropología Forense en Colombia. Documento elaborado para la divulgación en entidades judiciales*. Universidad Nacional, Bogotá.
- Rodríguez-Cuenca J.** 1994. Introducción a la Antropología Forense, análisis e interpretación de restos óseos humanos. *Anaconda editores, Bogotá*.
- Slaus M, Strinovic D, Sakavic J, Petrovecki V.** 2003. Discriminant function sexing of fragmentary and complete femora: standards for contemporary Croatia. *J Forensic Sci* 48:509-512.