

R. CASTELEIRO GONZALEZ
 C. CASTAÑO ZAPATERO
 A. SAN MARTIN MARTINEZ
 L. GOMEZ PELLICO
 R. RODRIGUEZ TORRES

Departamento de Cirugía Ortopédica,
 Traumatología y Rehabilitación.
 Hospital General Universitario
 Gregorio Marañón. Madrid.

Biometría femoral: Curva diafisaria y longitud anatómica. Estudio de las correlaciones

Femoral biometry: Diaphyseal curve and anatomic length. Study of correlations

Resumen

Estudiamos la relación entre las longitudes anatómicas del fémur y la curvatura diafisaria en el plano sagital, para lo que hemos medido en 30 fémures humanos secos y pertenecientes a individuos adultos las longitudes anatómicas (máxima, cóndilo-cefálica, trócleo-cefálica) y el radio diafisario.

Los valores obtenidos son analizados estadísticamente y estudiadas las correlaciones lineales resultado de comparar cada una de las medidas con las demás. Con los resultados obtenidos contribuimos a un mejor conocimiento de estos parámetros desde un punto de vista de anatomía básica y de la aplicación clínica de los mismos en el diseño del componente femoral de prótesis de cadera y clavos intramedulares.

Palabras clave: Fémur. Longitudes anatómicas. Radio diafisario. Biometría femoral.

Summary

The relationship between anatomic femur dimensions and sagittal diaphyseal curvature was studied in 30 dry femurs from human adults. Condylcephalic and trochleocephalic length, and diaphyseal radius were measured.

The measurements were analyzed statistically and linear correlations were made for each pair of measurements. The results obtained provide information on basic anatomic parameters that is suitable for clinical application in designing the femoral component of hip prostheses and intramedullary nails.

Key words: Femur. Anatomic lengths. Diaphyseal radius. Femoral biometry.

Introducción

En los últimos años se han desarrollado una serie de implantes en cirugía de reemplazo articular y osteosíntesis diafisaria intramedular que con una denominación genérica de «anatómicos» pretenden ajustarse a la curva diafisaria del fémur³.

El objetivo es conseguir una congruencia entre la forma del implante y la anatomía ósea que favorezca la osteointegración en el caso de los vástagos protésicos o la resistencia mecánica en el caso de los clavos centromedulares.

Un implante recto en la cavidad femoral curva necesariamente debe tener al menos 2 puntos de contacto, que suponen zonas de mayor sollicitación y en muchos casos justifican el dolor en el muslo que aquejan algunos enfermos portadores de una artroplastia de cadera y que englobamos en el denominado efecto punta. Parece, pues, lógico plantearse las hipotéticas ventajas del vástago anatómico.

En el caso de una osteosíntesis intramedular en la diáfisis femoral, un clavo recto consigue al menos 3 puntos de apoyo que confieren estabilidad al montaje, pero no cabe duda que un clavo curvo puede considerarse una osteosíntesis dinámica que al permitir las sollicitaciones axiales y cíclicas sobre el foco de fractura favorecerá su reparación biológica³.

Un clavo recto se ve sometido a distintos momentos flectores a lo largo del mismo. Es por esto que para au-

Correspondencia:

R. CASTELEIRO GONZALEZ. Doctor Esquermo, 46. 28007 Madrid.

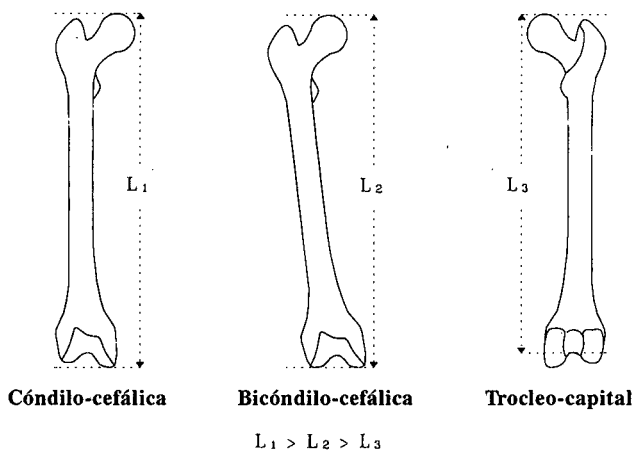


FIG. 1.—Longitudes medidas en cada fémur.

mentar su resistencia el diámetro deba ser mayor. Por el contrario, un clavo curvo al ajustarse a la curva diafisaria tiene una distribución de momentos flectores más uniforme que le permite tener un menor diámetro, conservando una buena resistencia mecánica⁵. Esto favorece una carga y deambulación precoz sin riesgo de fatiga del material.

