Rev. Esp. Antrop. Fís. (2012)
Vol. 33: 30-43

Dimorfismo sexual de la clavícula: un estudio basado en una muestra actual española

ALCINA M., RISSECH C., CLAVERO A. Y TURBÓN D.

Unitat de Antropologia, Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia,
Universitat de Barcelona, Barcelona (España).

Corresponding Author: Carme Rissech Badalló
Secc. Antropologia Física, Departament de Biologia Animal. Facultat de Biologia
Universidad de Barcelona. Av. Diagonal, 645. 08028 Barcelona. España
carme.rissech@ub.edu

Keywords:

Sexual determination
Clavicular morphology
Bilateral asymmetry
Individual identification
Adult

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the sexual dimorphism of the clavicle taking into account its directional asymmetry and to provide useful algorithms for sexual diagnosis. This analysis was performed in 77 modern adult individuals of Madrid origin (45 men and 32 women) ranging from 20 to 92 years of age and belonging from the collection of the University Complutense of Madrid. Two kinds of measurements were taken, one directly from the bone (maximum length, the perimeter at the middle and, acromial and esternal epiphysis width) and the other indirectly from photographic images (angle and sagita). After checking the consistence of the measurements by a Medieval sample from Palencia, the sexual dimorphism and the directional asymmetry of the left and right clavicles were analyzed by Student's T test. Secondly, a Principal Components Analysis (PCA) was applied to evaluate the degree of variable implication in sexual dimorphism. Finally, a discriminant analysis was carried out on each clavicular side. The results indicated that: 1) males have higher average values than females in all the variables with the exception of the angle; 2) in males, the average values of the acromial and esternal width of the right clavicle are higher than those of the left; y 3) sexual dimorphism is manifested mainly by variables related to the clavicular size. Finally, 2 functions were obtained, one for left clavicles and another for the right, based on clavicle length and the perimeter at the middle, which showed an accuracy of over 92%.

Recibido: 10-12-2012
Aceptado: 11-03-2013

Palabras clave:

Diagnóstico sexual
Morfología clavicular
Asimetría bilateral
Identificación individual
Adultos

RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el dimorfismo sexual de la clavícula, teniendo en cuenta su asimetría direccional, y aportar algoritmos útiles para el diagnóstico sexual. El material utilizado fueron 77 individuos adultos actuales con origen familiar en Madrid (45 varones y 32 mujeres), de edades comprendidas entre 20 y 92 años, y pertenecientes a la colección de la Universidad Complutense de Madrid. Se tomaron 2 tipos de medidas, unas directas sobre el hueso (longitud máxima, perímetro en la mitad, anchura de la epífisis acromial y esternal) y otras indirectas sobre imágenes fotográficas (ángulo y sagita). Después de comprobar la constancia de las mediciones mediante una muestra de época medieval originaria de Palencia, se analizó el dimorfismo sexual en las clavículas izquierdas y derechas así como la asimetría bilateral en cada serie sexual, mediante la t de Student. Posteriormente, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para evaluar el grado de implicación de las variables en el dimorfismo sexual. Por último, se llevó a cabo un análisis discriminante para cada lado clavicular. Los resultados mostraron que: 1) los varones presentan valores medios superiores a las mujeres en todas las variables excepto en el ángulo; 2) los valores de la anchura acromial y esternal de la serie masculina son mayores en la clavícula derecha que en la izquierda; y, 3) el dimorfismo sexual viene dado principalmente por las variables relacionadas con las dimensiones claviculares. Finalmente, se obtuvieron dos funciones, una para clavículas izquierdas y otra para las derechas, basadas en la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad, las cuales presentan una fiabilidad mayor del 92 %.

ISSN: 2253-9921
© 2012 Sociedad Española de Antropología Física

Introducción

El diagnóstico del sexo y la estimación de la edad están en la base de cualquier estudio osteológico ya sea arqueológico o forense. En el campo de la antropología de las poblaciones del pasado ambas estimaciones son esenciales tanto para una reconstrucción demográfica como para la interpretación de muchos otros factores, incluyendo el estado de salud y las condiciones de vida (Krogman e Iscan 1986; Trancho et al. 1996b). En el campo forense ambos diagnósticos: edad y sexo, son esenciales para la identificación individual, por ejemplo, en casos de desastres en masa cuando los cuerpos están mutilados o en avanzado estado de descomposición el tener un conocimiento de esas dos variables es básico, pues permiten descartar amplios sectores de la población (Modi, 1988). El diagnóstico sexual de los restos esqueléticos de individuos adultos es relativamente fácil y fiable cuando los restos están completos. No obstante, cuando se trata de elementos óseos aislados, el diagnóstico sexual, es consecuentemente menos fiable, causando muchas veces identificaciones erróneas o inconcluyentes, debido, por ejemplo, a la carencia de una base de datos completa que permita determinar eficazmente el diagnóstico sexual de los elementos esqueléticos analizados (Gapert et al. 2009). Se entiende como base de datos completa aquella que tiene en cuenta los diferentes elementos esqueléticos de las distintas poblaciones y su contexto temporal. Como es conocido, el dimorfismo sexual varía según: 1) la región esquelética analizada, 2) el origen poblacional de los restos (Holden y Mace 1999; Liu, 2004; Barrier y L'Abbé, 2008; Charisi et al. 2011), y 3) la situación en el tiempo de los individuos, el denominado cambio secular, causado por las modificaciones de los estilos de vida a lo largo del tiempo (Carlson y Grine, 2007).

El diagnóstico sexual de los restos esqueléticos de los individuos adultos se basa ordinariamente en métodos somatoscópicos (Ferembach et al. 1980; Bruzek, 2000; Marchal, 2003; Rogers, 2005; Williams y Rogers, 2006; entre otros) y métricos (Rissech y Malgosa 1991, 1997; Rios-Frutos, 2002; Sakaue, 2004; Murail et al. 2005; Albanese et al. 2005; Celbis y Agritmis, 2006; Walker, 2008; Spradley y Jantz, 2011), del coxal (Ferembach et al. 1980; Rissech y Malgosa 1991, 1997; Bruzek, 2000; Marchal, 2003; Murail et al. 2005; Albanese et al. 2005), del cráneo (Rogers, 2005; Williams y Rogers, 2006; Walker, 2008) y, de los huesos largos (Holman y Bennett 1991; Rios-Frutos, 2002; Sakaue, 2004; Celbis y Agritmis 2006; Kranioti, 2009; Charisi et al. 2011; Scholtz et al. 2010; Spradley y Jantz, 2011). De todos los estudios realizados sobre los huesos largos destacan los aplicados a los elementos de la extremidad superior, por su fiabilidad durante el diagnóstico sexual, en la medida de que se obtienen mejores resultados que en los realizados en cráneo y extremidades inferiores (Shirley, 2009; Spradley y Jantz, 2011). De la extremidad superior destacan los estudios sobre el cúbito y el radio (Celbis y Agritmis, 2006; Holman y Bennett, 1991), el húmero (Holman y Bennett, 1991, Charisi et al. 2011) y la escápula (Scholtz et al. 2010). Sin embargo, y a pesar de la importancia que muestran los elementos de la extremidad superior en el diagnóstico sexual, no hay muchos trabajos sobre la clavícula humana (Terry, 1932; Ray, 1959; Jit y Kaur, 1986; Rios-Frutos, 2002; Shirley, 2009; Spradley y Jantz, 2011; Papaioannou et al. 2012; Tise et al. 2013) y los pocos existentes tienen como base la población afroamericana (Terry, 1932) y blanca de norteamérica (Shirley, 2009; Spradley y Jantz, 2011); la población aborigen de Australia (Ray, 1959), de la India (Jit y Kaur, 1986), de Guatemala (Rios-Frutos, 2002) y de Mexico (Tise et al. 2013). Sólo ha sido posible detectar en Europa un estudio sobre la clavícula basado en población de origen griego (Papaioannau et al. 2012). Hasta el momento no hemos encontrado estudios antropológicos de la clavícula basados en población española.

