



Estimación de la longitud del húmero a partir de sus epífisis y asociación de fragmentos proximales con distales, en cubanos de ascendencia hispánica.

HUMERUS LENGTH ESTIMATION FROM EPIPHYSIS AND ASSOCIATION OF DISTAL AND PROXIMAL FRAGMENTS, IN CUBANS HISPANIC DESCENT.

Machado Mendoza D¹, Urgellés Navarro LA², Pérez Pérez V³.

1 Antropólogo forense. Profesor. Doctor en Ciencias Biológicas. Máster en Antropología. Instituto de Medicina Legal. La Habana, Cuba.

2 Licenciado en Biología. La Habana, Cuba. Máster en Antropología.

3 Médico legista. Profesora. Especialista de 1er Grado en Medicina Legal y en Medicina General Integral. La Habana, Cuba

RESUMEN: En los desastres y fosas clandestinas, lo mismo pueden encontrarse cadáveres íntegros, que fragmentados. En estos casos la identificación se dificulta por lo que, se hace necesario emplear métodos que aporten el mayor número de datos posibles a partir de fragmentos óseos. Este trabajo tuvo como objetivo estimar la longitud del húmero a partir de sus epífisis y asociar extremos distales con proximales para emplear en contextos de alta fragmentación. La muestra estuvo formada por 224 húmeros (122 masculinos y 102 femeninos) pertenecientes a adultos cubanos de ascendencia hispánica, de 20 a 64 años. Se tomaron 10 mediciones. Se realizó el análisis de correlación y de regresión múltiple empleando SPSS versión 27. Se obtuvieron 51 ecuaciones de regresión, 19 para estimar la longitud del hueso a partir de las epífisis en ambos sexos, con errores en la estimación entre 8.98 y 13.39 mm; 22 para estimar medidas proximales (errores entre 1.42 y 1.81 mm) y diez para inferir medidas distales (errores entre 1,11 y 2,69 mm). Se concluyó que las ecuaciones de regresión obtenidas permiten la estimación de la longitud del hueso y asociar las epífisis en húmeros fragmentados, con alto grado de fiabilidad, por lo que resultan útiles para el trabajo de identificación en contextos forenses donde los restos se encuentran fragmentados y dispersos.

PALABRAS CLAVE: ANTROPOLOGÍA FORENSE, OSTEOLOGÍA, HÚMEROS FRAGMENTADOS, ECUACIONES DE REGRESIÓN.

ABSTRACT: In disasters and clandestine graves, whole bodies can be found, as well as fragmented and charred bodies. In these cases, identification is difficult, so it is necessary to use methods that provide the greatest number of data possible from bone fragments. This work aimed to determine the length of the humerus from its epiphyses and associate distal with proximal ends to be used in contexts of high fragmentation. The sample was made up of 224 humeri (122 male and 102 female) belonging to Cuban adults of Hispanic descent, aged 20 to 64 years. 10 measurements were taken. The evaluation and multiple regression analysis was carried out using SPSS 27th version. 51 regression equations were obtained, 19 to estimate the length of the bone from the epiphyses, with errors in the estimation between 8.98 and 13.39 mm; 22 to estimate proximal measurements (errors between 1.42 and 1.81 mm) and ten to infer distal measurements (errors between 1.11 and 2.69 mm). It is concluded that the regression equations obtained allow the estimation of the length of the bone and associate the epiphyses in fragmented humeri, with a high degree of reliability, which is why they are useful for identification work in forensic contexts where the remains are fragmented and scattered.

KEY WORDS: FORENSIC ANTHROPOLOGY, OSTEOLGY, HUMERUS FRAGMENTS, REGRESSION EQUATIONS.

CONTACTO: Dodany Machado Mendoza. Dirección: Calle Tulipán No. 1010 apto 76 e/ Loma y 45, Nuevo Vedado, Plaza de la Revolución. La Habana, Cuba. CP10600. E-mail: dodany@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN.

En los casos forenses, pueden encontrarse tanto cadáveres íntegros, como fragmentados, quemados o carbonizados, por lo que los métodos de identificación se dificultan (1), no se pueden recoger las huellas dactilares,

el estallido del cráneo hace que no se posean piezas dentales, pueden ocurrir desmembramientos, etc.

Una forma de aportar el mayor número de datos posibles para la identificación a partir de fragmentos óseos, puede ser el estudio de los huesos largos, que generalmente

presentan gran dureza y mayor resistencia al evento traumático, y porciones de estos conservan su integridad a pesar de la magnitud del trauma sea antemortem o postmortem.

En muchos casos se encuentran mezclados varios restos fragmentados y surgen las interrogantes de si pertenecían a hombres o mujeres, edad, la estatura que tenían en vida, y la correspondencia de unos con otros.