Todas estas hipótesis como elementos de partida son válidas, pero no son toda la verdad, pues existen clavos curvos y rectos, al igual que prótesis anatómicas y rectas.

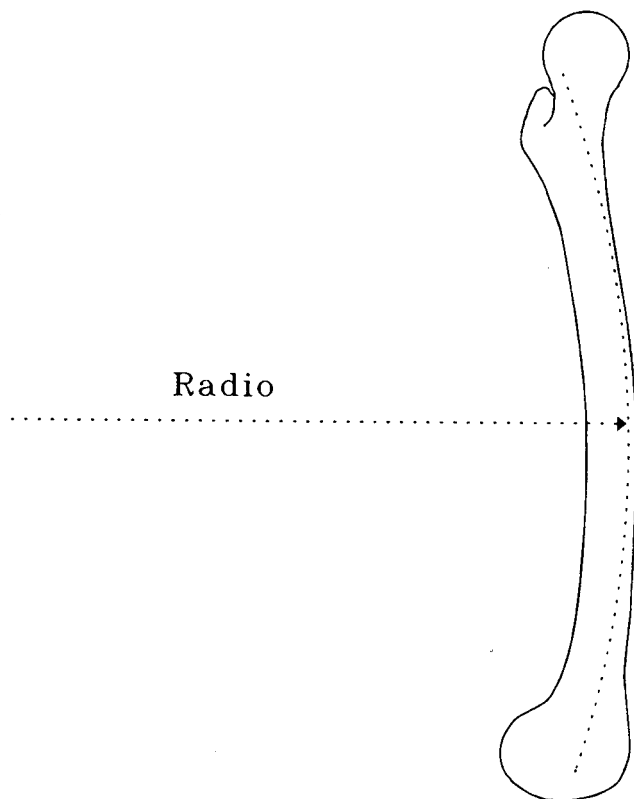


FIG. 2.—Radio de curvatura medido a nivel del punto medio de la longitud anatómica máxima (L₁).

Ante estos diseños planteamos nuestra hipótesis de trabajo: cual es el radio de la curva diafisaria femoral y si existe alguna relación o dependencia entre este radio y las longitudes anatómicas del fémur.

Material y métodos

En una muestra de 30 fémures secos pertenecientes a individuos adultos de la osteoteca de la Facultad de Medicina de la Universidad de Alcalá de Henares escogidos aleatoriamente hemos realizado tres mediciones longitudinales en cada hueso (fig. 1).

La primera medición (L₁), denominada longitud anatómica máxima, se define entre las tangentes a la cabeza femoral y al cóndilo interno (método de Trotter)⁸.

La segunda medición (L₂), longitud bicóndilo-cefálica, viene definida entre la tangente cefálica y la línea de apoyo bicondíleo (método de Broca)¹.

La tercera medición (L₃), longitud trócleo-cefálica, está comprendida entre la tangente cefálica y la tangente a nivel de la escotadura intercondílea.

Para la curva diafisaria femoral en el plano sagital, y dada la complejidad de la misma, hemos elegido como referencia un punto situado en la cara anterior de cada fémur y a nivel de la mitad de la longitud anatómica máxima (L₁) (fig. 2).

Empleamos para hacer esta medición un esferómetro óptico, gracias a la colaboración y ayuda prestada en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Armada (CIDA), dependiente del Ministerio de Defensa (esferómetro Askania Werke AG, Bamber Werk, Berlín-Friedenau) (figs. 3 y 4).