La clavícula, al ser uno de los elementos óseos que termina su desarrollo más tarde, presenta un notable dimorfismo sexual así como una fuerte asimetría direccional (Parsons, 1916; Mays et al. 1999; Voisin, 2001; Rios-Frutos, 2002). Los elementos óseos presentan una relación significativa y positiva entre el patrón de desarrollo y el grado de dimorfismo sexual (Humphrey, 1998). En general, las partes de maduración temprana tienen un dimorfismo sexual menor que las de maduración tardía (Humphrey, 1998; Rios-Frutos, 2002; Papaioannou et al. 2012). Por otra parte, debido a la maduración tardía de la clavícula la morfología de ésta puede estar más influida por la actividad física del individuo y a la distribución del trabajo dentro de la población, dando lugar a una asimetría direc-

cional (Mays et al. 1999; Steele, 2000; Auerbach y Ruff, 2006) la cual puede reflejar la variación entre los seres humanos que surge de las conductas lateralizadas (Stirland, 1993; Mays, 2002). La asimetría direccional se entiende como un patrón de variación en el que se registran diferencias significativas entre lados, pero en el que el costado con el carácter de mayor magnitud siempre es el mismo. Es necesario destacar que, si bien la asimetría es una característica individual, dichos patrones de variación direccional solamente pueden ser definidos en términos estadísticos dentro de un contexto poblacional, dónde los valores presentan de ordinario una distribución normal alrededor de una media que es significativamente mayor o menor que cero (Ventura, 2004).

Así pues, este trabajo fue diseñado para aportar información sobre el dimorfismo sexual de la clavícula teniendo en cuenta las posibles diferencias de lateralidad en una muestra esquelética documentada originaria del centro de la Península Ibérica. En concreto, los objetivos de este trabajo fueron dos: 1) aportar información sobre el dimorfismo sexual de la clavícula en una muestra de la población contemporánea de Madrid y, 2) aportar algoritmos, basados en la clavícula, que pudieran ser de utilidad para el diagnóstico sexual de restos esqueléticos originarios de esta población.

Anatomía y funciones de la clavícula

La clavícula es un hueso alargado, par, colocado en forma de S itálica (Testut y Latarjet, 1979) que se sitúa horizontalmente en la porción superior del tórax, encima de la primera costilla. Asimismo, también pertenece a la parte anterior del hombro donde se articula medialmente con el tórax, concretamente con el manubrio del esternón, y lateralmente con la escápula. Morfológicamente la clavícula presenta dos curvas: una curva interna o esternal donde la convexidad se adentra hacia delante y una curva externa o acromial donde la convexidad se adentra hacia atrás. Por otro lado este hueso está aplanado de arriba abajo y, por lo tanto, tiene dos caras (superior e inferior) y dos extremos (esternal y acromial). La geometría de la clavícula, como cualquier elemento esquelético, refleja su función biomecánica, con los diferentes músculos y ligamentos unidos a él contribuyendo a cargas de compresión, flexión y torsión. Todas las cargas sobre la extremidad superior se transmiten al tórax a través de la clavícula a lo largo de su eje longitudinal (Harrington et al. 1993). Los dos tercios mediales de la clavícula presentan una sección circular, mientras que el tercio lateral presenta una sección relativamente plana (Ljunggren 1979; Harrington et al. 1993). La clavícula tiene cuatro funciones principales: 1) transmitir las cargas de la extremidad superior hacia el esqueleto axial ya que es el único hueso que conecta estas dos partes del esqueleto humano; 2) servir de apoyo para la inserción de numerosos grupos musculares que se encuentran entre la región cervical y torácica (deltoides, pectoral mayor, trapecio, ECM, EH); 3) proteger la zona neurovascular que va desde el tórax y la región cervical hacia la extremidad superior; y, 4) ayudar a estabilizar la articulación glenohumeral, limitando el movimiento de la escápula y el anclaje de la articulación de las costillas y el esternón a través de la articulación esternoclavicular.

El desarrollo de la clavícula es único en comparación con los otros huesos post-craneales ya que sigue un patrón de osificación, en parte, de tipo membranoso y, en parte, de tipo endocondral. Durante el período embrionario, junto con la mandíbula, es el hueso que primero empieza a osificar y es el hueso largo que más tarde termina dicho proceso. Al ser uno de los últimos huesos en osificarse, alrededor de los 30 años, puede estar más sometido a los cambios ambientales.

Material y Métodos

Muestra esquelética

Para llevar a cabo el presente estudio se utilizó una colección esquelética documentada de la época contemporánea depositada en la Escuela de Medicina Legal de la Universidad Complutense de Madrid (Madrid, España). Esta colección está formada por 195 individuos (115 varones y 80 mujeres) de edades comprendidas entre 3 y 97 años y nacidos entre el final del siglo XIX y principios del siglo XX. La información demográfica de cada individuo, incluyendo la edad y el año de defunción, se obtuvo a partir del registro obituario (Ruiz et al. 2012). De esta colección se seleccionaron todos los individuos adultos (>18 años) que presentaban las dos clavículas (derecha e izquier-

da) enteras y en las que no se observaba ninguna deformación ni patología que pudieran alterar los resultados del estudio. Así pues, se estudiaron un total de 77 individuos (45 varones y 32 mujeres) de entre 20 y 92 años. La media de edad de la serie masculina es de 54.47 años y la de la serie femenina de 65.34 años. Como la mayoría de las colecciones modernas, la muestra de Madrid está compuesta por individuos de edad avanzada (Rissech y Steadman, 2011) y, además, contiene aproximadamente el doble de varones que de mujeres. En la Figura 1 y en la Tabla 1 se muestra la distribución de la muestra estudiada por edad y sexo.

Figura 1: Distribución de la edad según el sexo de la muestra utilizada en el presente estudio

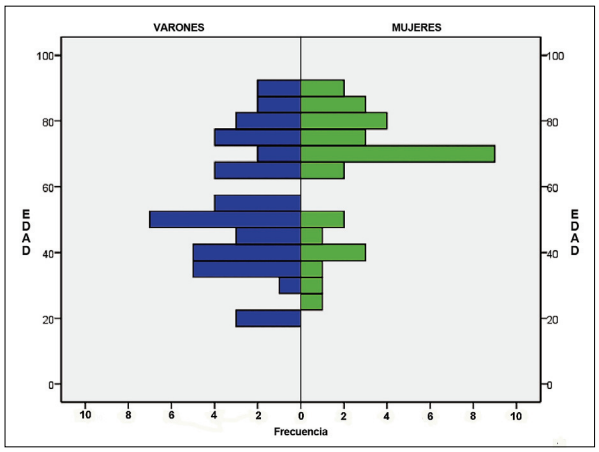


Tabla 1: Distribución de la muestra estudiada por edad y sexo

Rango de edad	Varones		Mujeres	
años	n	%	n	%
20-29	3	6.7	2	6.3
30-39	4	17.8	2	6.3
40-49	7	15.6	5	15.6
50-59	10	22.2	0	0
60-69	4	8.9	6	18.8
70-79	8	17.8	9	28.1
80-89	4	8.9	7	21.9
90-99	1	2.2	1	3.1

Con carácter previo a la realización del presente estudio, los autores pusieron a punto la técnica propuesta, valorándose la repetitividad de las medidas con la muestra que se disponía en aquel momento, esto es, la muestra arqueológica de La Olmeda (Pedrosa de la Vega, Palencia) depositada en la Unidad de Antropología Física de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona. La colección de La Olmeda está formada por 119 individuos adultos (59 masculinos, 47 femeninos y 13 indeterminados) de época medieval, datados entre los siglos VII-XIII (Hernández y Túrbon, 1991). De esta colección se seleccionaron las clavículas izquierdas enteras (n=16) y que no presentasen signos de patología alguna que pudieran modificar los resultados.

