

ANTROPOLOGIA PORTUGUESA

*Colecções Osteológicas
do Museu Antropológico
da Universidade de Coimbra*

Vol. 13
1995

DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**Análisis multivariante del húmero
en la colección de restos identificados
de la Universidad de Coimbra (Portugal)**

José Miguel Carretero

*Departamento de Paleontología
Facultad de Ciencias Geológicas
Universidad Complutense de Madrid
Ciudad Universitaria, 28040, Madrid, España*

and

*Laboratory for Human Evolutionary Studies
University of California at Berkeley
Berkeley CA 94703, U.S.A.*

Carlos Lorenzo ; Juan Luis Arsuaga

*Departamento de Paleontología
Facultad de Ciencias Geológicas
Universidad Complutense de Madrid
Ciudad Universitaria, 28040, Madrid, España*

Resumen. El análisis de componentes principales del húmero en una población moderna de sexo conocido demuestra que la mayor parte de la variabilidad encontrada en este hueso se debe exclusivamente al tamaño. Sin embargo, el análisis multivariante de los datos, una vez que hemos eliminado el tamaño mediante una transformación matemática (variables de forma); pone de manifiesto que también existe una interesante diferencia de forma (independiente del tamaño) entre los dos sexos de nuestra especie. Asimismo, el análisis discriminante nos muestra que el húmero, al contrario de lo que se suele opinar, es un hueso valioso para el diagnóstico sexual de restos esqueléticos en poblaciones actuales.

Palabras Clave: húmero; dimorfismo sexual; análisis de componentes principales; análisis discriminante.

Resumo. A análise de componentes principais do úmero numa população moderna de sexo conhecido, demonstra que a maior parte da variabilidade encontrada neste osso se deve, exclusivamente, ao tamanho. Sem dúvida, a análise multivariada dos dados, uma vez eliminado o tamanho mediante uma transformação matemática (variáveis de forma), evidencia que existe, também, uma diferença interessante na forma (independentemente do tamanho) entre os dois sexos da nossa espécie. Assim, a análise discriminante mostra que o úmero, ao contrário do que se possa pensar, é um osso valioso para o diagnóstico sexual de restos esqueléticos de populações actuais.

Palavras-chave: úmero; dimorfismo sexual; análise de componentes principais; análise discriminante.

Introducción

Es un hecho generalmente aceptado que las diferencias sexuales en los huesos largos se deben exclusivamente al tamaño, de modo que un hueso masculino es generalmente más robusto y más largo que uno femenino. Además, no existen demasiados trabajos sobre el dimorfismo sexual del húmero, y se tiene la impresión de que es un mal hueso para la estimación del sexo (ver p.ej. Krogman & Iscan, 1986; Bass, 1987; Ditttrick & Suchey, 1986; France, 1988). Sin embargo, esta visión se debe en parte a la falta de estudios sobre material esquelético de sexo conocido. La magnífica colección de restos identificados del Museu de Antropología de la Universidad de Coimbra, nos brinda la oportunidad de realizar un estudio del dimorfismo sexual en un amplio número de individuos de sexo conocido. Un estudio anterior sobre el húmero de esta misma colección fue el realizado por Themido en 1926, sin embargo su muestra se reducía a 20 individuos de cada sexo. En el presente trabajo, ampliamos considerablemente este número y aplicamos técnicas estadísticas multivariantes no disponibles entonces.

Material y Métodos

Para caracterizar de una forma general el húmero, hemos tomado 12 variables (Figura 1) en un total de 154 húmeros del lado derecho, de los que 78 son masculinos y 76 femeninos. Se trata de 154 individuos de la colección osteológica de restos humanos identificados del siglo XIX, del Museu de Antropología de la Universidad de Coimbra (Portugal). Todos los individuos nacieron en la región Coimbra (Beira-Litoral) entre 1820 y 1920 y murieron entre 1910 y 1936. La edad de los individuos utilizados en este estudio varía entre los 30 y los 69 años, pero la mayoría de ellos se encuentra entre 30 y 55 años.