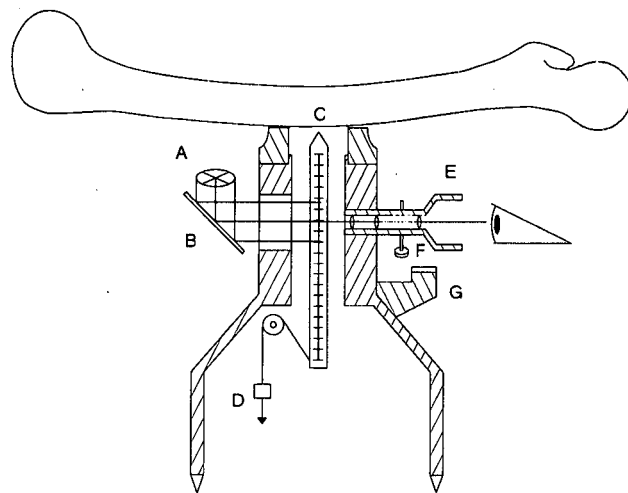


FIG. 3.—Esferómetro óptico. Esquema: A: Fuente de luz. B: Espejo. C: Sonda con escala métrica en décimas de mm, y lectura directa desde E. D: Contrapeso de la sonda. E: Microscopio. F: Palmer con paso de rosca de 0,5 mm. G: Nivel del agua para equilibrado del esferómetro.

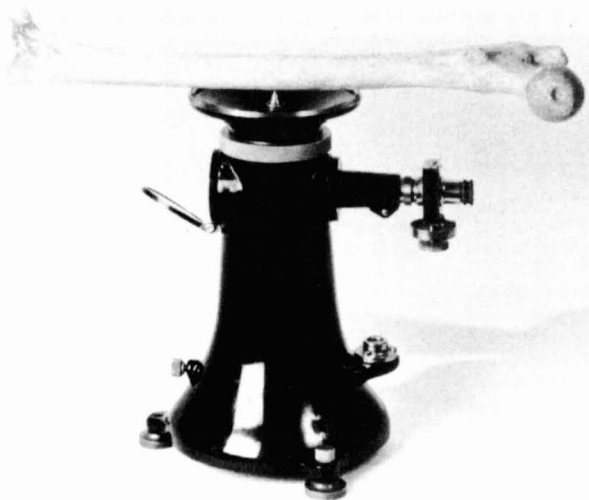


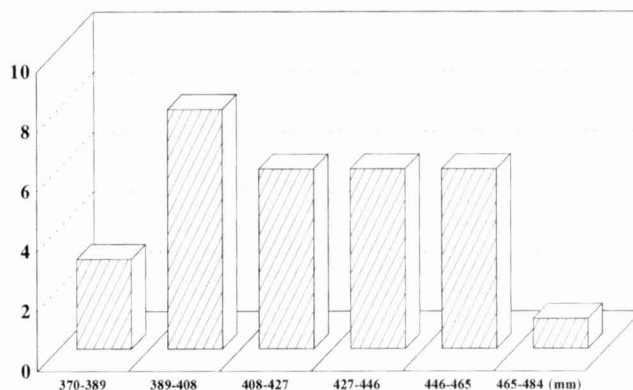
FIG. 4.—Esferómetro óptico. Medición del radio en un fémur.

Las mediciones de las longitudes anatómicas fueron realizadas en el laboratorio de biometría del Departamento de Ciencias Morfológicas de la Facultad de Medicina de Alcalá de Henares.

Tabla I. Resultado de las mediciones

N.º	L. cóndilo- cefálica	L. bicóndilo- cefálica	L. trocleo- capital	Radio
1	448	445	440	1.351,51
2	454	451	445	1.009,52
3	429	425	419	3.262,66
4	394	390	384	2.721,99
5	404	402	395	1.589,22
6	385	384	378	952,61
7	427	425	416	1.119,56
8	419	416	407	1.318,14
9	390	388	381	1.627,05
10	420	417	408	1.608,67
11	435	433	424	1.121,21
12	469	467	461	1.465,53
13	433	432	423	983,42
14	370	367	360	1.033,3
15	449	446	439	2.477,33
16	462	459	451	2.001,69
17	389	388	382	1.493,14
18	420	419	414	1.077,35
19	442	440	433	967,54
20	377	375	369	1.002,93
21	448	445	434	1.665,25
22	392	389	383	1.066,99
23	415	412	405	1.042,27
24	405	404	399	1.056,11
25	440	438	432	695,54
26	417	416	409	2.058,77
27	390	385	378	1.765,29
28	423	420	415	1.182,49
29	447	444	438	910,3
30	391	389	381	811,01

Longitud condilocefálica en mm



Distribución de frecuencias

FIG. 5.—Histograma L1.

