

**Universidad de Granada**



**Programa Oficial de Posgrado en  
Evolución Humana, Antropología Física y Forense**

**ESTIMACIÓN DE LA ESTATURA A TRAVÉS  
DE LA TIBIA EN POBLACIÓN ESPAÑOLA  
CONTEMPORÁNEA**

**M<sup>a</sup> Trinidad Belmonte Expósito**

**2012**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: María Trinidad Belmonte Expósito  
D.L.: GR 341-2013  
ISBN: 978-84-9028-352-3

El doctorando **Dña. María Trinidad Belmonte Expósito** y los directores de la tesis **D. Miguel Cecilio Botella López** y **Dña. Inmaculada Alemán Aguilera**, garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

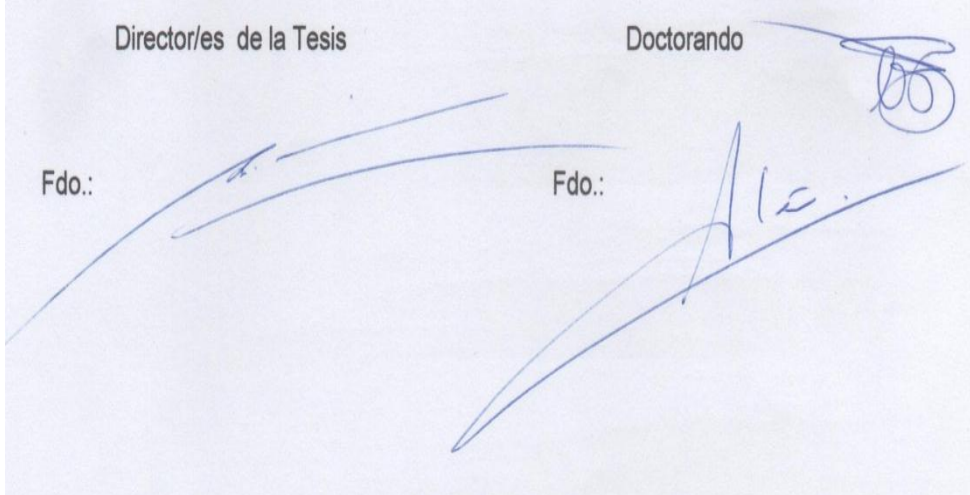
En Granada, a 19 de Julio de 2012

Director/es de la Tesis

Doctorando

Fdo.:

Fdo.:



**A mis padres, Agustín y Juani, mis  
personas favoritas, de quienes he  
aprendido a luchar por aquello que  
quiero,**

**a Juan Luis, por su grandeza, que tanto  
me ha aportado como persona y como  
profesional**

## Agradecimientos

Quiero dar las gracias a todas las personas que han colaborado en la realización de este trabajo, especialmente:

A todo el personal del Laboratorio de Antropología de la Facultad de Medicina de Granada, particularmente:

Por su inestimable labor, quiero darles las gracias a los directores de este trabajo, al Dr. Miguel C. Botella López, que me ha aportado otra forma de ver la vida y la ciencia y sobre todo, por su capacidad para transmitir su entusiasmo hacia esta apasionante disciplina; y a la Dra. Inmaculada Alemán Aguilera, por su apoyo y su amabilidad, por su capacidad para resolver problemas, sacar lo mejor de mí, exigirme día a día y ayudarme a mejorar, así como por facilitarme bibliografía de gran utilidad en la realización de este trabajo.

Y a la Dra. Rosa Maroto Benavides, por su paciente atención telefónica e informativa. Te deseo lo mejor en esta nueva etapa que inicias.

A la Dra. María Teresa Miranda León, del Departamento de Estadística e Investigación Operativa, por estar siempre dispuesta a ayudar y responder las innumerables dudas que la ciencia estadística me ha planteado y sus sabias directrices, tan importantes en un trabajo de este calibre.