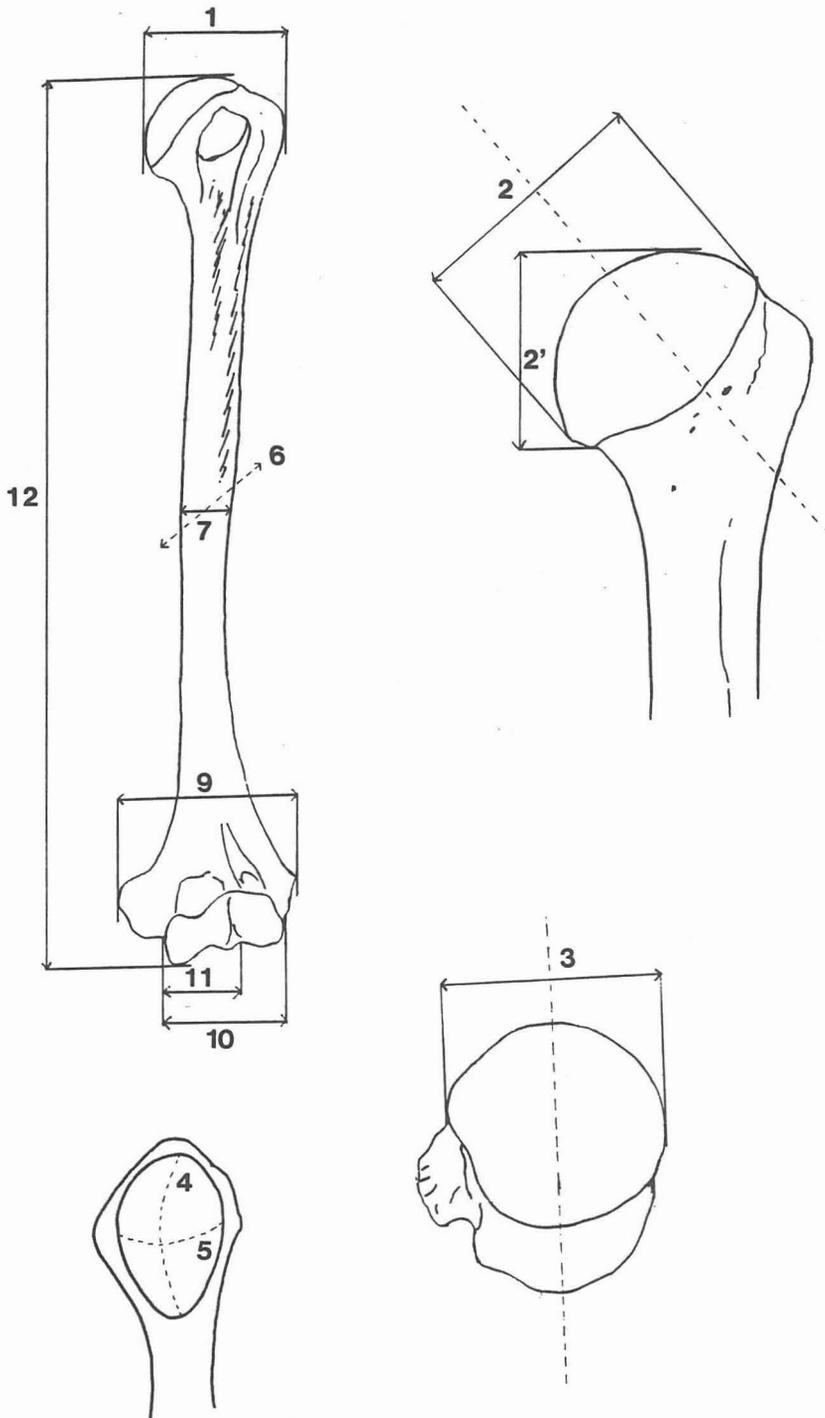


Fig. 1. Variables tomadas en el húmero.

Definición de la variables

VAR1) *Anchura de la epífisis superior*. – Desde el punto más lateral del trocánter mayor al más medial sobre la superficie articular. Similar a la nº 22 de France (1988).

VAR2) *Diámetro vertical de la cabeza humeral*. – Es una medida perpendicular al plano definido por el cuello anatómico del húmero. Se toma en sentido próximo distal la distancia máxima entre el punto más dorsal y el punto más distal de la cabeza humeral situados sobre el cuello anatómico, incluyendo cualquier cresta que pueda existir sobre este. Esta medida es similar a la definida por Krogman e Iscan (1987), sin embargo, Bass (1987) denomina a esta variable “diámetro máximo de la cabeza”.

Dittrick y Suchey (1986) y France (1988) definen el “diámetro vertical de la cabeza del húmero” como una medida tomada sobre la superficie articular y paralela al eje longitudinal del hueso (nº 2' en la Figura 1), incluyendo cualquier cresta que pueda existir en el borde de la superficie articular. Por lo tanto la variable de estos autores no es comparable a la que nosotros hemos utilizado.

VAR3) *Diámetro Antero-posterior o transversal de la cabeza humeral*. – Diámetro máximo en sentido antero-posterior o dorso-ventral de la superficie articular proximal tomada sobre el borde del cuello anatómico. Es igual a la de France (1988) y Dittrick y Suchey (1986).

VAR4) *Arco vertical de la cabeza articular*. – Se toma con cinta métrica o una tira de papel milimetrado. Es el arco entre los puntos que definen el diámetro vertical de la cabeza.

VAR5) *Arco transversal de la cabeza articular* – Se toma con cinta métrica o una tira de papel milimetrado. Es el arco entre los puntos que definen el diámetro transversal de la cabeza.

VAR6) *Diámetro antero-posterior a media diáfisis*. – Desde el borde anterior hasta el punto más alejado sobre la cara posterior. Puede no coincidir con el diámetro máximo.

VAR7) *Diámetro medio-lateral a media diáfisis*. – Es perpendicular al anterior en sentido mediolateral. No suele coincidir con el diámetro mínimo.

VAR8) *Perímetro a media diáfisis*. – Se toma con cinta métrica o una tira de papel milimetrado.

VAR9) *Anchura de la epífisis inferior o anchura biepicondílea*. – Máxima distancia entre los puntos más proyectados del epicóndilo y la epitroclea. Idéntica a McHenry, 1976.

VAR10) *Anchura de la superficie articular*. – Desde el borde lateral del cóndilo hasta el borde medial de la tróclea (idéntica a McHenry, 1976 y McHenry & Corruccini, 1975).

VAR11) *Anchura de la tróclea*. – Se toma en vista distal y desde el borde medial de la tróclea hasta el surco entre la cresta lateral de la tróclea y el cóndilo. Es parecida, pero no igual a la definida por McHenry y Corruccini (1975). Estos autores toman la distancia entre las crestas de los bordes lateral y medial de la tróclea, pero sobre la cara posterior de la misma, mientras que nosotros lo hacemos sobre la cara distal. Aunque en muchos casos hemos podido comprobar que las diferencias entre sus medidas y las nuestras son pequeñas, en otros hemos encontrado diferencias apreciables, por lo que creemos que sus resultados no son directamente comparables a los nuestros en esta variable. Del mismo modo, trabajos como los de Senut (1981) que miden la anchura de la tróclea siguiendo a McHenry y Corruccini (o.c.) tampoco son comparables con nuestros resultados.

VAR12) *Longitud Máxima*. – Se sitúa el hueso en la tabla osteométrica y se va moviendo en el plano horizontal hasta obtener su longitud máxima. Suele ser desde el punto más distal del labio interno de la tróclea, al punto más proximal sobre la superficie articular proximal (Bass, 1987).