Medidas

Para poder llevar a cabo este estudio se tomaron dos tipos de medidas: a) unas directas, sobre el hueso, y b) otras indirectas, sobre imágenes fotográficas ortogonales de las clavículas.

Medidas directas: Sobre el hueso se tomaron 4 medidas clásicas, que fueron las siguientes:

Longitud máxima de la clavícula (Figura 2, medida 1): se define como la distancia entre el extremo acromial y el extremo esternal sin tener en cuenta el eje central de la clavícula (Olivier, 1960). Esta medida se tomó con la tabla osteométrica.

Perímetro en la mitad (Figura 2, medida 2): corresponde a la longitud de la circunferencia en la mitad de la diáfisis de la clavícula (Bass, 1971). Esta circunferencia se mide siguiendo el contorno de la clavícula con una cinta milimetrada.

Anchura de la epífisis esternal (Figura 2, medida 3): corresponde a la anchura máxima perpendicular al eje central del hueso de la epífisis esternal (Olivier, 1960) medida con un pie de rey.

Anchura de la epífisis acromial (Figura 2, medida 4): corresponde a la anchura máxima, medida con un pie de rey, de la epífisis acromial perpendicular al eje central de la clavícula (Olivier, 1960).

Figura 2: Visión superior de una clavícula derecha adulta



(1) Longitud máxima de la clavícula - (2) Perímetro en la mitad - (3) Anchura de la epífisis esternal - (4) Anchura de la epífisis acromial

Medidas indirectas: Las medidas indirectas se tomaron sobre imágenes fotográficas ortogonales de la cara inferior de las clavículas colocadas sobre un negatoscopio. Las fotografías se hicieron con una cámara digital Canon EOS 1D Mark III situada verticalmente a 55 cm del negatoscopio y 65 cm del suelo, y un objetivo fijo Canon 58 mm 1.8. Para controlar la posición e inclinación de la cámara se utilizó un trípode Benro A1681 TBO con nivel incorporado, que se colocó siempre de forma idéntica.

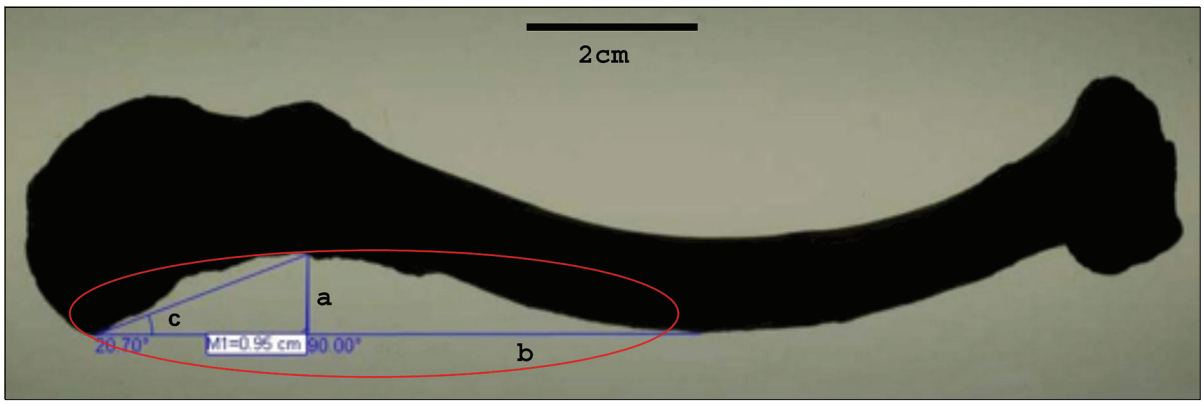
Para la estandarización de la posición, las clavículas se colocaron situadas horizontalmente, con la cara superior de la clavícula sobre el negatoscopio, dejando una visión de la cara inferior a una distancia de 5 cm del lado superior del negatoscopio. El extremo derecho de la cara inferior de la clavícula se situó a una distancia de 4 cm del lado derecho del negatoscopio. Las medidas sobre las fotografías se tomaron a través de la serie de programas TPS (Thin Plate Spine).

Después de comprobar la repetitividad del proceso de fotografiado (este análisis se explica exhaustivamente en el apartado de análisis estadístico) se procedió a la toma de medidas sobre imágenes fotográficas. Las medidas fueron dos: una clásica y otra nueva propuesta en este trabajo.

Sagita (Figura 3, medida a): es el segmento que se levanta perpendicularmente, formando un ángulo de 90º desde el punto medio de la cuerda (Figura 3, medida b) hasta el arco sostenido. Dicha cuerda se forma a partir de la recta horizontal que va desde el punto más bajo de la parte acromial de la curvatura externa hasta el punto más bajo de la parte esternal de dicha curvatura. Se entiende como arco sostenido la curvatura externa cóncava de la clavícula que mira hacia adelante (Maxim depth of lateral curvature de Mays et al. 1999).

Ángulo de la curvatura externa (Figura 3, medida c): se define como tal el ángulo más externo del triángulo que se forma entre la cuerda, la sagita y la hipotenusa

Figura 3: Fotografía ortogonal de la cara inferior de una clavícula izquierda adulta donde se pueden observar la curvatura externa (región dentro de la elipse), la sagita (a), la cuerda (b) y el ángulo de la curvatura externa (c)



que resulta de unir el punto de intersección entre la cuerda y el acromion (el punto más bajo del acromion) y, el punto de intersección entre la sagita y el punto más alto de la curvatura externa. Esta medida se ha propuesto por primera vez en estudios de la clavícula.