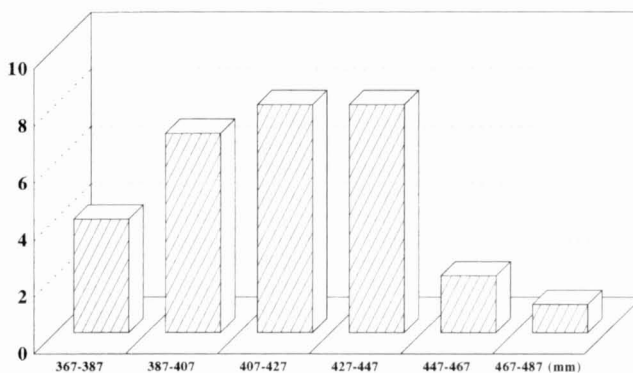
Resultados

En la tabla I y en las figuras 5, 6, 7 y 8 quedan expresados los valores de cada medición. Representamos, respectivamente, la frecuencia y los valores estadísticos de los mismos. Los parámetros estudiados son correlacionados entre sí (correlación lineal) para tratar de averiguar si existe alguna relación o dependencia entre los mismos. Los hallazgos quedan reflejados en la figura 9.

Discusión

Los valores de las longitudes del fémur (L1, L2, L3), dado el interés antropológico de los mismos, son datos bien conocidos, y desde BROCA¹ están perfectamente reflejados en la literatura, y a partir de los mismos se han confeccionado tablas para predicción de la talla partiendo del fémur y calcular la talla global del individuo adulto^{7,8}.

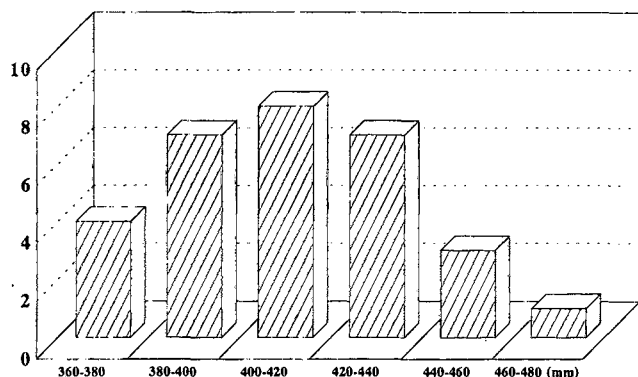
Longitud bicondilocefálica en mm



Distribución de frecuencias

FIG. 6.—Histograma L2.

Longitud trocleocefálica en mm



Distribución de frecuencias

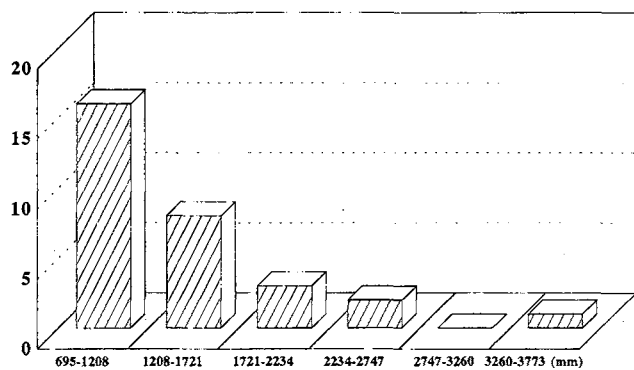
FIG. 7.—Histograma L3.

La talla de una población no es un dato fijo e inamovible, muy al contrario, está sometida a variaciones generacionales dependientes de la colectividad de que se trate, como ejercicio, dieta y factores genéticos.

La curva diafisaria femoral, al contrario e inexplicablemente, es un dato que hemos encontrado en la literatura con escasas referencias y alguna de las mismas puede ser objeto de discusión por sus aspectos metodológicos. La primera referencia que encontramos pertenece a JAEGER⁵, que da como valor medio 4,5 m, pero no dice el número de fémures medidos ni dónde se han tomado las referencias.