A D. Juan Luis Sánchez Blanque, Jefe del Servicio de Patología del Instituto de Medicina Legal de Almería, el más importante motor de este trabajo, por su grandeza como ser humano y como profesional, por su ayuda inestimable, su capacidad para devolver el color a los momentos grises que todo trabajo de esta categoría atraviesa, su confianza en mí, su perfecta toma de muestras y sobre todo por su apoyo constante en esta tarea. Sin duda, no hubiera sido posible sin ti.

Al personal de los Institutos de Medicina Legal de Almería y Granada, especialmente a mis amigos y compañeros del equipo de auxiliares de autopsia por su colaboración en la toma de muestras; a Ángeles Martínez, estimada compañera, por su

paciencia y su ayuda, que presta sin queja alguna, incluso tras jornadas de duro trabajo; a M<sup>a</sup> José Esteban y Juan Estrada, por su apoyo incondicional y el ingenio demostrado en el perfeccionamiento de los métodos de medida; a Juan Antonio Cervantes y Juan Antonio Cabrerizo por su ayuda y colaboración. A Elisa M<sup>a</sup> Cabrerizo, jefa de la sección de Histopatología del Instituto de Medicina Legal de Granada, por su amabilidad y ayuda sin la cual no hubiera sido posible realizar esta tarea.

Por su apoyo e interés desde que me planteé la idea de realizar este proyecto, quiero dar las gracias a mis amigas M<sup>a</sup> José Ordoño y Sonia Sánchez, por su constante y entusiasta seguimiento; Sandra Chacón, por sus palabras de ánimo, y Águeda Sáez, una de las personas de mente más evolucionada que conozco,

Y, por último, y de modo especial, a mi familia, que siempre me apoya y confía en mí, animándome a hacer lo que me gusta y disfrutar con lo que hago, sin duda mi motor emocional en este trabajo y en mi vida; en especial, a mis padres, Agustín y Juani, que me han proporcionado una vida llena de motivación y libertad, a mi hermano Agustín, por abrirme la puerta del maravilloso y útil mundo de la informática; y a mi novio y amigo, Pedro, por su profesionalidad fotográfica y maestría en el diseño, con quien he compartido los buenos momentos que el desarrollo de este trabajo me ha brindado y que me ha sufrido, soportado estoicamente y animado en los momentos duros y aciagos que también ha atravesado.

## Índice

•	Introducción -----	10-15
•	Evolución de la estatura en España-----	16-32
○	Introducción-----	16-18
○	Evolución de la estatura en Europa-----	19-22
○	Evolución de la estatura en España-----	23-32
•	Métodos para la estimación de la estatura-----	33-100
-	Método matemático y método anatómico-----	34-35
-	Reseña histórica-----	36-43
-	Estado de las investigaciones:-----	44-100
	<b>Parte 1: M. Matemático-----</b>	<b>44-79</b>
	A.Telkka -----	44-46
	C. W. Dupertuis y J. A. Hadden-----	47-48
	M. Trotter y G. C. Gleser-----	49-57
	S. Genovés-----	58-63
	M. C. Nunes de Mendonça-----	64-66
	S.Nath y P.Badkur-----	67-68
	D. Radoinova et al-----	69
	I.Duyar y C. Pelin-----	70
	I.Duyar, C. Pelin y R. Zagyapan-----	71-72
	N.Sarajlic et al.-----	73-75
	V. Petrovecki et al.-----	76
	Bhavna y Surinder Nath-----	77
	B. C. Didia et al-----	77
	J. C. Mantilla Hernández et al.-----	78
	C. L. Kieffer-----	78-79

**M. Anatómico----- 80-84**

G. Fully----- 80-81

G. Fully y H. Pineau----- 82

M. H. Raxter et. al----- 83-84

**Parte 2: Fragmentos de huesos largos—85-100**

D. G. Steele y T. W. McKern----- 85

D. G. Steele----- 85-100

- **Justificación y Objetivos----- 101-106**
- **Revisión anatómica. ----- 107-114**
- **Líneas de Harris----- 115-117**
- **Material----- 118-126**
- **Métodos----- 127- 136**
  - **Técnica de medición de la estatura----- 128**
  - **Técnica de medición de la tibia----- 128**
    - **Descripción del instrumento de medida----- 129-130**
    - **Técnica de abordaje articular----- 130-131**
  - **Método estadístico-----132-136**
- **Resultados y Discusión-----137-173**
  - **Fórmulas Regresivas-----141-147**
  - **Tablas de consulta----- 148-149**