Para la estatura elemento importante en la identificación, la estimación en restos óseos se basa principalmente en ecuaciones de regresión obtenidas a partir de la medición de las longitudes máximas de los huesos largos, por lo que si éstos se fragmentan éste parámetro no puede ser estimado, el resto de los huesos del esqueleto, incluido el cráneo, no aportan un cálculo fiable de la estatura.

Los huesos más eficaces para realizar esta estimación son los correspondientes a las extremidades inferiores (fémur, tibia y fibula), pero puede ocurrir que estos no aparezcan o se hayan destruido. De ahí la importancia de buscar métodos que permitan el cálculo de este parámetro a partir de otros huesos, como el húmero.

En los tiempos actuales, mediciones en los huesos largos han sido empleadas en muchas investigaciones a nivel internacional para la estimación de la longitud de éstos, aunque la mayoría se enfocan en el eje longitudinal del mismo, con énfasis en las medidas diafisarias (2,3,4), no así en medidas transversas u orientadas en otros ejes, sobre todo epifisarias.

En los desastres aéreos, el desmembramiento por explosiones hace que se encuentren, en ocasiones, partes de brazos y antebrazos que no pueden asociarse, por lo que a partir del cálculo de las proporciones y la utilización de la regresión lineal múltiple como herramienta de estimación, se puede establecer la correspondencia a un mismo individuo de fragmentos disímiles aislados y así facilitar la identificación de los cadáveres y sus partes. Lo mismo ocurre en las fosas clandestinas donde hay una mezcla de cadáveres o fragmentos de éstos y es necesario establecer esta correspondencia, que puede ayudar al cálculo del número de individuos y reconstruir los esqueletos por sus fragmentos óseos.

Para esta investigación se escogió el húmero, que es el hueso más largo de la extremidad superior, y presenta gran resistencia a los traumatismos, tanto perimortales como tafonómicos. En ausencia de otros huesos largos como el fémur y la tibia, que son más efectivos para calcular la estatura, ésta se puede estimar utilizando este hueso. Por lo que, es importante definir la longitud del

húmero sobre todo cuando este se encuentra fragmentado.

Con esta investigación se pretende obtener ecuaciones que permitan estimar la longitud del húmero, así como, asociar los fragmentos distales y proximales de éste cuando están dispersos, a partir de sus mediciones, en una muestra de población cubana actual de ascendencia hispánica

2. MATERIAL Y MÉTODOS.

La muestra seleccionada constó de 224 húmeros (122 masculinos y 102 femeninos) correspondientes a cubanos de ascendencia hispánica, de sexo, edad y ancestralidad conocidos. Tenían entre 20 y 64 años, con una edad promedio de 47.59 años, fallecidos en los últimos 40 años. Las piezas pertenecían a la colección osteológica de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana (18%) y a casos estudiados en el Instituto de Medicina Legal de Cuba, en los últimos 25 años (82%).

Se excluyeron las medidas en las regiones con alteraciones y patologías que pudieran modificar el valor de las mismas. Las mediciones se realizaron utilizando la tabla osteométrica (TO), y el calibre vernier (CV), la primera con error de 1mm y el segundo 0.05 mm de error.

El análisis de los datos se realizó con SPSS versión 27. Se aplicó la prueba Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefort y Shapiro Wilks, para comprobar si las variables estudiadas seguían una distribución normal, y de Levene para la Homogeneidad de Varianzas). Las variables estudiadas cumplían con estos dos aspectos.

Se procedió a la comparación de medias entre las parejas de huesos derechos e izquierdos. Para esto fue utilizada la Prueba t de Student para dos muestras independientes, ésta no reflejó diferencias significativas para las variables analizadas, lo que permitió emplear las piezas óseas independientemente de la lateralidad para conformar la muestra de estudio. Se utilizaron los coeficientes de correlación de Pearson (R) y de determinación (R²) para evaluar la correlación entre las variables y se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple para la elaboración de las ecuaciones.