Puesta a punto de la técnica de estudio

Para alcanzar este objetivo se valoró la repetitividad y reproductibilidad de las medias de las fotografías y de la toma de medidas (directas e indirectas) a través de la evaluación del error intraobservador e interobservador. Con ello se pretendía conseguir una seguridad de que las mediciones se aplicaban correctamente. La valoración del error intraobservador permite conocer el grado de repetitividad de las medidas; sin embargo, el error interobservador nos permite conocer la reproducibilidad de las medidas.

a) Repetitividad del fotografiado

Para evaluar el posible error cometido durante el fotografiado, se repitieron diez fotografías de cada una de las dieciséis clavículas de la colección arqueológica de La Olmeda durante diez días, montando y desmontando la cámara, el trípode y el negatoscopio entre cada una. Posteriormente las diez imágenes de cada clavícula se sobrepusieron para evaluar el grado de solapamiento de las imágenes, el cual constituye un indicador de la precisión de la toma de las fotografías. En cada una de las diez imágenes se seleccionó el contorno con un color diferente y se superpusieron todas ellas. Si el grado de superposición no fuera correcto se podrían observar los diferentes colores de los contornos; en caso contrario, no se podrán distinguir los colores. Previamente, se realizo un estudio para comprobar que la muestra escogida seguía el comportamiento de una distribución normal y no teníamos ningún valor que se alejara de dicha normalidad.

b) Error intraobservador e interobservador de las medidas

La tarea de evaluar la repetitividad de las medidas se realizó desde la cuantificación de las diferencias observadas en la toma de una misma medida por un mismo observador (error intraobservador) y entre observadores distintos (error interobservador). Para ello, las 16 clavículas de la Olmeda fueron medidas sobre el hueso y sobre las fotografías por el primer autor (MA) y el tercero (AC) de este trabajo. La toma de medidas por parte de cada uno de los dos observadores tuvo lugar en dos días diferentes con intervalo de una semana. Posteriormente, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon de rangos con signos para evaluar la significación estadística de las diferencias observadas entre las medidas del primer autor (error intraobservador) y de los dos autores diferentes (error interobservador). La prueba no paramétrica aquí usada está justificada debido a que el número muestral era menor de treinta casos y por ser datos relacionados.

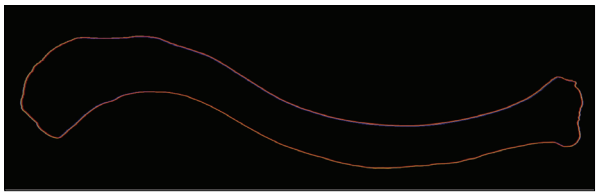
Análisis del dimorfismo sexual y asimetría bilateral

El análisis estadístico se inició con el cálculo de los parámetros centrales y de dispersión: media, desviación estándar y error estándar de la media, teniendo en cuenta sexo y lado (derecho e izquierdo). El dimorfismo sexual en las clavículas derechas e izquierdas se analizó mediante la t de Student para muestras independientes, teniendo en cuenta el sexo y se calculó su grado en forma de porcentaje según la siguiente fórmula [(M-F)/M]*100. En segundo lugar, se evaluó la asimetría bilateral diferencial en cada serie sexual mediante la t de Student para muestras independientes teniendo en cuenta el lado. Posteriormente, para conocer la implicación de las variables en el dimorfismo sexual de la clavícula se procedió a hacer un Análisis Factorial de Componentes Principales (ACP). Por último, y con la intención de proporcionar algoritmos que pudieran ser útiles para la discriminación sexual de restos esqueléticos originarios del centro de la Península Ibérica, se llevó a cabo un análisis discriminante para cada lado. El método seleccionado fue el Análisis Discriminante por pasos, mediante el lambda de Wilks y el criterio seleccionado fue el del valor F, con un F = 3.84 para entrar y de 2.71 para salir. Debido al bajo número muestral, la muestra original de este estudio no fue dividida en dos para crear una muestra test sino que se utilizó la muestra completa mediante el método Jackknife. Este método clasifica cada caso del análisis mediante una función derivada a partir de los demás casos menos uno. Todos los análisis estadísticos se calcularon mediante el paquete informático SPSS 18.0.

Resultados

La superposición de las diez fotografías de una misma clavícula realizada en cada una de las dieciséis clavículas de la Olmeda muestra que no pueden distinguirse los colores de las diferentes fotografías, dando lugar a una única imagen (Figura 4).

Figura 4: Superposición de diez fotografías de una misma clavícula, en la que no puede distinguirse el color de cada imagen por lo que las diferencias entre ellas son casi nulas



Esto es, las diez imágenes de cada clavícula están altamente superpuestas y las diferencias son prácticamente inexistentes. En consecuencia, las diferencias debidas a la toma de las fotografías son tan pequeñas que no afectan a los resultados del presente trabajo. El análisis del error intraobservador e interobservador, tanto de las medidas directas como de las indirectas, indican que no hay diferencias significativas entre las medidas tomadas en días diferentes por el mismo observador (Tabla 2) ni entre observadores distintos (Tabla 3).

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de las dos estimas realizadas por el primer autor (MA) con una semana de diferencia

VARIABLES	n	Media	D.S.	Z	p
Long. clavícula 1	16	138.190	9.404		
Long. clavícula 2	16	138.190	9.404	0.000	1.000
Perímetro mitad 1	16	36.410	4.565		
Perímetro mitad 2	16	36.590	4.484	-1.298	0.194
Anch. esternal 1	16	23.594	2.990		
Anch. esternal 2	16	23.590	3.029	0.000	1.000
Anch. acromial 1	16	25.630	3.793		
Anch. acromial 2	16	25.720	3.924	-0.966	0.334
Ángulo 1	16	28.305	5.178		
Ángulo 2	16	28.349	5.182	0.879	0.379
Sagita 1	16	13.044	2.816		
Sagita 2	16	13.075	2.846	-1.394	0.163

1 indica primera estima - 2 indica segunda estima
Test de Wilcoxon de rangos con signos

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de las variables estimadas por dos observadores diferentes

VARIABLES	n	Media	D.S.	Z	p
Long. clavícula 1	16	137.810	9.565		
Long. clavícula 2	16	137.690	9.443	-1.414	0.157
Perímetro mitad 1	16	36.720	5.574		
Perímetro mitad 2	16	36.750	5.471	-0.302	0.763
Anch. esternal 1	16	26.377	3.613		
Anch. esternal 2	16	26.563	3.686	-1.897	0.058
Anch. acromial 1	16	22.813	3.172		
Anch. acromial 2	16	22.688	3.098	-1.414	0.157
Ángulo 1	16	27.368	5.527		
Ángulo 2	16	26.942	5.496	-1.422	0.155
Sagita 1	16	13.606	2.751		
Sagita 2	16	13.376	2.588	-1.190	0.234

Observador 1 (MA) - Observador 2 (AC)
Test de Wilcoxon de rangos con signos

Las Tablas 4 y 5 muestran los resultados obtenidos en el análisis de dimorfismo sexual teniendo en cuenta el lado derecho e izquierdo de la clavícula. Los resultados indican que, en ambos lados: derecho e izquierdo, los varones presentan valores medios significativamente mayores que las mujeres en la longitud de la clavícula, el perímetro en la mitad, en las anchuras esternal y acromial, respectivamente, y en la sagita (Tabla 4 y 5). En este contexto, el ángulo es la única variable de este estudio que no presenta diferencias sexuales. En ambos lados, las mayores diferencias sexuales se encuentran en la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad, las cuales muestran un rango entre 23 y 7 mm, respectivamente. En las demás variables, las diferencias sexuales oscilan entre 3 y 4 mm en ambos lados.