○ <b>Comparación con otros métodos</b> -----	<b>150-166</b>
○ <b>Comparación poblacional de la estatura</b> -----	<b>167</b>
○ <b>Sobre la muestra de estudio</b> -----	<b>168</b>
○ <b>Relación entre estatura y edad</b> -----	<b>168-171</b>
○ <b>Comparación de fórmulas regresivas</b> -----	<b>171-172</b>
○ <b>Comparación de tablas de consulta</b> -----	<b>172-173</b>
● <b>Resumen</b> -----	<b>174-175</b>
● <b>Conclusiones</b> -----	<b>176- 178</b>
● <b>Anexos:</b> -----	<b>179-202</b>
○ <b>Anexo A:</b> Imágenes zonas anatómicas de incisión-----	<b>179-180</b>
○ <b>Anexo 1:</b> Imágenes Instrumento de medida de la tibia. Prototipo en madera-----	<b>181-183</b>
○ <b>Anexo 2:</b> Imágenes Instrumento de medida de la tibia. Versión definitiva en acero inoxidable.-----	<b>184-185</b>
○ <b>Anexo 3:</b> Imágenes Proceso de medida de la estatura-----	<b>186-189</b>
○ <b>Anexo 4:</b> Imágenes Proceso de medida de la tibia-----	<b>190-201</b>
○ <b>Anexo 5:</b> Imágenes Lavado y desinfección del instrumento de medida-----	<b>202</b>
● <b>Bibliografía</b> -----	<b>203-212</b>

## **INTRODUCCIÓN**

La aportación a la identificación que realiza la Antropología forense, puede establecerse en múltiples circunstancias: grandes catástrofes, hallazgo de restos, accidentes aéreos, víctimas de acciones violentas, personas desaparecidas o perdidas, etc. [1]. En Antropología identificar es comparar y, por tanto, es posible realizar una identificación positiva si tenemos elementos para la comparación; es decir, si tenemos registros, fotografías, datos clínicos de patología ósea previa, estudios radiológicos, dentales, etc., que nos permitan comparar los resultados obtenidos en el laboratorio y saber si los restos que estudiamos corresponden o no a la persona que se está tratando de identificar. [2]. Esta comparación es importante para la estatura ya que es una característica no sólo poblacional, sino también individual; puede ayudar en la identificación de restos óseos y además es un parámetro exclusivo de la especie humana (debido a la postura erguida). También es complejo y variable, en el que intervienen muchos factores: genéticos (herencia multifactorial), sexo (es un parámetro biológico de dimorfismo sexual puesto que en todos los grupos humanos, la estatura de la mujer suele ser inferior a la del hombre), edad, condiciones ambientales como la alimentación, situación socioeconómica, medio geográfico, etc. [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Por otro lado, está influido por enfermedades óseas, e incluso es cambiante dentro de un mismo individuo en diferentes momentos del día [4, 5, 6, 7].

Podemos definir la estatura de una persona como la distancia que existe desde el vértex craneal al plano horizontal o de sustentación. (5,6)

De forma general, la estatura definitiva del individuo, salvo cuando existe alguna patología que afecte al crecimiento, se alcanza aproximadamente a los 21 años de edad, y antes en la mujer que en el hombre, aunque pueden existir variaciones poblacionales. Así pues, la mujer caucasoide, que suele ser de 9 a 12 cm. más baja que el hombre, alcanza su maduración ósea hacia los 18 años; los hombres, algo más tarde. Entre los 40 y 60 años, tiene lugar un proceso de regresión de la estatura que se acelera a partir de los 65 – 70 años, llegando incluso a reducciones de entre 5 y 10 cm. De forma general, la estatura o talla disminuye 0,06 cm. por año. (9).