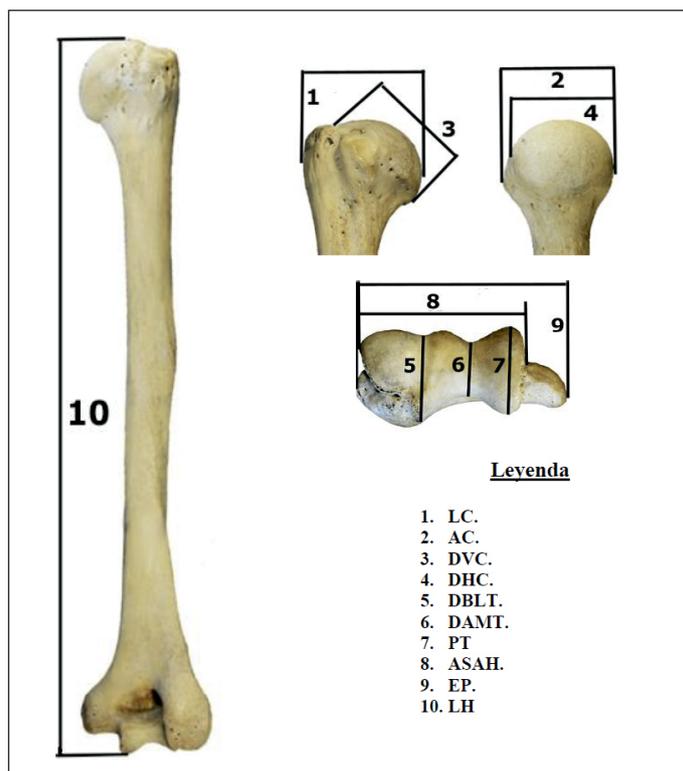
Se separaron los sexos a la hora de establecer la correlación y las ecuaciones de regresión. En la investigación se tomó como valor de significación $p < 0.05$ para todos los estadígrafos empleados.

2.1. Mediciones tomadas en el húmero (ver Figura 1).

Se escogieron variables de fácil ubicación, como se describe a continuación(6):

1. Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal (LC): distancia máxima directa entre el borde más externo del tubérculo mayor y la superficie articular de la cabeza humeral. (CV).
2. Anchura de la epífisis proximal (AC) distancia medio-lateral máxima encontrada en la cabeza humeral. (CV).
3. Diámetro vertical de la cabeza (DVC): distancia sagital máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
4. Diámetro horizontal de la cabeza (DHC): distancia medio-lateral máxima entre los bordes de la superficie articular. (CV).
5. Diámetro del borde lateral o externo de la tróclea (DBLT): distancia directa entre el punto más anterior
6. Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT): distancia anteroposterior mínima encontrada sobre la tróclea. (CV).
7. Profundidad de la tróclea (PT): distancia entre el punto anterior del borde interno de la tróclea y el punto más posterior del mismo. (CV).
8. Anchura de la superficie articular (ASAH): distancia entre el borde externo y el borde interno de la tróclea, tomada en la cara anterior del hueso. (CV).
9. Anchura epicondilar (EP): distancia entre el punto más saliente del epicóndilo y el punto más prominente de la epitróclea. (CV).
10. Longitud máxima (LH): distancia directa entre el punto más alto de la cabeza humeral y el punto más bajo de la tróclea. (TO).

Figura 1. Mediciones tomadas en el húmero.1. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, 2. AC: Anchura de la epífisis proximal, 3. DVC: Diámetro vertical de la cabeza, 4. DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, 5. DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, 6. DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, 7. PT: Profundidad de la tróclea, 8. ASAH: Anchura de la superficie articular, 9. EP: Diámetro epicondilar, 10. LH: Longitud máxima



Para evaluar el error de medición intra e interobservador se utilizó una muestra auxiliar de 30 húmeros elegidos al azar. La precisión se evaluó mediante el error técnico de medición absoluto (ETMa) y el error técnico de medición relativo (ETMr), (7). Los valores inferiores al 5% se consideraron adecuados. Esta misma muestra se empleó para la validación de las ecuaciones.

En todo momento se cumplieron los principios éticos para la investigación con restos humanos.

3. RESULTADOS.

3.1. Valoración intra e interobservador.

Los errores de medición intraobservador fueron bajos, con ETMa variando de 0,118 mm (AC) a 0,68 mm (DBLT) y ETMr en un rango de 0,15% (EP) a 1,69% (DBLT). El error interobservador fue algo más elevado, pero dentro de los límites apropiados (<5%), con ETMa con valores desde 0,321 mm (AC) a 0,86 mm (ASAH); y ETMr de 0,83% (EP) a 3,4% (DBLT). Estos valores estuvieron en el orden de lo

obtenido por otros autores como el estudio realizado en Nigeria, en 2021(8).

3.2. Análisis de Correlación con las variables simples.

Para todas las medidas analizadas el coeficiente de correlación tuvo doble significación con la longitud máxima (ver Tablas 1 y 2). En el caso del diámetro vertical de la cabeza (DVC) sobrepasó el 0.55 para ambos sexos.

Estos resultados muestran el alto grado de asociación de las medidas epifisarias con la longitud máxima, a pesar de ser mediciones transversas en su mayoría, lo que demuestra que el crecimiento óseo no solo tiene un componente longitudinal sino que es proporcional también en grosor y anchura.