Variables de forma

Una de las principales fuentes de variación entre los primates superiores es el tamaño. El *Homo sapiens sapiens* no es una excepción en esto. Si podemos eliminar la variabilidad debida al tamaño podemos interpretar los datos y sus relaciones en términos relativos, así como detectar e interpretar con mayor facilidad las diferencias de forma. La manera más directa de eliminar los efectos del tamaño es la de crear índices entre grupos de variables (Ashton *et al.*, 1964; McHenry & Corruccini, 1975; McHenry, 1976; Wood & Chamberlain, 1986), pero las propiedades estadísticas de los índices no siempre son claras, y su variabilidad es muchas veces difícil de interpretar.

Una de las formas de evitar las dificultades surgidas por esta cuestión es, sustituir el denominador del índice por una constante (Mosimann, 1970; McHenry & Corruccini, 1975; Chamberlain & Wood, 1987). Nosotros hemos usado este tipo de transformación siguiendo a Chamberlain & Wood (1987). El tamaño de

un individuo cualquiera se define como la media aritmética de todas sus variables, es lo que Mosimann (1970) denominó “standard size reference variable”. El valor transformado, libre de tamaño, de una medida cualquiera “A” para un individuo cualquiera “i” viene dada por la siguiente expresión:

$$R_{ai} = (A_i/A_s) / (X_i/X_s) \quad (1)$$

donde

A_i es el valor de la variable “a” tomada en el individuo “i”,

A_s es el valor de la misma variable pero calculada para el individuo promedio “S”, que se define como aquel que tiene como valor de una determinada variable la media muestral de dicha variable (en este caso la variable “a”).

X_i es el tamaño del individuo “i”, y

X_s es el tamaño del individuo promedio “S”.

Las propiedades estadísticas de los índices mejoran convirtiendo los datos brutos a su forma logarítmica (Chamberlain & Wood, 1987). La transformación logarítmica de la ecuación (1) queda como sigue:

$$r_{ai} = \text{Log}(A_i) - \text{Log}(A_s) - (\text{Log}(X_i) - \text{Log}(X_s)) \quad (2)$$

La ecuación (2) es la transformación que hemos aplicado en nuestro caso a las variables del húmero. La variable transformada ‘ r_{ai} ’ es adimensional y por tanto independiente de la escala de medida. Expresa (en forma logarítmica) la proporción entre el valor de una variable en un individuo ‘i’ y el valor medio de esa variable en el total de la muestra una vez que todos los individuos de la misma han sido reducidos al mismo tamaño general. Según Chamberlain & Wood (1987) ‘ r_{ai} ’ no varía con los cambios isométricos del tamaño y por tanto satisface el criterio de Mossimann (1970) para una variable de tamaño independiente de la forma.

Los datos métricos han sido analizados utilizando el programa de estadística SPSS versión 3.1 (Norusis, 1990)

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 damos las estadísticas básicas de la 12 variables humerales en la muestra de Coimbra y como vemos, para todas ellas la diferencia entre el promedio masculino y el femenino son altamente significativas ($p < 0.001$). Para comprender mejor la variabilidad del húmero hemos realizado un análisis de componentes principales (A.C.P.) tanto con los datos brutos como con los datos transformados, incluyendo en ambos análisis sólo húmeros completos ($N = 154$).

Tabla 1. Parámetros básicos de las 12 variables humerales en la serie de Coimbra. Abreviaturas: S = desviación típica; C.V. = coeficiente de variación; n = número de casos.

HÚMEROS MASCULINOS							
Variables:		Media	S	Máximo	Mínimo	C.V.	n
Anchura Epífisis Superior	VAR1	48.8	2.7	54.9	42.3	5.6	78
Diámetro Vertical Cabeza	VAR2	44.9	2.6	52.9	38.2	5.9	78
Diámetro Transversal Cabeza	VAR3	42.2	2.2	48.7	36.4	5.3	78
Arco Vertical Cabeza	VAR4	60.1	3.8	70.0	53.0	6.3	78
Arco Transversal Cabeza	VAR5	55.3	3.7	66.0	45.0	6.7	78
Diámetro Antero-Posterior Mitad	VAR6	22.5	1.6	26.8	19.0	7.0	78
Diámetro Medio-Lateral Mitad	VAR7	21.2	1.7	24.9	16.0	8.0	78
Perímetro Mitad	VAR8	65.3	4.8	79.0	49.0	7.3	78
Anchura Epífisis Inferior	VAR9	60.8	3.2	67.8	50.2	5.3	78
Anchura Superficie Articular	VAR10	44.2	2.5	49.3	37.7	5.8	78
Anchura Tróclea	VAR11	27.1	1.9	30.7	23.1	7.1	78
Longitud Máxima	VAR12	316.1	13.6	347.0	284.0	4.3	78

HÚMEROS FEMENINOS							
Variables:		Media	S	Máximo	Mínimo	C.V.	n
Anchura Epífisis Superior	VAR1	43.3	2.3	49.1	36.4	5.2	76
Diámetro Vertical Cabeza	VAR2	39.2	2.1	45.7	32.5	5.4	76
Diámetro Transversal Cabeza	VAR3	36.4	1.8	41.2	29.2	5.0	76
Arco Vertical Cabeza	VAR4	52.4	3.2	60.0	45.0	6.1	76
Arco Transversal Cabeza	VAR5	48.2	3.1	56.0	40.0	6.3	76
Diámetro Antero-Posterior Mitad	VAR6	19.3	1.5	22.5	15.9	7.9	76
Diámetro Medio-Lateral Mitad	VAR7	18.4	1.8	23.6	13.7	9.8	76
Perímetro Mitad	VAR8	56.7	4.2	67.0	48.0	7.4	76
Anchura Epífisis Inferior	VAR9	53.2	3.1	62.4	44.3	5.8	76
Anchura Superficie Articular	VAR10	38.4	2.0	44.6	31.2	5.2	76
Anchura Tróclea	VAR11	23.2	1.4	26.6	19.8	6.0	76
Longitud Máxima	VAR12	294.0	14.2	320.0	253.0	4.8	76