Las Tablas 6 y 7 muestran los resultados del análisis de asimetría bilateral de las clavículas de la serie masculina y femenina respectivamente. Los resultados obtenidos revelan que no hay diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo tanto masculino como femenino en la muestra analizada, a excepción de las anchuras acromial y esternal de la serie masculina, donde los valores medios del lado derecho son mayores que los del izquierdo (Tabla 6). A pesar de esta ausencia de diferencias significativas, se obser-

Tabla 4: Estadísticos descriptivos de la clavícula derecha teniendo en cuenta las diferencias sexuales

	Varones				Mujeres				
VARIABLES	n	Media	DS	Error	n	Media	DS	Error	p	Dimorfismo
Long. clavícula	45	155.120	10.056	1.499	32	132.380	7.955	1.406	0.000*	14.65
Perímetro mitad	45	38.000	3.676	0.548	32	31.360	2.301	0.407	0.000*	17.47
Anch. esternal	45	24.618	3.617	0.539	32	21.050	2.728	0.482	0.000*	14.49
Anch. acromial	45	24.349	3.877	0.578	32	20.959	3.352	0.593	0.000*	13.92
Ángulo	45	26.230	6.516	0.971	32	23.426	6.533	1.155	0.067	10.69
Sagita	45	13.380	3.336	0.497	32	10.660	2.029	0.359	0.000*	20.32

Test de t de Student para variables independientes. El asterisco (*) indica significación estadística

Tabla 5: Estadísticos descriptivos de la clavícula izquierda teniendo en cuenta las diferencias sexuales

	Varones				Mujeres				
VARIABLES	n	Media	DS	Error	n	Media	DS	Error	p	Dimorfismo
Long. clavícula	45	157.020	10.312	1.537	32	134.810	7.403	1.309	0.000*	14.14
Perímetro mitad	45	37.260	3.732	0.556	32	30.300	2.063	0.365	0.000*	18.68
Anch. esternal	45	23.049	3.321	0.495	32	20.800	2.749	0.486	0.002*	9.76
Anch. acromial	45	22.653	3.772	0.562	32	20.084	3.617	0.639	0.004*	11.34
Ángulo	45	24.050	6.082	0.907	32	22.430	5.907	1.044	0.248	6.73
Sagita	45	12.784	3.214	0.479	32	10.525	2.108	0.373	0.001*	17.67

Test de t de Student para variables independientes. El asterisco (*) indica significación estadística

Tabla 6: Estadísticos descriptivos de la clavícula masculina teniendo en cuenta la lateralidad

	Lado derecho				Lado izquierdo				
VARIABLES	n	Media	DS	Error	n	Media	DS	Error	p
Long. clavícula	45	155.120	10.056	1.499	45	157.020	10.312	1.537	0.379
Perímetro mitad	45	38.000	3.676	0.548	45	37.260	3.732	0.556	0.343
Anch. esternal	45	24.618	3.617	0.539	45	23.049	3.321	0.495	0.035*
Anch. acromial	45	24.349	3.877	0.578	45	22.653	3.771	0.562	0.038*
Ángulo	45	26.230	6.516	0.971	45	24.050	6.082	0.907	0.104
Sagita	45	13.380	3.336	0.497	45	12.784	3.214	0.479	0.391

Test de t de Student para variables independientes. El asterisco (*) indica significación estadística

Tabla 7: Estadísticos descriptivos de la clavícula femenina teniendo en cuenta la lateralidad

	Lado derecho				Lado izquierdo				
VARIABLES	n	Media	DS	Error	n	Media	DS	Error	p
Long. clavícula	32	132.380	7.955	1.406	32	134.810	7.403	1.309	0.209
Perímetro mitad	32	31.360	2.301	0.407	32	30.300	2.063	0.365	0.056
Anch. esternal	32	21.050	2.728	0.482	32	20.800	2.749	0.486	0.716
Anch. acromial	32	20.959	3.352	0.593	32	20.084	3.617	0.639	0.319
Ángulo	32	23.426	6.533	1.155	32	22.430	5.907	1.044	0.525
Sagita	32	10.660	2.029	0.359	32	10.525	2.108	0.372	0.795

Test de t de Student para variables independientes. El asterisco (*) indica significación estadística

vó una cierta tendencia a que los valores medios de las variables analizadas de la clavícula derecha fueran mayores a los de la clavícula izquierda, a excepción de la longitud de la clavícula, la cual era mayor en el lado izquierdo. Estos resultados se ajustan a los ya publicados sobre la asimetría direccional de la clavícula (Parsons, 1916; Mays et al. 1999; Voisin, 2001; Auerbach y Raxter, 2008).

En el estudio de las dos series sexuales teniendo en cuenta el lado, se compararon los valores medios de las variables, tanto directas como indirectas, mediante un ACP. Los resultados de este análisis (Tabla 8) resumieron las variables de la clavícula derecha e izquierda en dos factores, los cuales explican el 73% y el 71% de la varianza de las clavículas derechas e izquierdas, respectivamente.

El Factor 1 de ambos lados está principalmente influenciado por la longitud de la clavícula y por el perímetro en la mitad, dos variables definitorias de las dimensiones de la clavícula. Por el contrario, el Factor 2 de ambos lados está constituido principalmente por el ángulo y la sagita, las cuales son variables íntimamente relacionadas con la forma de la clavícula. El gráfico de dispersión muestra la distribución de las

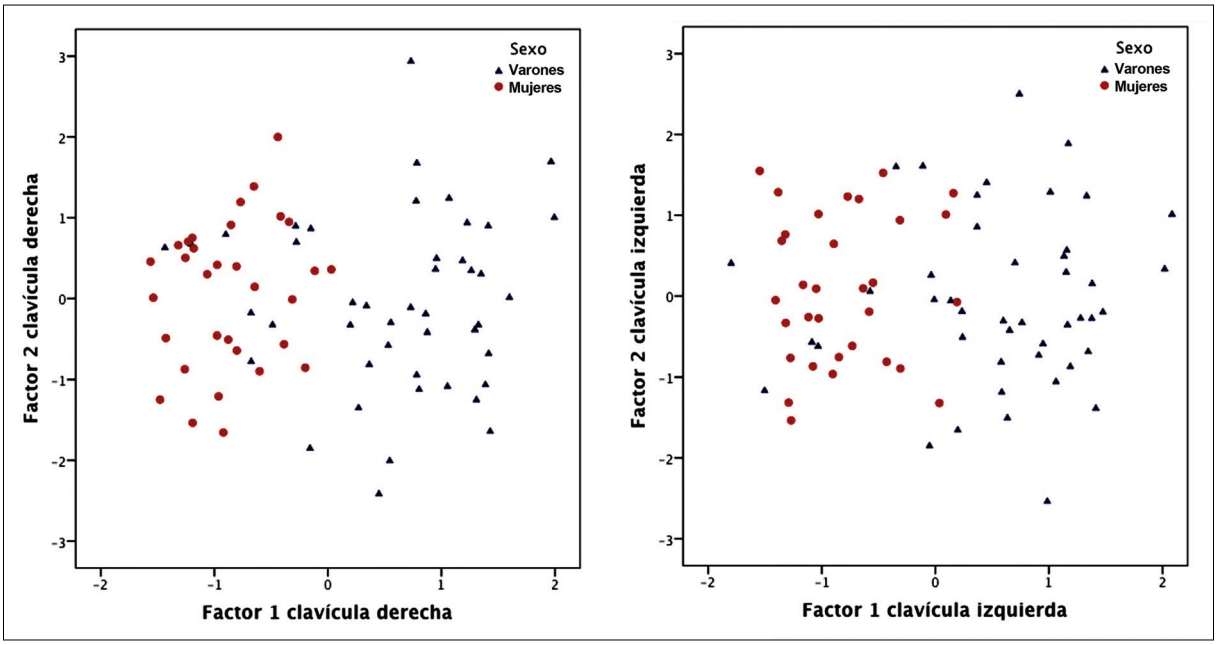
Tabla 8: Porcentaje de la varianza explicada y porcentaje de la varianza acumulada en cada componente del ACP. Matriz factorial de correlación del Factor 1 y Factor 2