Lo mismo ocurrió entre las variables proximales con las distales, lo que indica una marcada relación entre los valores de ambas regiones. Se registraron valores superiores a 0.7 para la anchura de la superficie articular (ASAH) con tres de las medidas proximales, en el sexo masculino. El diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea (DAMT) resultó la medida de menor asociación con las variables de la epífisis proximal, en ambos sexos.

Tabla 1. Coeficiente de correlación (R) entre las medidas tomadas en los humeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima. Nivel de significación: simple $p < 0.05^*$, doble $p < 0,01^{**}$.

MEDIDAS	LH	LC	AC	DVC	DHC
LC	0.439**				
AC	0.549**				
DVC	0.582**				
DHC	0.325**				
DBLT	0.345**	0.644**	0.607**	0.586**	0.619**
DAMT	0.317**	0.476**	0.513**	0.373**	0.422**
PT	0.348**	0.590**	0.577**	0.596**	0.570**
ASAH	0.481**	0.746**	0.738**	0.712**	0.673**
EP	0.489**	0.605**	0.588**	0.597**	0.503**

Tabla 2. Coeficiente de correlación (R) entre las medidas tomadas en los humeros femeninos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima. Nivel de significación: simple p < 0.05*, doble p < 0,01**.

MEDIDAS	LH	LC	AC	DVC	DHC
LC	0.450**				
AC	0.463**				
DVC	0.553**				
DHC	0.451**				
DBLT	0.466**	0.411**	0.403**	0.418**	0.462**
DAMT	0.314**	0.292*	0.217*	0.287**	0.230*
PT	0.541**	0.437**	0.525**	0.603**	0.548**
ASAH	0.466**	0.577**	0.562**	0.509**	0.594**
EP	0.452**	0.378**	0.666**	0.591**	0.583**

3.3. Análisis de regresión lineal múltiple.

5% de error en la estimación.

3.3.1. Ecuaciones para la estimación de la longitud máxima del húmero

Para la estimación de la longitud máxima (LH) (ver Tablas 3 y 4) se obtuvieron 19 ecuaciones (seis para el sexo masculino y trece para el femenino), todas con menos de

Las del sexo masculino fueron: una que emplea medidas proximales, dos con medidas distales y tres con variables de ambas epífisis, con errores en la estimación entre 11.81 y 13.39 mm. Las del sexo femenino, dos contenían medidas proximales, dos con variables distales y nueve emplean mediciones de ambas epífisis, que estiman la longitud del hueso con errores entre los 8.98 y 11.58 mm.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de la longitud máxima a partir de las epífisis, en humeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular.

Ecuaciones a partir de las medidas proximales		R ²	Error (mm)
M1	2.955 DVC + 1.808 AC - 1.552 LC + 175.24	0.497	13.39
Ecuaciones a partir de las medidas distales			
M2	0.123 DBLT + 3.471 DAMT + 1.133 PT + 225.72	0.506	12.30
M3	-0.072 DBLT + 2.87 DAMT + 0.837 PT + 0.801 ASAH + 212.08	0.505	12.23
Ecuaciones a partir de las medidas de ambas epífisis			
M4	1.569 DVC + 0.77 AC - 0.662 DBLT + 2.909 DAMT - 0.045 ASAH + 178.43	0.511	12.06
M5	-1.81 DHC + 2.788 DVC - 0.134 DBLT + 3.247 DAMT + 0.362 ASAH + 198.23	0.515	11.98
M6	-2.304 DHC + 2.333 DVC + 1.33 AC - 0.265 DBLT + 2.935 DAMT + 0.083 ASAH + 199.78	0.520	11.89

Tabla 4. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de la longitud máxima a partir de las epífisis, en húmeros femeninos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar.

Ecuaciones a partir de las medidas proximales		R ²	Error (mm)
F1	3.933 DHC + 3.465 LC - 3.547 AC + 135.14	0.535	10.71
F2	2.362 DHC + 2.658 DVC + 2.582 LC - 3.706 AC + 132.92	0.548	10.49
Ecuaciones a partir de las medidas distales			
F3	1.742 DBLT + 4.092 PT + 0.439 ASAH + 151.5	0.522	11.58
F4	1.263 DBLT + 4.222 PT + 0.19 EP + 151.21	0.526	11.32
Ecuaciones a partir de las medidas de ambas epífisis			
F5	4.198 DVC + 2.376 LC - 2.782 AC + 2.042 DBLT + 88.72	0.559	9.95
F6	4.518 DVC - 2.737 AC + 0.782 DBLT + 2.861 PT + 139.92	0.563	9.87
F7	4.649 DVC - 2.772 AC + 3.072 PT + 0.516 ASAH + 127.85	0.587	9.73
F8	3.624 DVC + 2.927 LC - 3.765 AC + 2.672 PT + 110.2	0.603	9.51
F9	3.603 DVC + 2.564 LC - 3.506 AC + 0.239 DBLT + 2.863 PT + 106.77	0.622	9.30
F10	3.8 DVC + 2.572 LC - 3.485 AC + 3.22 PT - 0.186 ASAH + 101.88	0.630	9.22
F11	3.671 DVC + 2.906 LC - 3.662 AC + 2.7 PT + 0.076 EP + 106.77	0.636	9.10
F12	3.834 DVC + 2.562 LC - 3.487 AC + 2.886 PT + 0.398 ASAH - 0.217 EP + 97.24	0.643	8.99
F13	3.692 DVC + 2.579 LC - 3.446 AC + 0.39 DBLT + 2.839 PT + 0.056 ASAH + 0.007 EP + 94.48	0.645	8.98