Es posible calcular la talla que el individuo tenía en vida a partir de sus restos óseos, teniendo en cuenta que, según algunos autores, hay una diferencia entre la estatura del cadáver y del individuo vivo de alrededor de 2 cm. (11, 5) y 2,5 cm. (1). Esto se debe al aplastamiento que los discos intervertebrales sufren con la posición bípeda, en el vivo, que no se produce en el cadáver en decúbito supino. Cuando se trata de un cadáver momificado, la deshidratación del tejido blando puede ocasionar una disminución significativa de la estatura del individuo. En este sentido cabe destacar la diferencia de 2 mm entre hueso seco y hueso fresco descrita por Manouvrier (1892) (11).

El cálculo de la estatura puede permitir a su vez la estimación de otro de los parámetros antropológicos: el peso (12).

Existen numerosos problemas que afectan al rigor en la estimación de la estatura, como la falta de registros fiables en los que conste la estatura que el individuo tenía en vida (antemorten). Donde existen tales registros, faltan detalles de cómo fue tomada la medición (instrumento para realizarla) y las condiciones (con zapatos, sin zapatos, en posición completamente erguida, etc.).

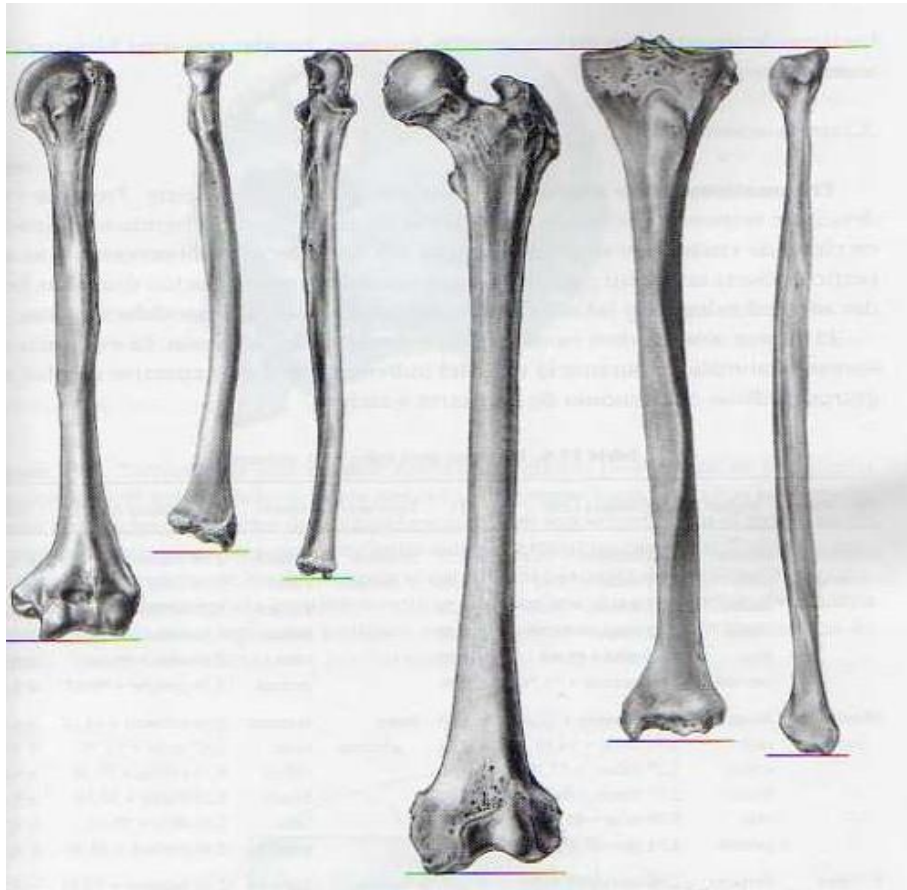
La relación entre la estatura de un individuo y la longitud de sus huesos largos (Fig. 1), permite calcular la talla a partir de estos.

Tradicionalmente, en Antropología forense, los huesos largos se han medido utilizando una tabla osteométrica, que consiste en una plancha de material rígido con una base de lectura milimetrada, un tope fijo y otro móvil.

Para la realización de este trabajo se ha diseñado un nuevo instrumento de medida que será detallado más adelante.