Análisis de componentes principales con datos brutos

En este primer análisis sólo el primero de los componentes principales tiene un valor propio superior a uno. A pesar de estos pobres resultados, un modelo de dos factores explica el 86'6% de la varianza total de la muestra y más del 80'0% de la varianza individual de cada una de las variables. El primer factor (F1) tiene un valor propio de 9'49 y explica el 79'1% de la varianza total. Este factor muestra una correlación positiva y muy alta con las doce variables analizadas (Tabla 2) y se puede interpretar fácilmente como un factor de tamaño. Según esto, el 78'6% de la variabilidad encontrada en el húmero de la serie moderna

de Coimbra se debe al tamaño. Además este factor presenta un elevado dimorfismo sexual (Figura 2).

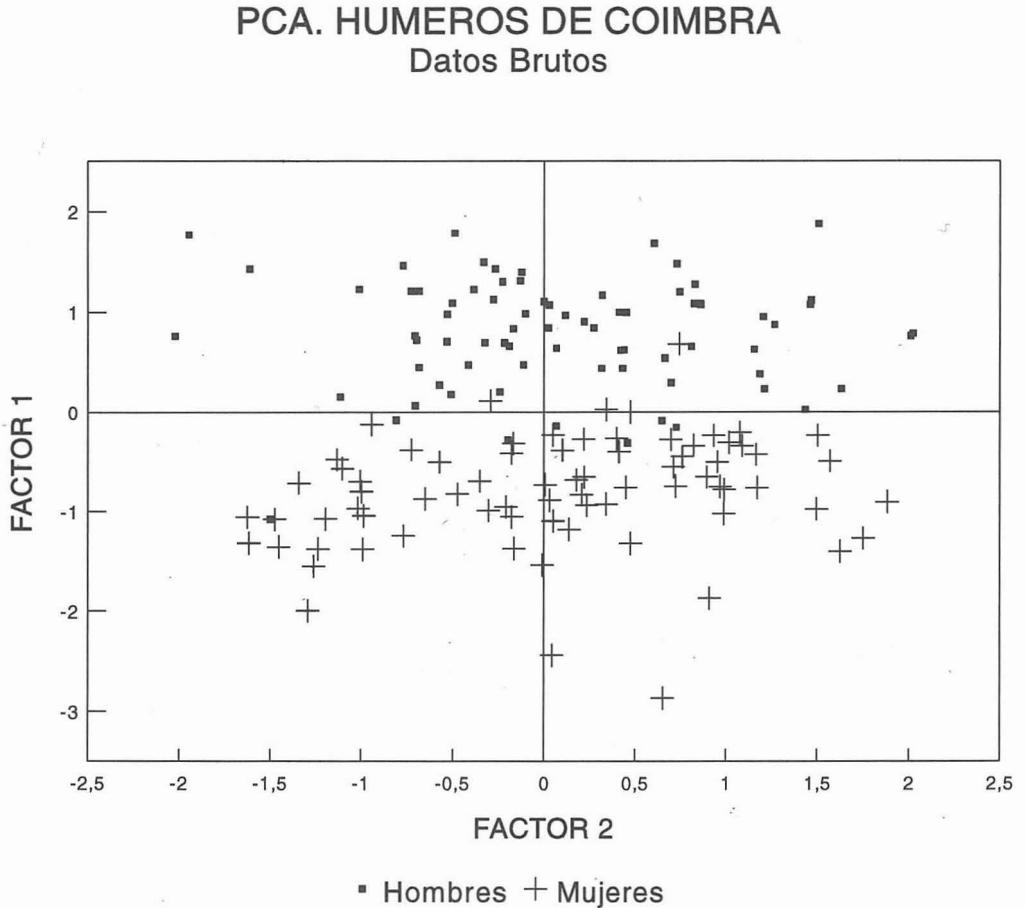


Fig. 2. Análisis de componentes principales de los húmeros de la muestra de Coimbra con datos brutos.

Es interesante notar que las variables con mayor carga sobre el F1 son las epifisarias y más las proximales que las distales. Es decir, el tamaño se expresa sobre todo en dimensiones articulares. No se puede decir lo mismo de las variables de la diáfisis o de la propia longitud humeral. Este mismo resultado ha sido obtenido por France (1988) en cinco poblaciones modernas muy diversas (Nubios Sudaneses, Arikara, Pecos Pueblos, Americanos blancos y Americanos negros), por lo que parece ser un patrón constante del húmero de nuestra especie.

Tabla 2. Carga de las 12 variables humerales sobre los dos primeros factores de variación del A.C.P. con datos brutos. Sólo se han reflejado aquellas cargas superiores en valor absoluto a 0.4.

Matriz factorial A.C.P. húmeros: datos brutos		
VARIABLES:	Factor 1	Factor 2
VAR2	0.944	
VAR3	0.943	
VAR10	0.942	
VAR1	0.939	
VAR9	0.912	
VAR4	0.911	
VAR11	0.903	
VAR8	0.864	0.465
VAR6	0.843	
VAR5	0.830	
VAR12	0.821	
VAR7	0.797	0.473

Con el fin de intentar mejorar la correlación entre los factores y las variables, y para facilitar en lo posible su interpretación, hemos realizado una rotación ortogonal de los mismos, concretamente la rotación VARIMAX, que minimiza el número de variables con carga alta sobre cada uno de los factores extraídos. En este tipo de rotación, ni las communalidades de las variables, ni la varianza total explicada por los dos factores cambia. Sin embargo, se redistribuye el porcentaje de la varianza total explicado por cada factor (cambian los valores propios) y mejora la correlación de los factores con un grupo concreto de variables.