En el presente estudio se siguió el criterio que para establecer las combinaciones de variables debía cumplirse que, si al agregar una medida nueva, el error de estimación de la ecuación aumenta o el coeficiente de determinación disminuye, la ecuación no se incluía.

Sobre esto, Ryan & Bidmos indican que, el error estándar estimado es una medida de la exactitud de una ecuación de regresión. Un valor elevado del error indica un bajo grado de exactitud o confiabilidad. Esto muestra cuán confiables pueden ser las ecuaciones obtenidas en la

estimación de los parámetros deseados(5).

3.3.2. Ecuaciones para la estimación de medidas epifisarias.

Para la estimación de medidas epifisarias se obtuvieron 32 ecuaciones, 17 para el sexo masculino y 15 para el femenino (ver Tablas 5 a 8).

Tabla 5. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas proximales, en los húmeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar,

Ecuaciones para estimar medidas proximales			R ²	Error (mm)
LC	M7	0.607 DBLT + 0.648 ASAH + 5.13	0.626	1.69
	M8	0.534 DBLT + 0.52 ASAH + 0.148 EP + 3.53	0.64	1.69
AC	M9	0.456 DBLT + 0.245 DAMT + 0.588 ASAH + 4,25	0.591	1.81
	M10	0.519 DBLT + 0.474 ASAH + 0.167 EP + 1.67	0.611	1.78
	M11	0.468 DAMT + 0.472 ASAH + 0.25 EP + 1.74	0.614	1.78
	M12	0.353 DBLT + 0.337 DAMT + 0.412 ASAH + 0.192 EP + 1.43	0.632	1.74
DVC	M13	0.353 PT + 0.627 ASAH + 8.12	0.551	1.74
	M14	0.335 DBLT + 0.279 PT + 0.525 ASAH + 6.29	0.565	1.69
	M15	0.323 PT + 0.518 ASAH + 0.122 EP + 5.791	0.579	1.74
	M16	0.237 DBLT + 0.249 PT + 0.486 ASAH + 0.117 EP + 4.0	0.589	1.72
DHC	M17	0.489 DBLT + 0.413 ASAH + 11.89	0.518	1.52
	M18	0.417 DBLT + 0.148 PT + 0.381 ASAH + 11.16	0.529	1.51

Para el sexo masculino, las ecuaciones que estiman variables proximales fueron 12 (ver Tabla 5) y se obtuvieron cinco para la estimación de parámetros distales (ver Tabla 6). Por otro lado, para el sexo femenino

fueron diez ecuaciones que el cálculo de las mediciones proximales (ver Tabla 7) y cinco para las distales (ver Tabla 8), todas con menos de 5% de error.

Tabla 6. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas distales, en los húmeros masculinos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima.

Ecuaciones para estimar medidas distales			R ²	Error (mm)
DBLT	M19	0.309 LC + 0.071 AC + 6.35	0.451	1.14
	M20	0.281 LC + 0.154 DHC + 4.44	0.470	1.13
PT	M21	0.187 AC + 0.281 DVC + 5.32	0.423	1.51
ASAH	M22	0.371 LC + 0.308 AC + 12.75	0.595	1.57
EP	M23	0.481 AC - 0.102 DHC + 0.407 DVC + 25.61	0.442	2.69

Tabla 7. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas proximales, en los húmeros femeninos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, DAMT: Diámetro anteroposterior mínimo de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar,