	Componente principal	% de la varianza	% acumulado	Factor 1 (51.7%)	Factor 2 (20.8%)
Clavícula derecha	1	51.694	51.694	0.269 x Longitud clavícula	0.662 x Sagita
	2	20.812	72.505	0.264 x Perímetro en la mitad	0.444 x Ángulo
	3	10.961	83.467	0.243 x Anchura acromial	- 0.325 x Anchura esternal
	4	6.192	89.659	0.242 x Anchura esternal	- 0.211x Perímetro en la mitad
	5	6.052	95.711	0.220 x Sagita	- 0.114 x Anchura acromial
	6	4.289	100.000	0.120 x Ángulo	- 0.057 x Longitud clavícula

	Componente principal	% de la varianza	% acumulado	Factor 1 (47.3%)	Factor 2 (23.6%)
Clavícula izquierda	1	47.339	47.339	0.287 x Perímetro en la mitad	0.595 x Ángulo
	2	23.560	70.898	0.281 x Longitud clavícula	0.407 x Sagita
	3	13.641	84.539	0.248 x Sagita	- 0.361 x Anchura acromial
	4	6.353	90.892	0.246 x Anchura esternal	- 0.213 x Anchura esternal
	5	5.549	96.441	0.229 x Anchura acromial	- 0.105x Perímetro en la mitad
	6	3.559	100.000	0.128 x Ángulo	- 0.040 x Longitud clavícula

clavículas masculinas y femeninas derechas e izquierdas (Figura 5).

Figura 5: Gráficos de dispersión resultado del ACP para clavículas derechas e izquierdas



En ambos gráficos se observa que las series masculinas están localizadas mayormente en el cuadrante positivo del Factor 1, mientras que la localización de las series femeninas están en el negativo. El sexo no se encuentra discriminado en ningún caso por el Factor 2 (Figura 5). Estos resultados indican que el dimorfismo sexual viene dado principalmente por las variables relacionadas con las dimensiones de la clavícula y no, con las de forma. En concreto, la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad son las dimensiones de la clavícula que parecen ser las más importantes en el análisis del dimorfismo sexual de este elemento esquelético.

En la Tabla 9 se muestran los resultados obtenidos mediante el análisis discriminante para cada lado de la clavícula. De nuevo, los resultados muestran que la longitud máxima de la clavícula y el perímetro en la

Tabla 9: Coeficientes de la función discriminante para las clavículas derechas y izquierdas.
F(x) es la función a aplicar para la determinación del sexo según el lado clavicular

	Variables	Wilk's	F	Varones	Mujeres	Función Discriminante
Clavícula derecha	Longitud clavícula	0.399	113.203	1.594	1.370	0.071
	Perímetro mitad	0.479	81.532	2.623	2.126	0.173
	Constante			- 174.153	- 124.679	- 16.494
	Punto de corte					- 0.235
Clavícula izquierda	Longitud clavícula	0.409	108.790	1.589	1.390	0.077
	Perímetro mitad	0.451	71.738	2.002	1.521	0.171
	Constante			- 162.748	- 177.411	- 17.313
	Punto de corte					- 0.244

F(x) derecha = 0.071 x Longitud de la clavícula + 0.173 x Perímetro en la mitad - 16.494
F(x) izquierda = 0.077 x Longitud de la clavícula + 0.171 x Perímetro en la mitad - 17.331

mitad son las dos variables escogidas para la función discriminante, tanto en las clavículas derechas como en las izquierdas. Estos datos se ajustan de nuevo a lo obtenido por otros autores en el estudio de diferentes poblaciones humanas basadas en restos esqueléticos (Parsons, 1916; Steel, 1966; McCormick et al. 1991; Rios-Frutos, 2002; Shirley, 2009; Papaioannou et al. 2012). Las funciones obtenidas en el presente trabajo (ver Tabla 9) han conseguido unos valores de correcta clasificación de un 93.5% de fiabilidad total (89%, en varones y 100%, en mujeres) en el lado derecho y un 92.2% de fiabilidad total (87%, en varones y 100%, en mujeres) en el lado izquierdo.

Estas funciones (Tabla 9) pueden ser de utilidad para el diagnóstico sexual de restos esqueléticos de poblaciones originarias de Iberia, en especial, del centro peninsular. El diagnostico se realizará sustituyendo la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad en milímetros, en la función elegida, derecha o izquierda según la clavícula a analizar. Si el resultado es mayor al punto de corte dado (Tabla 9) se clasifica como masculino y, si es menor, se clasifica como femenino.

Discusión

Se ha analizado el dimorfismo sexual de las clavículas de una muestra esquelética documentada del centro de la Península Ibérica, concretamente de Madrid. Los resultados, tanto en lado derecho como en el izquierdo, muestran que los valores masculinos son siempre mayores que los femeninos para todas las variables analizadas excepto para el ángulo de la curvatura externa. Como era de esperar, las variables más útiles para el diagnóstico sexual son las relacionadas con las dimensiones de la clavícula (longitud de la clavícula, perímetro en la mitad, y anchura esternal y acromial) y no con la morfología de ésta (ángulo y sagita). De las variables relacionadas con las dimensiones, las que tienen especial interés para el diagnóstico sexual son la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad, obteniéndose una función discriminante para cada lado, con más de un 92% de fiabilidad. El porcentaje de correcta clasificación obtenido en el presente trabajo es elevado y está dentro del rango de fiabilidad obtenido en otras funciones discriminantes basadas en elementos esqueléticos del brazo, el antebrazo y el coxal (Mall et al. 2001; Yoldi et al., 2001; Celbis y Agritmis, 2006; Albanese et al. 2008; Spradley y Jantz, 2011) siendo más elevado que el obtenido en el cráneo (Konigsberg y Hens, 1998; Walker, 2008; Spradley y Jantz, 2011) y elementos post-craneales como el fémur, la tibia y los metacarpos (Alemán et al. 1997; Barrio et al. 2006; Spradley y Jantz, 2011). No obstante, debe señalarse aquí que también se han obtenido ecuaciones discriminantes basadas en población española con porcentajes superiores al 95% de correspondencia en huesos largos de la extremidad superior, ya sea el húmero (Del Río, 2000; Trancho et al. 2012), cúbito (López-Bueis et al. 1996) y radio (Trancho et al. 1996a) y en las extremidades inferiores, caso del fémur (Trancho et al. 1996b) o la tibia (López-Bueis et al. 1996). Resultados similares también se han demostrado en huesos largos de otras series europeas, caso de Portugal (Carretero et al. 1995) o Grecia (Charisi et al. 2011). Esta variabilidad podría ser consecuencia de posibles diferencias poblacionales o de los distintos métodos de análisis utilizados (Iscan y Kedici (2003).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los de los escasos estudios publicados hasta ahora sobre el dimorfismo sexual de la clavícula, basados en población americana (Parsons, 1916; Steel, 1966; McCormick et al. 1991; Rios-Frutos, 2002; Shirley, 2009) tanto en los porcentajes de correcta clasificación como en las variables seleccionadas. En estos estudios referenciados también se observa que las variables relacionadas con la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad son las que discriminan mejor el sexo. Este hecho se explica porque, como se ha dicho anteriormente, existe una relación significativa entre el patrón de desarrollo y el dimorfismo sexual en el esqueleto humano. Las partes de este último, con un patrón de maduración tardío, son más dimórficas, y la longitud de la clavícula y el perímetro en la mitad se clasifican como tal (McCormick et al. 1991). Los resultados también muestran asimetría direccional en la anchura de la epífisis acromial y esternal masculinas, siendo mayores en el lado derecho que en el izquierdo. Aunque los patrones de asimetría bilateral encontrados en este estudio, tanto para la longitud de la clavícula como para el perímetro en la mitad, no son similares a los encontrados en estudios previos (Parsons, 1916; Ray, 1959; Mays et al. 1999; Voisin, 2001) si que se observa en ambos sexos la tendencia a que la clavícula

derecha sea más corta, más robusta y más curvada que la izquierda debido, probablemente, a cargas mecánicas mayores en el lado de la mano dominante (Parsons, 1916; Auerbach y Raxter, 2008).