Una vez rotados, ninguno de los dos nuevos factores es un claro factor de tamaño (Tabla 3). El primer factor rotado (FR1) ya no se correlaciona altamente con todas las variables, sino que lo hace con las variables epifisarias y la longitud (cargas positivas muy altas). Puede decirse que es un factor de tamaño articular y longitud, que separa a los individuos de epífisis grandes y largas, de individuos con la situación contraria. Intuitivamente uno asignaría cada una de estas dos morfologías a un sexo diferente, sin embargo este factor no separa bien ambos sexos, y los húmeros más cortos y de epífisis más pequeñas no son, únicamente y siempre, los femeninos, es decir, no es un factor sexual tan claro como el F1 de tamaño. El segundo factor rotado (FR2) se correlaciona fuertemente con las tres variables de la diáfisis. Separa, independientemente del tamaño de las epífisis, húmeros de diáfisis robustas (extremo positivo) de húmeros con diáfisis gráciles. No es independiente ni del tamaño ni del efecto de ambas epífisis, y tampoco es un buen factor sexual.

Tabla 3. Carga de las 12 variables humerales sobre los dos primeros factores de variación rotados del A.C.P. con datos brutos. Sólo se han reflejado aquellas cargas superiores en valor absoluto a 0.4.

Matriz factorial rotada A.C.P. húmeros: datos brutos		
Variabes:	Factor 1	Factor 2
VAR5	0.879	
VAR4	0.869	
VAR3	0.859	0.433
VAR2	0.850	0.445
VAR1	0.827	0.467
VAR10	0.756	0.563
VAR11	0.744	0.514
VAR12	0.698	0.441
VAR9	0.692	0.595
VAR8		0.900
VAR7		0.865
VAR6	0.416	0.835

Análisis de componentes principales con datos transformados

Como hemos visto por el A.C.P. con datos brutos, casi toda la variabilidad del húmero (80%) se explica por tamaño (F1). La cuestión es, “podemos estudiar el 20% de variabilidad que no se debe al tamaño, y extraer alguna información útil?”. Para intentar responder a esta cuestión hemos eliminado el tamaño de nuestros datos como se ha explicado más arriba, y hemos realizado un nuevo A.C.P. con los datos transformados.

En este nuevo A.C.P., hemos extraído los tres primeros factores que tienen valores propios superiores a 1, aunque solo los dos primeros son susceptibles de interpretación sencilla, y es el primero de ellos el único que muestra resultados interesantes en cuanto a la discriminación sexual (Tabla 4). El segundo factor (FF2) se correlaciona altamente con las tres variables de la diáfisis y se puede interpretar como el factor 2 rotado del análisis con datos brutos. Sin embargo, el FF1 es un factor bipolar, altamente correlacionado con la variables epifisarias (correlación positiva), y con la longitud (correlación negativa). Este factor separa húmeros cortos con ambas epífisis voluminosas de húmeros largos y epífisis pequeñas. Estas dos morfologías son muy interesantes, en tanto en cuanto son independientes del tamaño (estamos analizando variables de forma). En la figura 3 vemos como “la mayoría” de los hombres tienen valores positivos para este factor, y “la mayoría” de las mujeres valores negativos. Esto implica una interesante diferencia de forma en el húmero de nuestra especie entre ambos sexos, o al menos un morfotipo más frecuente en los hombres y otro más frecuente en las

mujeres (Figura 3). Para un mismo tamaño general, un hombre tiene el húmero más corto y de epífisis más voluminosas que una mujer, en las que es más largo y de epífisis más pequeñas. La primera consecuencia de estos resultados es que la longitud humeral no es un buen estimador del tamaño, ni del propio húmero, ni seguramente, del tamaño o el peso corporal. La mujeres tienen húmeros relativamente más largos, pero de epífisis relativamente más pequeñas.

Tabla 4. Carga de las 12 variables humerales sobre los tres primeros factores de variación del A.C.P. con datos transformados. Sólo se han reflejado aquellas cargas superiores en valor absoluto a 0.4.

Matriz factorial A.C.P. con datos transformados			
Variables transformadas:	Factor 1	Factor 2	Factor 3
FVAR12	-0.903		
FVAR3	0.748		
FVAR2	0.698		
FVAR4	0.649		
FVAR10	0.565		-0.561
FVAR5	0.564		
FVAR1	0.547		
FVAR8		0.896	
FVAR6		0.757	
FVAR7		0.704	0.414
FVAR11			-0.616
FVAR9	0.520	0.423	-0.552

France (1988) llama la atención sobre el hecho de que la actividad muscular afecta al desarrollo de las epífisis en los huesos. Como regla general, la artrología y la miología nos enseñan que para la acción de todos los músculos, la región de origen (*origo*) muscular es un punto más bien estático, de pocos movimientos y desplazamientos (p.ej. el hombro), mientras que las áreas de inserción (*insertio*) son mucho más movibles, pueden realizar mayores desplazamientos (p.ej. el codo). Del mismo modo, el tendón de origen puede estar insertado sobre un área de inserción amplia, ya que no se tiene que mover demasiado, mientras que el tendón de la inserción muscular lo hace en un área reducida, ya que está sometido a un gran abanico de movimientos. Según esto, aunque la fuerza muscular sea la misma en sus dos extremos, el área de inserción soportará mayor fuerza por unidad de superficie que el área de origen, o lo que es lo mismo, las regiones que estén relacionadas con la inserción (*insertio*) muscular (mitad proximal del húmero p.ej.) tendrán que soportar mayores esfuerzos mecánicos de tracción que las relacionadas con el origen (*origo*) de los mismos músculos (mitad distal del húmero).