El cúbito y la tibia, pueden medirse sin tomar en cuenta los maléolos (como Trotter y Gleser, 1952, aunque existen ciertas dudas sobre si en la tibia lo incluyeron o no, [13,14]) o con los maléolos (como Genovés, 1967 en Bass, 1987 [7]) (figura 1).

En el fémur pueden tomarse dos tipos de medidas: o bien la longitud fisiológica o bicondilar, con los cóndilos apoyados sobre el tope de la tabla osteométrica de Broca, de manera que el hueso adquiere cierta inclinación, o bien la longitud máxima (2).



**Figura 1: Medidas de los huesos largos, longitudes máxima y cóndilo- maleolar. La longitud máxima se mide como se ilustra para los principales huesos largos. En todos, salvo en la tibia, la longitud máxima es la determinada entre los puntos más extremos del hueso. La medida máxima en la tibia nos da la distancia glenoidea-maleolar. Tomada desde la cara superior de las cavidades glenoideas hasta el vértice del maléolo medial, excluida la eminencia intercondílea, como muestra la figura. Imagen tomada de *Manual de Antropología Forense* (Ramey Burns, 2008). (2)**

Para estimar la estatura a partir de la medida de los huesos largos, tradicionalmente, y dada su indudable utilidad práctica, se han utilizado las tablas de Manouvrier (1893) [11], elaboradas mediante medidas tomadas de individuos franceses, y las tablas y fórmulas regresivas de Trotter y Gleser (1952, 1958, 1970) [1, 9, 15] diseñados con población americana. Diversos autores han señalado que las estimaciones de la estatura que se realizan, teniendo como base la medida de los huesos largos de las extremidades inferiores (fémur, tibia, peroné), son más precisas que las estimaciones realizadas con huesos largos de las superiores (húmero, cúbito, radio). [8, 16]. Concretamente, Mendonça (1998) [5, 6] señala que en población portuguesa, la estimación de la estatura con la longitud del fémur es más correcta que con la del húmero. Bhavna y Surinder Nath (2007) [17], en su estudio con población india, señalan que la tibia es el hueso que proporciona mejores estimaciones con una menor desviación estándar y un coeficiente de correlación  $r$  mayor que el resto de los huesos estudiados. Jantz et al. (1999) [8], con población americana, hallaron una relación más estrecha entre la estatura y la longitud de la tibia o el peroné, que entre estatura y longitud del fémur. Agnihotri et al. (2009), [18] concluyeron igualmente en su estudio con población indomauritana que la tibia tiene una correlación más fuerte con la estatura que el cúbito.

Diversos autores advierten sobre la precaución que hay que tener al aplicar en una población métodos confeccionados con otra, dadas las diferencias poblacionales existentes en relación con este parámetro [7, 18, 19, 20, 21, 22]. En este sentido se evidencia la ausencia de un método específico de estimación de la estatura en población española, que tiene unas características históricas y demográficas propias que influyen en el estudio y evolución de este parámetro. Según Martínez Carrión (1994) [23], el crecimiento económico que tuvo lugar en España en la segunda mitad del siglo XIX, no estuvo relacionado con mejoras en los niveles de vida y del bienestar, lo cual apoya la idea de que España responde a la tesis *Kuznetsiana*, según la cual el proceso de industrialización provocó el aumento de desigualdades en la renta *per cápita*; las Guerras Mundiales y Civil española del siglo XX afectaron a los niveles de vida, acceso a alimentos, salud, etc., factores directamente relacionados, entre otros, con la estatura final que alcanza una persona.

Algunos autores han constatado un cambio general en la proporción de los segmentos corporales en las poblaciones actuales con respecto a las más antiguas [5, 8,

22], hecho que limita el uso de aquellos métodos que fueron elaborados con estas poblaciones antiguas [20, 24]; de ahí la importancia de este trabajo, que estudia una población actual.

En la actualidad, en la Antropología forense americana se utiliza el programa informático FORDISC 3.0 (Jantz y Ousley, 1993-2005), que se nutre de la Forensic Anthropology Data Bank. Esta base de datos contiene muestras representativas de los diferentes grupos étnicos que conviven en Estados Unidos que le sirve para proporcionar estimaciones de sexo, origen poblacional y fórmulas regresivas para estimar la estatura [19, 20, 25, 26, 27].