Ecuaciones para estimar medidas proximales			R ²	Error (mm)
LC	F14	0.198 DBLT + 0.535 ASAH + 18.7	0.477	1.57
	F15	0.134 PT + 0.53 ASAH + 20.05	0.479	1.56
	F16	0.57 ASAH + 0.019 EP + 20.5	0.480	1.56
AC	F17	0.468 ASAH + 0.273 EP + 7.29	0.462	1.72
	F18	0.313 PT + 0.325 ASAH + 0.249 EP + 7.0	0.458	1.70
DVC	F19	0.502 PT + 0.263 EP + 14.52	0.473	1.55
DHC	F20	0.438 PT + 0.293 EP + 11.89	0.482	1.45
	F21	0.453 ASAH + 0.232 EP + 7.43	0.483	1.44
	F22	0.261 PT + 0.329 ASAH + 0.209 EP + 7.53	0.485	1.43
	F23	-0.096 DAMT + 0.447 ASAH + 0.236 EP + 8.76	0.486	1.42

Tabla 8. Ecuaciones de regresión, coeficiente de determinación y error de las mismas para la estimación de las medidas distales, en los húmeros femeninos. LC: Diámetro transverso máximo de la epífisis proximal, AC: Anchura de la epífisis proximal, DVC: Diámetro vertical de la cabeza, DHC: Diámetro horizontal de la cabeza, DBLT: Diámetro del borde lateral de la tróclea, PT: Profundidad de la tróclea, ASAH: Anchura de la superficie articular, EP: Diámetro epicondilar, LH: Longitud máxima.

Ecuaciones para estimar medidas distales			R ²	Error (mm)
DBLT	F24	0.189 LC + 0.222 DHC + 4.65	0.466	1.11
PT	F25	0.22 AC + 0.341 DVC + 0.24	0.463	1.25
ASAH	F26	0.389 LC + 0.375 DHC + 7.88	0.482	1.31
	F27	0.438 LC + 0.541 DHC - 0.226 DVC + 8.5	0.483	1.30
EP	F28	0.29 AC + 0.576 DHC + 19.77	0.479	2.02

Los errores de estimación para el cálculo de las dimensiones proximales estuvieron en el rango de 1.51 - 1.81 mm en el sexo masculino, y 1.42-1.72 mm para el sexo femenino. Para las distales osciló entre 1.13 y 1.57 mm, para PT, DBLT y ASAH, en el sexo masculino, y 1.11-1.31 mm para estas mismas variables en el sexo femenino. En

el caso de EP, que es una medida que excede en los sujetos masculinos incluso los 65 mm, el error de estimación estuvo por debajo de los 2.7mm (2.69 en los masculinos y 2.02 en el femenino). No se obtuvieron ecuaciones para DAMT por ser una medida muy pequeña con poca variación y error superior al 6%.

A pesar de que en apariencia los errores de estimación son menores en el sexo femenino hay que tener en cuenta que estas medidas tienen valores más bajos en el húmero femenino, por el propio dimorfismo sexual de esta pieza ósea.

En este estudio se incluyeron varias ecuaciones porque no siempre se pueden realizar todas las medidas en los fragmentos óseos, ya sea por alteraciones propias de la osteobiografía de la persona o eventos tafonómicos a los que han estado expuestos.

3.3.3. Validación de las ecuaciones obtenidas.

Las ecuaciones fueron validadas con una muestra auxiliar de 30 húmeros como se había descrito anteriormente y los resultados mostraron que los errores de estimación promedio se encontraban en el rango de lo reportado para las ecuaciones, en el caso de la longitud máxima fueron incluso inferiores a los 8 mm. De la misma manera, en los últimos dos años se han empleado estas ecuaciones en casos forenses y con fallecidos con ancestralidad europa de cuatro desastres aéreos masivos, con buenos resultados corroborando la fiabilidad de las mismas no sólo en poblaciones cubanas.

3.4. Discusión.

En cuanto a las variables de mejor correlación con la longitud máxima del húmero, resultados similares han obtenido otros autores.

La medida DVC coincide como la de mejor correlación en el estudio de Toy *et al.*, en 2022, con 47 húmeros de una muestra turca (9). Para Datta, en India, DVC resultó la medida de mejor correlación (0,69) (10). También en la investigación de Bhusaraddi *et al.*, en ese mismo país, refieren ésta y ASAH como las medidas de mayor correlación con la longitud máxima(11).

Otros estudios incluyen igualmente la anchura epicondilar (EP), la anchura de la epífisis proximal (AC) y el diámetro horizontal de la cabeza (DHC) como medidas de alta correlación (12,13,14). Valores muy superiores, incluso a los del presente estudio refieren Bhusaraddi *et al.*, con 0,79 para EP, 0,86 tanto para DHC como ASAH y un muy

alto 0,94 para DVC(11).

El empleo de regresión múltiple favoreció que los errores de estimación disminuyeran hasta valores por debajo de los 14 mm. Estos resultados fueron inferiores a los reportados por otros Salles *et al.*, empleando estas mismas variables en una investigación brasileña, donde el error de estimación osciló entre 13,9 y 16,4 mm, a partir de medidas tanto proximales como distales(12).