PCA. HUMEROS DE COIMBRA

Datos de forma

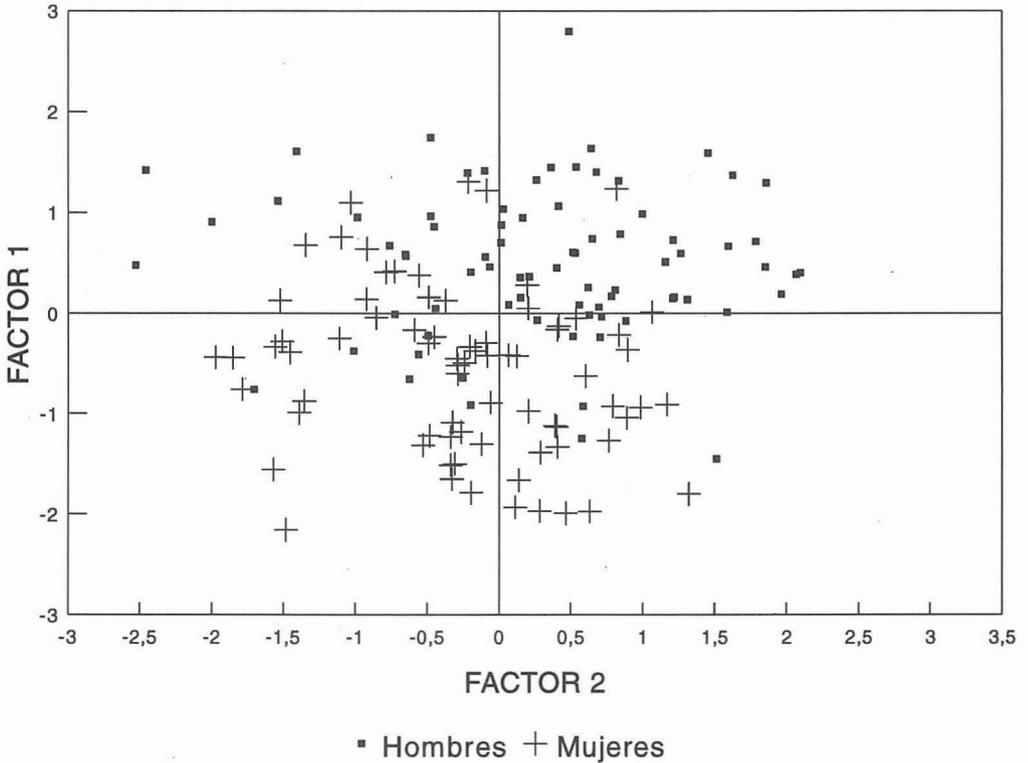


Fig. 3. Análisis de componentes principales de los húmeros de la muestra de Coimbra a partir de las variables de forma.

El hueso reacciona siempre a la cantidad de fuerza que desarrollan los músculos, y por tanto las áreas de inserción muscular reaccionarán en mayor medida que las de origen, y estarán también más sometidas a las variaciones causadas por la actividad muscular intensa (de origen ocupacional por ejemplo, entre los dos sexos etc.). Según esto, las áreas de inserción muscular tenderán a ser más voluminosas y robustas que las áreas de origen muscular. Si suponemos una actividad muscular diferente entre un hombre y una mujer, podemos tener aquí una explicación de la diferencia en la forma del húmero que hemos encontrado entre los dos sexos. Para un mismo tamaño del hueso, las epífisis de los húmeros masculinos son relativamente más grandes y voluminosas que las de los húmeros femeninos, y esta diferencia se marca, muchísimo más, en la epífisis superior, que es precisamente una importante región de inserción muscular dentro del húmero.

Por otro lado, es sabido que la cabeza humeral está sujeta a la cavidad glenoidea de la escápula, básicamente por la tensión muscular de los rotadores, encargados también de estabilizar toda la articulación escápulo-humeral. Son sobre todo las fibras horizontales de estos músculos las que previenen la dislocación hacia abajo del húmero. Un aumento del tamaño relativo de las epífisis, produce un aumento relativo del área de las superficies articulares, con lo que se reduce la fuerza por unidad de superficie (estrés intra-articular) que soportan las articulaciones. Si los hombres poseen una actividad muscular mayor que las mujeres, o simplemente, su masa muscular es mayor, es lógico que tengan epífisis más grandes. Hemos podido observar personalmente, como las impresiones que los músculos dejan sobre la superficie del hueso son muy variables tanto bilateralmente como entre individuos de ambos sexos. En nuestra opinión, el desarrollo de las impresiones musculares (Deltoides, Pectoral Mayor, etc) no refleja claramente el desarrollo muscular y no es el mejor criterio del cual puedan deducirse diferencias sexuales en cuanto a desarrollo muscular. Creemos que las diferencias de forma puestas de manifiesto en este análisis son el criterio mejor fundado para defender diferencias importantes, funcionales o no, entre el húmero de ambos sexos en nuestra especie. Otra cuestión es averiguar si esta diferencia de forma, refleja simplemente una mayor fuerza física de los varones, o además tiene consecuencias funcionales en cuanto a capacidad de movimientos, ventajas biomecánicas de las palancas musculares o cualquier otro aspecto de la fisiología del brazo.

Finalmente, encontramos, al igual que otros autores, que las dimensiones a media diáfisis no presentan claras diferencias sexuales. En la diáfisis no existe una clara separación entre las áreas de inserción y las áreas de origen muscular, lo cual resulta en una región muy variable tanto métrica como morfológicamente y en la que las diferencias de actividad, p.ej. entre sexos, se detectan con mucha mayor dificultad.