Aunque esta aplicación posee una indudable utilidad práctica para los grupos poblacionales representados, no es así para nuestra población de estudio, puesto que no contiene muestra española [19]. Por ello está limitado su uso en este tipo de población y se requieren estudios poblacionales específicos. [19, 25, 27].

La revisión bibliográfica nos muestra que son muchas las poblaciones en las que se ha estudiado de forma específica el comportamiento de este parámetro con respecto a la longitud de la tibia, como por ejemplo Kieffer (2010), que realizó su estudio con una muestra norteamericana femenina [28]; Duyar y Pelin (2003) y Duyar, Pelin y Zagyapan (2006), que estudiaron una población turca masculina [29, 30]; Didia et al. (2009), con una población nigeriana de ambos sexos [31]; Mantilla Hernández et al. (2009), en una población colombiana masculina [32]; Petrovecki et al. (2007), con una población croata de ambos sexos [16]; Sarajlic et al. (2006), que estudiaron una población bosnia masculina [18]; Jantz, Kimmerle y Baraybar (2008) con una población de los Balcanes en general (33); o Radoinova et al. (2002), que se basaron en una población búlgara [34].

Además de en el origen, estos estudios difieren en el tipo de muestra que utilizan: sujetos vivos [17, 18, 28, 29, 30, 32], cadáveres [5, 6, 16, 24, 34] o muestra esqueletizada [20, 21, 35]. Algunos de ellos hacen uso de la imagen radiológica para la toma de las medidas de la tibia [16, 24, 28].

No existen hasta el momento trabajos que estudien la población española de ambos sexos en base a la medida de la tibia en relación a la estatura del sujeto, a partir de cadáveres frescos. La necesidad de rellenar ese hueco en el conocimiento es lo que nos ha llevado a realizar el presente estudio.