Las funciones presentadas en este estudio se basan en población española, concretamente en una muestra esquelética de Madrid. Diferentes estudios, tanto en el diagnostico sexual como en la estimación de la edad y de la estatura han demostrado la importancia de utilizar metodologías específicas para cada población (Ríos-Frutos, 2002; López-Costas et al. 2012; Rissech et al. 2013a). Urge desarrollar métodos específicos para la población mediterránea, pues la mayoría de los actuales se basan en población norteamericana y se desconoce el error cometido al aplicarlos. Por ejemplo, el método para el cálculo de la estatura de Trotter y Gleser, basado en población norteamericana de origen europeo sobreestima la estatura de la población española e italiana de manera sistemática. En estas poblaciones el método de Pearson (1899) desarrollado a finales del siglo XIX y, basado en población francesa, permite mejores estimaciones (Formicola, 1993; Formicola y Franceschi 1996; Rissech et al. 2013b). Esto se explica por la relación biológica entre la población francesa, española e italiana. Es necesario, entonces, abandonar la noción de "universalidad" de la metodología osteológica y promover la creación de métodos específicos para cada población (Komar y Grivas, 2008). Aunque es cierto que sería interesante probar las funciones obtenidas en el presente estudio con otras muestras, la existencia de las mismas es importante para próximos estudios osteológicos de la Península Ibérica mientras se espera los resultados de nuevas investigaciones.

Acknowledgements

Agradecemos al Dr. Antonio Sánchez el acceso a la colección de la Escuela de Medicina Legal de la Universidad Complutense de Madrid. Igualmente a Alejandro Ceresuela su ayuda y consejos en el proceso de fotografiado.

Este estudio ha sido financiado por el proyecto: GRQ - Grup d'Estudis d'Evolució d'Homínids i d'Altres Primats 2009SGR884, de la Generalitat de Catalunya.

Bibliografía

Albanese J., Cardoso H.F. y Saunders S.R. (2005) Universal methodology for developing univariate sample – specific sex determination methods: an exemple using the epicondylar breadth of the humerus. *J Archaeol Sci* 32: 143–52.

Albanese J., Eklics G. y Tuck A. (2008) A metric method for sex determination using the proximal femur and fragmentary hip bone. *J Forensic Sci* 53: 1283-1288.

Alemán I., Botella M.C. y Ruiz L. (1997) Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. *Arch Esp Morfol* 2: 7-17.

Auerbach B.M. y Ruff C.B. (2006) Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *J Hum Evol* 50: 203-218.

Auberbach B.M. y Raxter M.H. (2008) Patterns of clavicular bilateral asymmetry in relation to the humerus: variation among humans. *J Hum Evol* 54: 663-647.

Barrier I.L. y L'Abbé E.N. (2008) Sex determination from the radius and ulna in a modern South African sample. *Forensic Sci. Int* 18: 179(1) 85.

Barrio P.A., Trancho G.J., Sánchez J.A. (2006) Metacarpal sexual determination in a Spanish population. *J Forensic Sci* 51: 990-995.

Bass W. (1971) *Human Osteology*. Missouri Archaeological Society. Special publication nº 2. Columbia, Missouri.

Bruzek J. (2000) A method for visual determination of sex using the human hip bone. *Am J Phys Anthropol* 117: 157-168.

Carlson K.J. y Grine F.E. (2007) Robusticity and sexual dimorphism in the postcranium of modern hunter-gatherers from Australia. *Am J Phys Anthropol* 134: 9-23.

Carretero J.M., Lorenzo C. y Arsuaga J.L. (1995) Análisis multivariante del húmero en la colección de restos identificados de la Universidad de Coimbra. *Antropol. Port*. 13: 139-156.

Celbis O. y Agritmis H. (2006) Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Sci Int* 158: 135-139.

Charisi D., Eliopoulos C., Vanna V. y Koilias C.G. (2011) Sexual dimorphism of the arm bones in a modern greek population. *Forensic Sci Int* 56(1): 10-8.

Del Río P. (2000) *Estudio antropológico-forense, antropométrico y morfológico de la colección de la Escuela de Medicina Legal de Madrid*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Ferembach D., Schwidetzky I., Stloukal M. (1980) Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *J Hum Evol* 9: 517-549.

Formicola V. (1993) Stature reconstruction from long bones in ancient population samples: an approach to the problem of its reliability. *Am J Phys Anthropol* 90: 351–358.

Formicola V., Franceschi M. (1996) Regression equations for estimating stature from long bones of early Holocene European samples. *Am J Phys Anthropol* 100: 83–88.

Gapert R., Black S. y Last J. (2009) Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Int J Legal Med* 123: 25–33.

Humphrey L.T. (1998) Growth patterns in the modern human skeleton. *Am J Phys Anthropol* 105: 57-62.

Harrington M.A., Keller T.S., Seiler J.G., Weikert D.R., Moeljanto E. y Schwartz HS. (1993) Geometric properties and the predicted mechanical behavior of adult human clavicles. *J Biomech* 26: 417-426.

Hernández M. y Turbón D. (1991) Parámetros del esqueleto postcraneal en la población medieval castellana de "La Olmeda". *Bol Soc Esp Antrop Biol* 12: 61-80.

Holden C. y Mace R. (1999) Sexual dimorphism in stature and women's work: a phylogenetic cross-cultural analysis. *Am J Phys Antrhopol* 110(1): 27-45.

Holman D.J. y Bennett K.A. (1991) Determination of sex from arm bone measurements. *Am J Phys Antrhopol* 84(4): 421-426.

Iscan M.Y. y Kedici P.S. (2003) Sexual variation in bucco-lingual dimensions in Turkish dentition. *Forensic Sci Int* 137: 160–164.

Jit I. y Kaur H. (1986) Rhomboid fossa in the clavicles of North Indians. *Am. J. Phys. Anthropol* 70(1): 97-103.

Kranioti E. (2009) *Sex estimation based on digital radiographs of the skeleton*. Tesis de doctorado en Antropología Forense. Universidad de Creta. Grecia.

Krogman W.M. e Iscan M.Y. (1986) *Human skeleton in forensic Medicine*. Ch. C. Thomas Ed. Springfield, Illinois.

Komar D. y Grivas C. (2008) Manufactured populations: what do contemporary reference skeletal collections represent? A comparative study using the Maxwell Museum documented collection. *Am J Phys Anthropol* 137: 224–233.

Konigsberg L.W. y Hens S.M. (1998) Use of ordinal categorical variables in skeletal assessment of sex from the cranium. *Am J Phys Anthropol* 107: 97–112.

Liu P.Y., Qin Y.J., Recker R.R. y Deng H.W. (2004) Evidence for a major gene underlying bone size variation in the Chinese. *Am J Hum Biol* 16: 68-77.