Análisis discriminante

Con el fin de determinar lo mejor posible que variables, de las 12 que estamos usando, son más útiles en la discriminación entre los dos sexos, hemos calculado varias funciones de clasificación a partir de la serie de Coimbra. La técnica seguida en la construcción de la función discriminante es la de "paso a paso", y los grupos a discriminar son los dos sexos. Al igual que en el caso del A.C.P. la muestra es de 154 individuos modernos (78 masculinos y 76 femeninos).

En la función de clasificación resultante de este análisis discriminante intervienen solamente dos variables: el diámetro transversal de la cabeza (VAR3) y la anchura de la epífisis inferior (VAR9). Esta función clasifica correctamente

el 94'16% de los individuos de la muestra (93'6% de los hombres y el 94'7% de las mujeres; Tabla 5, Figura 4).

Tabla 5. Parámetros del análisis discriminante del húmero. Abreviaturas: A.S.M. = casos asignados al sexo masculino; A.S.F. = casos asignados al sexo femenino. Tolerancia = 0.01; F de entrada = 4.0; F de salida = 3.996.

Parámetros del análisis discriminante paso a paso del húmero			
Valor Propio:	2.35		
Correlación Canónica	1.00		
Lambda de Wilks:	0.30		
Valor de Chicuadrado:	182.74;	g.l. = 2;	signif. = 0.0000

Correlación entre las variables y la función discriminante		Coeficientes de Clasificación de Fisher:		
VAR3	0.91	VAR3	7.20	6.17
VAR2	0.82	VAR9	3.87	3.42
VAR9	0.79	Constante:	-270.35	-204.31
VAR1	0.79			
VAR10	0.73			
VAR4	0.69			
VAR 11	0.64			
VAR8	0.61			
VAR5	0.60			
VAR6	0.56			
VAR12	0.56			
VAR7	0.52			

Porcentaje de clasificación de la función			
Sexo	Casos	A.S.M.	A.S.F
Masculino	78	73 (93.6%)	5 (6.4%)
Femenino	76	4 (5.3%)	72 (94.7%)
Total de casos correctamente clasificados: 145 (94.16%)			

El poder de clasificación de esta función es muy similar, y en algunos casos superior, al que se obtiene del análisis de las variables del hueso coxal (Arsuaga, 1985; Arsuaga *et al.*, en este volumen). Tanto el diámetro transversal de la cabeza como la anchura de la epífisis inferior reflejan claramente tamaño articular. Según esto, las mujeres tienen articulaciones más pequeñas que los hombres, lo cual viene a confirmar los resultados obtenidos en los análisis de componentes principales discutidos anteriormente. Si observamos bien la tabla 5 vemos que las variables que más se correlacionan con la función discriminante son las articulares (VAR 3, 2, 9, 1 y 10).

Nuestros resultados son muy similares a los obtenidos por otros autores que también han utilizado técnicas multivariantes para estudiar el dimorfismo sexual del húmero (Dittrick & Suchey, 1986; France, 1988).

ANALISIS DISCRIMINANTE
HUMEROS DE COIMBRA
 Función discriminante. Variables 3 y 9

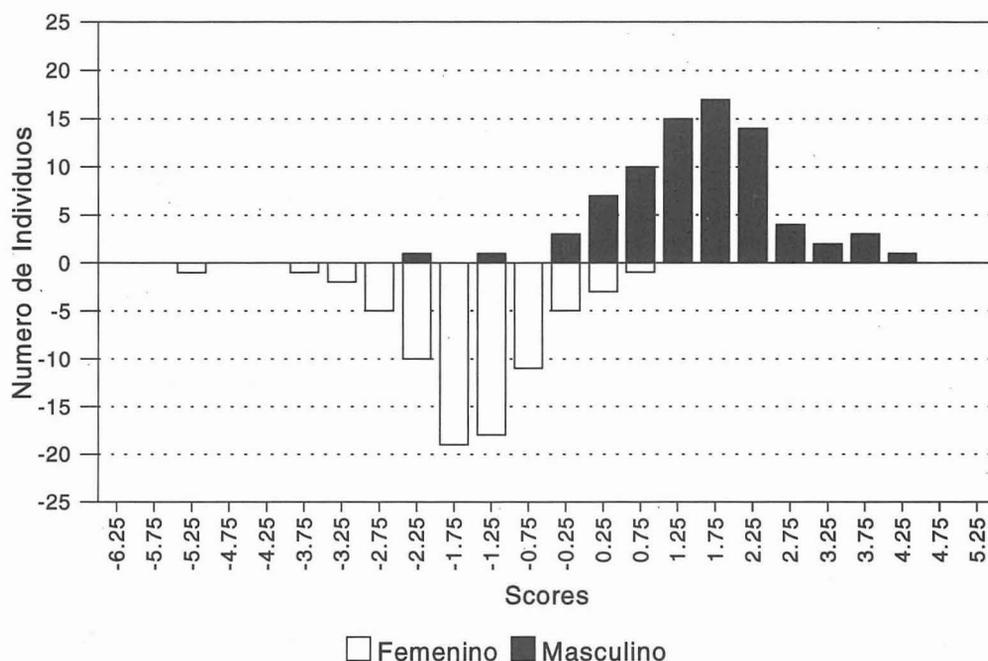


Fig. 4. Histograma de los scores de los húmeros de Coimbra en la función discriminante de las variables 3 y 9.

Dittrick y Suchey (1986) una vez sexada una muestra de restos prehistóricos de California central en base a la morfología del pubis, realizan un análisis discriminante con nueve variables humerales, encontrando que la variable que mejor discrimina los dos sexos es también el diámetro transversal de la cabeza (89'5% de acierto), seguida del diámetro vertical (89'0%) y de la anchura de la epífisis inferior (85'2%). En la muestra de Coimbra el diámetro vertical de la cabeza clasifica correctamente el 88'96% de los casos.