Posteriormente, y en otra publicación, comunicamos los valores obtenidos² y que en líneas generales coincide con los de HARPER⁴. En nuestra serie el radio de curvatura medio es 1,381 m por 1,114 m en la serie de 14 fémures de este autor.

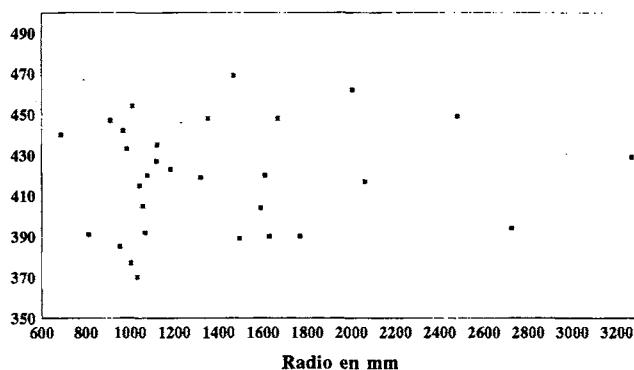
Radio diafisario en mm



Distribución de frecuencias

FIG. 8.—Histograma R.

L1 en mm



$R = 0,096702$ $ERR\ EST = 0,1881$ $n^\circ\ casos = 30$

FIG. 9.—Correlación entre longitud anatómica máxima (L1), y radio de curvatura (R). Nube de puntos.

Dejamos constancia de los valores obtenidos y del rigor metodológico empleado, así como de la exactitud de los mismos, ya que las mediciones fueron realizadas en micras.

Concluida la primera fase del trabajo, fundamentalmente morfológica, nos planteamos el estudio de las correlaciones entre las mediciones efectuadas.

A la vista de los resultados podemos afirmar que no existe correlación entre las longitudes femorales y la curva diafisaria en el plano sagital.

El radio diafisario traduce un elemento de expresión dinámica del fémur y no tiene una base morfológica concreta, de manera que es una curva de adaptación funcional personalizada para cada sujeto, interpretación biomecánica que fue perfectamente estudiada por KUMMER⁶.

Conclusiones

1. El valor medio del radio diafisario femoral en el plano sagital a nivel del punto medio de la longitud anatómica máxima es de $1.381,28 \pm 118,63$ mm ($p < 0,01$).
2. No hemos encontrado correlaciones entre el radio de curvatura diafisario y las longitudes anatómicas del fémur.

Bibliografía

1. BROCA: En: *Testut. Tratado de anatomía humana*, tomo I, p. 404. Ed. Salvat. Barcelona, 1974.
2. CASTELEIRO, R.; FORRIOL, F.; FERNANDEZ-VALENCIA, R., y GOMEZ PELLICO, L.: *Radius der curvatur des femur in der sagittalebene. Gegenbaurs morphol. Jahrb.* Leipzig, 135 5: S. 761-764, 1989.
3. FERNANDEZ DOMINGO, A.: *Diseño y estudio experimental y clínico de un nuevo clavo intramedular bloqueado para el tratamiento de fractura de hueso largos*. Tesis doctoral. Fac. de Medicina. Universidad Complutense de Madrid, 1992.
4. HARPER, M. C., y CARSON, W. I.: «Curvature of the femur and the proximal entry point for an intramedullary rod». *Clin. Orthop. Rel. Res.*, 220: 155-161, 1987.

5. JAEGER, J. H., y MERCKX, D.: *Problèmes mécaniques du clou: Coincement transversal et coincement longitudinal*. IV Symposium International sous le Présidence de I. Kempf et A. Grosee. Strasbourg, 6-5 avril 1984.
6. KUMMER, B.: «Biomechanics of bone: Mechanical properties, functional structure, functional adaptation». En: Fung, Y. C.; Perrone, N., y Anlicker M. (eds.): *Biomechanics. Its foundations and objectives*. Englewood Cliffs (N. J.), Prentice-Hall, 237-271, 1972.
7. MANOUVRIER, L.: «La dètermination de la taille d'après les grands as des membres». *Mec. Soc. Anthrop.* (París) 347-401, 1893.
8. TROTTER, M., y GLESER, G. C.: «Estimation of stature from long bones of American whites and negroes». *Am. J. Phys. Anthrop.*, 10: 463-514, 1952.