Ljunggren A.E. (1979) Clavicular function. *Acta Orthop Scand* 50(3): 261-268.

López-Bueis I., Robledo B., Roselló J. y Trancho G.J. (1996) Funciones discriminantes para la determinación sexual de la tibia en una serie española de sexo y edad conocidos. En: J.L Nieto Amada y Moreno Aznar L. (Eds). *Avances en Antropología ecológica y genética*: 51-58. Seminario Universitario de Antropología. Universidad de Zaragoza.

López-Bueis I., Robledo B., Del Río P. y Trancho G.J. (2000) Identificación sexual del cúbito mediante funciones discriminantes. En: Universidad de León. Secretariado de Publicaciones. (Ed.). *Tendencias actuales de investigaciones en la Antropología Física Española*: 173-178. León.

López-Costas O., Rissech C., Trancho G.J. y Turbón D. (2012) Postnatal growth of the tibia. Implications for age and sex estimation. *Forensic Sci Int* 214(1-3): 207.e1-207.e11

Mall G., Hubig M., Buèttner A., Kuznik J., Penning R. y Graw M. (2001) Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm. *Forensic Sci Int* 117: 23-30.

Marchal F. (2003) Le dimorphisme sexuel de conformation de l'os coxal humain, Bases biologiques et nouvelles applications possibles. *Bull Mém Soc Anthrop Paris* 15(1-2): 7-4.

Mays S., Steele J. y Ford M. (1999) Directional asymmetry in the human clavicle. *Int J Osteoarchaeol* 9: 18-28.

Mays S. (2002) Asymmetry in metacarpal cortical bone in a collection of British post-mediaeval human skeletons. *J Archaeol Sci* 29: 435-441.

McCormick W.F., Stewart JH. y Greene H. (1991) Sexing of human clavicles using lenght and circumference measurements. *Am J Forensic Med Pathol* 12(2): 175-181.

Modi N.J. (1988) *Modi's medical jurisprudence and toxicology.* Tripathi Private, Bombay.

Murail P., Bruzek J., Houët F. y Cunha E. (2005) DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hipbone measurements. *Bull Mém Soc Anthropol Paris* 17(2-4): 167-176.

Olivier G. (1960) *Pratique Antrhopologique*. Vigot Frères. Paris.

Papaioannau V., Kranioti E., Joveneaux P., Nathena D. y Michalodimitrakis M. (2012) Sexual dimorphism of the scapula and the clavicule in a contemporary Greek population: Applications in forensic identification. *Forensic Sci Int* 217: 231.e1-231-e7

Parsons F.G. (1916) On the proportions and characteristics of the modern English clavicle. *J Anat* 51: 71-93.

Pearson K. (1899) Mathematical contributions to the theory of evolution. On the reconstruction of the stature of prehistoric races. *Philos Trans Soc Lond* 192: 169–244.

Ray L.J. (1959) Metrical and non-metrical features of the clavicle of the Australian aboriginal. *Am J Phys Antrhopol* 17: 217-226.

Ríos-Frutos L. (2002) Determination of sex from the clavicle and scapula in a Guatemalan contemporary rural indigenous population. *Am J Forensic Med and Path* 23: 284-288.

Rissech C., Malgosa A. (1991) Importancia relativa de la longitud del pubis y la anchura del ilion en el estudio del dimorfismo sexual de los coxales. *Bol Soc Esp Antrop Biol* 12: 29-43.

Rissech C., Malgosa A. (1997) Sex prediction by discriminant function with central portion measures of innominate bones. *Homo* 48: 22-32.

Rissech C. y Steadman D.W. (2011) The demographic, socio-economic and temporal contextualisation of the Universitat Autónoma de Barcelona collection of identified human skeletons. *Int J Osteoarchaeol* 21: 313–322.

Rissech C., López-Costas O. y Turbón D. (2013a) Humeral development from neonatal period to skeletal maturity - application in age and sex assessment. *Int J Legal Med* 127: 201-212.

Rissech C., Márquez-Grant N. y Turbón D. (2013b) A collation of recently published Western European formulae for age estimation of subadult skeletal remains: recommendations for forensic anthropology and osteoarchaeology. *J Forensic Sci* 58: S163–S168.

Rogers T.L. (2005) Determining the sex of human remains through cranial morphology. *J Forensic Sci* 3: 1-8.

Ruiz E., Perea B., Labajo E., Sánchez J.A. y Santiago A. (2012) Determining sex by bone volumen from 3D images: discriminating analysis of the tali and radii in a contemporary Spanish reference collection. *Int J Legal Med* 126(4): 623-631.

Sakaue K. (2004) Sexual determination of long bones in recent Japanese. *Anthropol Sci* 112: 75-81.

Scholtz Y., Steyn M. y Pretorius E. (2010) A geometric morphometric study into the sexual dimorphism of the human scapula. *Homo* 61(4): 253-270.

Shirley N. (2009) *Age and sex estimation from the human clavicle: an investigation of traditional and novel methods*. Tesis de

doctorado en Antropología Forense. University of Tennessee, Knoxville.

Spradley M.K. y Jantz R.L. (2011) Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *J Forensic Sci* 56(2): 289-286.

Steele J. (2000) Handedness in past human populations: skeletal markers. *Laterality* 5(3): 193-220.

Stirland A.J. (1993) Asymmetry and activity-related change in the male humerus. *Int J Osteoarchaeol* 3: 105-113.

Terry R.J. (1932) The clavicle of the American negro. *Am J Phys Antrhopol* 16: 351-379.

Testut L. y Latartjet A. (1979) *Tratado de anatomía humana*. Tomo 1 Osteología. Salvat Editores S.A. Barcelona.

Tise M.L., Spradley M.K. y Anderson B.E. (2013) Postcranial sex estimation of individuals considered Hispanic. *J Forensic Sci* doi: 10.1111/1556-4029.12006.

Trancho G.J., López-Bueis I., Robledo B. y Sánchez J.A. (1996a) Diagnóstico sexual del radio mediante funciones discriminantes. En: Universidad de León. Secretariado de Publicaciones. (Ed.). *Tendencias actuales de investigaciones en la Antropología Física Española*: 165-172. León.

Trancho G.J., Robledo B., López-Bueis I. y Sánchez J.A. (1996b) Sexual determination of the femur using discriminant functions: analysis of a Spanish population of known sex and age. *J Forensic Sci* 42: 181-185.

Trancho G.J., Robledo B., López-Bueis I. y Sánchez J.A. (2012) Dimorfismo sexual del húmero en una población española de sexo y edad conocidos. En: Turbón D., Fañanás L., Rissech C. y Rosa A. (Eds). *Biodiversidad Humana y Evolución*: 364-369. Barcelona.

Ventura J. (2004) La asimetría bilateral como indicador de inestabilidad del desarrollo. *Encuentros Biol* 93: 3-5.

Voisin J.L. (2001) Evolution de la morphologie claviculaire au sein du genre Homo. Conséquences architecturales et fonctionnelles sur la ceinture scapulaire. *L'Anthropologie* 105: 449-468.

Walker P.L. (2008) Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *Am J Phys Anthropol* 136: 39–50.

Williams B.A. y Rogers T.L. (2006) Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. *J Forensic Sci* 51: 729-735.

Yoldi A., Alemán I. y Botella M. (2001) Funciones discriminantes del sexo a partir del ilion en una población mediterránea de sexo conocido. *Rev. Esp. Antrop. Biol*. 22: 23-38.