Por otra parte, varios estudios realizados en la India reflejan resultados dispares, Prashanth *et al.*, con medidas proximales reportó ecuaciones donde el error fue de 12,6 mm (DVC), 13 mm (DHC) y 14,4 mm (AC) (14). Un estudio posterior de estos mismos autores con la epífisis distal, reflejó un error en el cálculo de la longitud humeral de 14,2 mm para EP y 16 mm para ASAH las distales (16). Por otra parte, Singhal & Rao, a partir de una ecuación con DVC, lograron que las estimaciones tuvieran imprecisiones en el orden de 14,2 mm y 15mm para la que utilizó EP(17).

Otros trabajos reflejan resultados variables, lo que refuerza el criterio de que cada investigación es aplicable a su contexto poblacional y las ecuaciones obtenidas pueden no resultar útiles en otras poblaciones. Tuncel & An estudiaron 96 húmeros de la época bizantina y encontraron que ASAH mostraba un error de estimación para la longitud máxima de 11,06 mm, mientras para la anchura epicondilar fue de 12,24 mm y el diámetro vertical de la cabeza reflejó 16,79 mm(18).

Menos efectivas resultan las presentadas por un estudio egipcio, donde se obtuvo 15,94 mm de error para EP y 20,45 mm para DVC (19). El estudio que podría resultar más afín al presente, es el referido español de Trancho *et al.*, que reportan el empleo de DVC para estimar la longitud máxima del húmero con un error de 22 mm y 22,11 mm para EP, valores muy superiores a los esta investigación (15). Es bueno señalar que en todos estos casos utilizaron regresión lineal simple, no hubo combinaciones de variables.

Un resultado interesante es el obtenido por Devi *et al.*, donde el error de estimación estuvo entre 17,02 y 19,48 mm, tanto con variables proximales como distales. Sin embargo al combinar las medidas proximales (AC, DVC y DHC), a pesar de que mejoró el valor de correlación (0,674) el error ascendió a 19,1mm, y al unir estas tres medidas con EP, la correlación fue de 0,716, pero el error

de estimación se elevó a 19,3 mm(20).

No ocurrió así en los trabajos de Udhay *et al.*, y Elijah *et al.*, quienes al combinar medidas proximales (DVC + DHC) en el primer caso (13), y de ambas regiones en el segundo (EP + ASAH y DVC + EP)(8), mejoraron la efectividad de las ecuaciones obtenidas.

Las correlaciones entre las medidas proximales con las distales fueron significativas. Resultado similar obtuvieron Trancho *et al.*, en una serie española con 0,7 de coeficiente de correlación de Pearson entre EP y DVC (15). También, aunque con valores inferiores (0,539 a 0,665), Toy *et al.*, encontraron correlación positiva y altamente significativa ($p < 0,01$), entre DVC y las medidas distales (PT, DBLT, ASAH y EP)(9).

Son pocos los estudios que tienen como objetivo calcular las dimensiones de una región basada en las mediciones de otra. La referida investigación de Trancho *et al.*, refleja la relación entre el diámetro vertical de la cabeza y al anchura epicondilar con 0,59 mm de error de estimación, resultado mejor incluso al reportado en esta investigación (15). En el estudio turco de Toy *et al.*, también se relacionó DVC con las medidas distales (PT, DBLT, ASAH y EP) (9), lo que refuerza el criterio de que estas estimaciones son viables y pueden resultar útiles para el trabajo diario del antropólogo forense.

3.5. Limitaciones del estudio.

Las limitaciones están dadas la investigación fue concebida para un grupo poblacional determinado (cubanos de ascendencia hispánica). El empleo de fórmulas de regresión derivadas de un tipo específico de población puede subestimar o sobreestimar la estatura, u otros parámetros que se quieran calcular cuando se aplica en otra población(21).

4. CONCLUSIONES.

Las mediciones tomadas en el húmero mostraron una fuerte correlación positiva con la longitud máxima del hueso y entre medidas epifisarias, esto permitió elaborar ecuaciones de regresión para la estimación de estos parámetros.

Las ecuaciones obtenidas permiten la estimación de la longitud del húmero y la asociación entre epífisis para poblaciones de ascendencia hispánica, con bajos errores de estimación (<5%), por lo que pueden ser factibles de emplear en contextos donde los restos humanos están entremezclados y fragmentados, como en explosiones, fosas clandestinas, desastres aéreos, y otros casos forenses.