Conclusiones

Las doce variables del húmero que hemos utilizado en este trabajo presentan, en términos absolutos, promedios significativamente mayores en los hombres

que en las mujeres. El índice sexual más bajo lo presenta la anchura de la tróclea, seguida del diámetro anteroposterior de la diáfisis y el diámetro transversal de la cabeza humeral.

En un análisis de componentes principales con datos brutos, encontramos que en la serie de Coimbra, el 80'0% de la variación sexual presente en el húmero se debe al tamaño, y que este se expresa sobre todo en dimensiones articulares. El primer factor de este A.C.P. separa muy bien ambos sexos. Este resultado es similar al hallado por otros autores en otras muestras modernas (France, 1988), por lo que parece ser un patrón constante en nuestra especie. Cuando eliminamos el tamaño de los datos y utilizamos variables de forma, el A.C.P. nos muestra que para un mismo tamaño, el húmero de un hombre es relativamente más corto y de epífisis más voluminosas que el de una mujer, que sería relativamente más largo y de epífisis más pequeñas. Hemos interpretado esta diferencia morfológica en base a la diferente fuerza o estrés que tiene que soportar una determinada región del hueso según sea una zona de inserción muscular o una zona de origen muscular y por tanto, dicha diferencia morfológica esta relacionada con la diferente masa muscular que presenta un hombre respecto de una mujer. Sin embargo, creemos que son necesarios más estudios para desvelar si este diferente patrón morfológico (dimorfismo sexual *sensu stricto*) tiene consecuencias funcionales en nuestra especie.

En un análisis discriminante paso a paso con las 12 variables humerales, encontramos que tan sólo intervienen en la función el diámetro transversal de la cabeza humeral y la anchura de la epífisis inferior. Esta función clasifica correctamente el 94'16% de los individuos de la muestra, valor diagnóstico similar al encontrado con otros huesos supuestamente mucho más dimórficos, como es el caso del hueso coxal. Las dos variables en cuestión son articulares, que son a su vez las que mejor reflejan las diferencias sexuales. El patrón de dimorfismo sexual encontrado en Coimbra es similar al encontrado por otros autores en otras poblaciones modernas y en todas ellas también la epífisis proximal del húmero es más dimórfica que la distal por lo que de nuevo éste es un patrón general de nuestra especie. La epífisis proximal del húmero es una importante región de inserción muscular, sometida a altos niveles de estrés mecánico, y por tanto más desarrollada y más dimórfica que la segunda, que es sobre todo una región de origen muscular.

Agradecimientos

Queremos agradecer al Dr. Manuel Laranjeira Rodrigues de Aeira, Director del Instituto de Antropología de la Universidad de Coimbra, por autorizarnos el acceso a su valiosa colección de restos esqueléticos, agradecimiento que hacemos

extensivo al conjunto del personal científico de instituto por todas las atenciones dispensadas, y en especial a la Dra. Eugenia Cunna, la Dra. Ana Luisa Santos y la Dra. María Augusta Tavares da Rocha.

Este trabajo ha sido financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica de España (PB90-0126-C03-02 y PB93-0066-C03-01) y por el Ministerio de Educación y Ciencia (Programa Sectorial de Formación de Personal Investigador, Subprograma General en el Extranjero).

Bibliografía

- Arsuaga, J. L. 1985. *Antropología del Hueso Coxal: Evolución, Dimorfismo Sexual y Variabilidad*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Ashton, E. H.; Flinn, R. M.; Oxnard, C. E.; Spence, T. F. 1976. The adaptative and clasificatory significande of a certain quantitative features of the forelimb in primates. *Journal of Zoology*, 178: 515-550.
- Bass, W. M. 1987. *Human Osteology, a laboratory and field manual*. Trimble M.K. (ed.). Missouri Archaeological Society. Columbia.
- Chamberlain, A. T.; Wood, B. A. 1987. Early hominid phylogeny. *J. Hum. Evol.*, 16: 119-133.
- Dittrick, J.; Suchey, J. M. 1986. Sex determination of prehistoric central California skeletal remains using discriminant analysis of the femur and humerus. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 70: 3-9.
- France, D. L. 1988. Osteometry at muscle origin and insertion in sex determination. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 76: 515-526.
- Krogman, W. M.; Yasar-Iscan, M. 1986. *The Human Skeleton in Forensic Medicine*. Charles C. Thomas, U.S.A., Springfield, Illinois.
- McHenry, H. M. 1976. Multivariate analysis of early hominid humeri. In: *The Measures of Man*, (Giles, E. y Friedlaender, J.S. Eds.). Peabody Museum Press, Cambridge, Mass., Harvard University: 338-371.
- McHenry, H. M.; Corruccini, R. S. 1975. Distal humerus in hominid evolution. *Folia Primatol.*, 23: 227-244.
- Mosiman, J. E. 1970. Size allometry: size and shape variables with characterisations of the lognormal and generalised gamma distributions. *J. Am. Statist. Ass.*, 65: 930-945.
- Norusis, M. J. 1990. *Statistical Data Analysis*. Chicago, SPSS Inc.
- Senut, B. 1981. L'humérus et ses articulations chez les hominidés Plio-Pléistocènes. *Cahiers de Paléontologie (Paléoanthropologie)*. Editions du C.N.R.S.: 1-141.

- Themido, A. A. 1926. Sobre alguns caracteres sexuais dos húmeros portugueses. *Revista da Universidade de Coimbra*, X (1-4): 104-173.
- Wood, B.A.; Chamberlain, A.T. 1986. The primate pelvis: allometry or sexual dimorphism?. *J. Hum. Evol.*, 15: 257-263.