Se recomienda realizar un estudio similar en otros huesos largos y grupos de distinta ancestralidad, que incluyan combinaciones de diversas medidas, para contar con un conjunto de ecuaciones aplicables al resto del esqueleto apendicular y otros grupos poblacionales.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. MACHADO D, DÍAZ O, PÉREZ V. Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir de la ulna en cubanos de ascendencia hispánica. *Rev Esp Antrop Fis.* 2020; 41: p. 9-17.
2. SOMESH MS, PRABHU LV, SHILPA K, PAI MM, KRISHNAMURTHY A, MURLIMANJU BV. Morphometric study of the humerus segments in Indian population. *Int J Morphol.* 2011; 29(4): p. 1174-80.
3. CHATTERJEE M, PODDAR R, SINHA I, BHATTACHARYA A, KUMAR A. Segmental morphometrics and their correlation with the whole length of long bones : a study on humerus of eastern India. *Indian J Basic Applied Med Res.* 2017; 6(4): p. 363-72.
4. MUTLUAY SD, ACIKGOZ AK, BOZKIR MG. Estimation of the maximum length of the humerus from its segments lengths. *Int J Morphol.* 2020; 38(5): p. 1350-5.
5. MACHADO D, URGELLÉS LA. Funciones discriminantes para la determinación del sexo a partir del húmero en europoides cubanos. *An Antrop.* 2011; 45: p. 99-112.
6. PERINI T, DE OLIVEIRA GL, ORNELIA JS, DE OLIVEIRA FP. Technical error of measurement in anthropometry. *Rev Bras Med Do Esporte.* 2005; 11: p. 81-85.
7. ELIJAH SO, EKANEM AU, PETER AI, EDAGHA IA. Humeral length estimation: retrospective radiological and anthropometric investigation. *J For Sci Criminol.* 2021; 9(1): p. 101-7.
8. RYAN I, BIDMOS MA. Skeletal height reconstruction from measurements of skull in indigenous south africans. *For Sci Int.* 2007; 167: p. 16-21.

9. TOY S, BAKICI RS, SAHIN NE. Examination of the correlation of distal end parameters of the humerus with other parameters. *Meandros Med Dent J.* 2022; 23: p. 367-72.
10. DATTA S. A morphometric study to find correlations among various dimensions of proximal end of humerus of Telugu population. *Indian J For Med Toxicol.* 2020; 14(4): p. 531-7.
11. BHUSARADDI PS, SHINDE VK, KHONA P. Right humerus; An equation to estimate the length from its fragments. *Indian J Anat Surg Head Neck Brain.* 2019; 5(4): p. 101-4.
12. SALLES AD, CARVALHO CR, SILVA DM, SANTANA LA. Reconstruction of humeral length from measurements of its proximal and distal fragments. *Braz J Morphol Sci.* 2009; 26(2): p. 55-61.
13. UDHAYA K, SARALA KV, SRIDHAR J. Regression equation for estimation of length of humerus from its segments: a south indian population study. *J Clin Diagn Res.* 2011; 5(4): p. 783-6.
14. PRASHANTH KU, PAI MM, MURLIMANJU BV, PRABHU LV, PRAMEELA MD. Estimation of the humerus length by its proximal segments: a south indian anatomical study. *J Morphol Sci.* 2019; 36(2): p. 67-71.
15. PRASHANT KU, PAI M, MURLIMANJU BV, PRABHU V, PRAMEELA MD. Estimation of humerus length by measuring the dimensions of its lower fragments. *J Anat Soc India.* 2021; 70(4): p. 209-15.
16. SINGHAL S, RAO V. Estimation of total length of humerus from its segments. *Med Sci Law.* 2011; 51: p. 18-20.
17. TUNCEL N, AN I. Estimation of total bone length of the late Byzantine humerus. *Archaeol Anthropol Sci.* 2021; 13(91): p. 1-8.
18. ALI DM, ELBAKY FA. Sex identification and reconstruction of length of humerus from its fragments: An Egyptian study. *Egypt J For Sci.* 2016; 6: p. 48-55.
19. TRANCHO GJ, ROBLEDO B, MARTÍNEZ MS, GRUESO I, BARRIO P. Predicción de las dimensiones longitudinales y transversales del húmero a partir de modelos numéricos unifactoriales. In Alonso S, Hervella M, Izaguirre N, Peña JA. *La investigación en antropología física una mirada al futuro.* Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco; 2014. p. 217-35.
20. DEVI R, THAKAR MK, NATH S. Estimation of humeral length from its fragmentary dimensions. *Human Biol Rev.* 2014; 3(1): p. 15-24.
21. SAMOON S, ITOO MS, JAN N, BHAT GM. Correlation of humeral length and its segments in a sample of Indian population: an osteological study. *Int J Res Med Sci.* 2019; 7(1): p. 247-50.