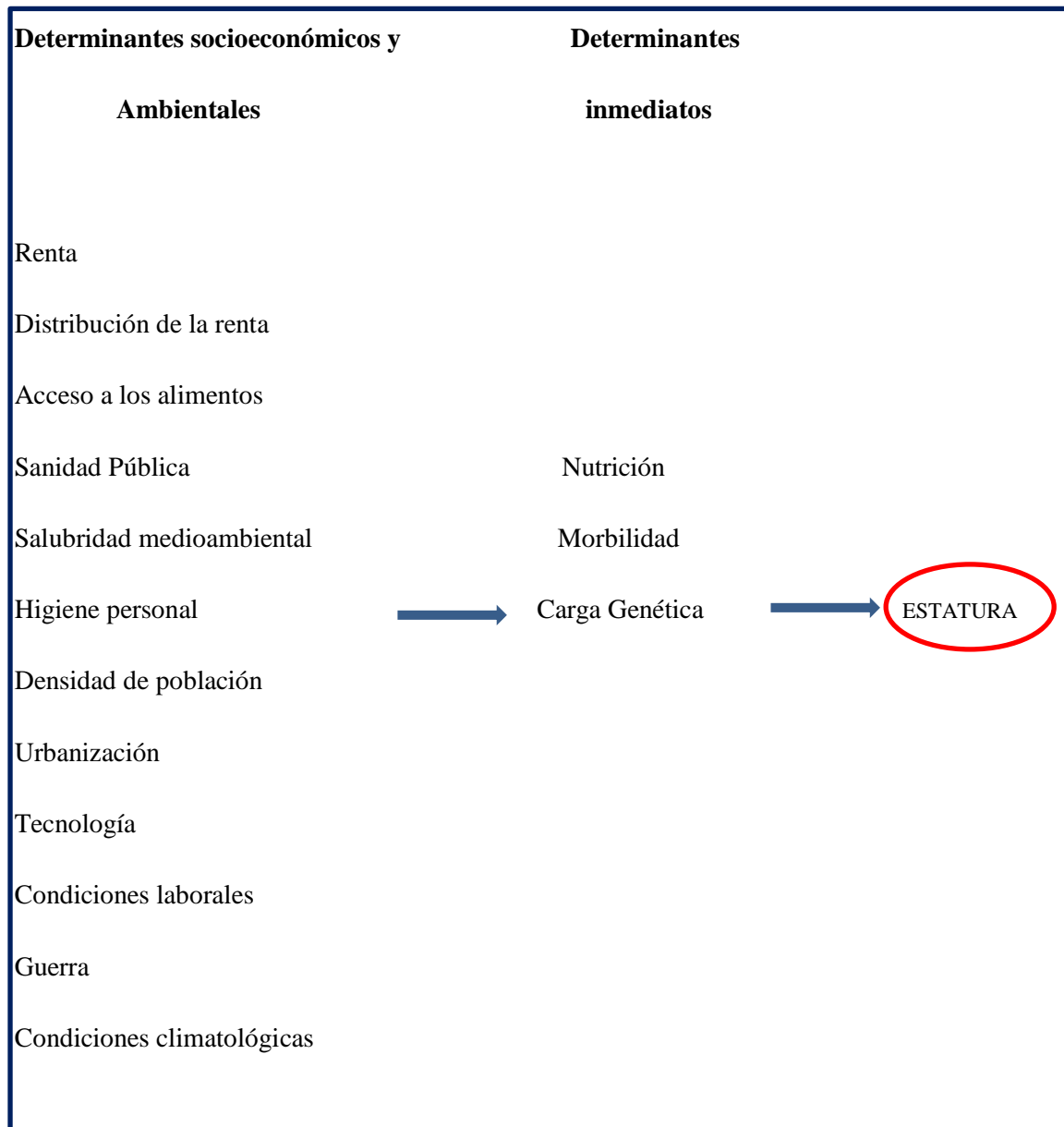
**EVOLUCIÓN DE LA ESTATURA EN EUROPA Y EN ESPAÑA**



## **Introducción**

Numerosos autores —Martínez Carrión (estudios realizados entre 1994 y 2011, [23,36,37,38,39]), Komlos (1994) (40), Steckel (2001) (41)--, han considerado la estatura como uno de los indicadores del nivel de vida y de salud de las poblaciones humanas a lo largo de la historia, junto con los niveles de renta, la esperanza de vida, la mortalidad infantil o los salarios reales, entre otros. Spijker et al. (42), señalan que, aunque la estatura no es *per se* un indicador de salud, está directamente relacionada con uno de sus componentes: la nutrición. Por otro lado, la *teoría bioeconómica* de Komlos (1994) (40) relaciona el ciclo de crecimiento físico con una serie de factores, como por ejemplo, los genes, que condicionan la estatura máxima que puede alcanzar una persona. Las diferentes variables ambientales como alimentación, morbilidad, etc., hacen que ese potencial se alcance en mayor o menor grado. En ello influyen tanto los *inputs* energéticos (cantidad y calidad alimentaria), como los *outputs* (incidencia morbífica) (cuadro 1). En la infancia y adolescencia, que son las etapas de mayor crecimiento físico humano, es crucial lograr un estado nutricional equilibrado, teniendo en cuenta que el ciclo de crecimiento finaliza a los 21 años en varones y algo antes en mujeres, en condiciones ambientales normales, es decir, en ausencia de malnutrición o morbilidad crónica. (42).

CUADRO 1. FACTORES DETERMINANTES DE LOS CICLOS DE ESTATURA



Fuente: Elaboración propia a partir Martínez Carrión (2001) (36), y Escudero y Simón (2003) (43)

## **Evolución de la estatura en Europa**

La estatura en el continente europeo ha aumentado, en general, a lo largo del tiempo, pero también se observan períodos importantes de fluctuación, es decir, épocas de aumento y disminución de la estatura media de los europeos, que han tenido relación con los acontecimientos históricos y económicos. En la tabla 0 podemos ver los datos que proporciona Steckel (2001) (41) sobre la estatura desde el siglo IX en el Norte de Europa, inferidas a partir del estudio de esqueletos adultos de sexo masculino.

Tabla 0. Estatura entre los siglos IX y XVIII

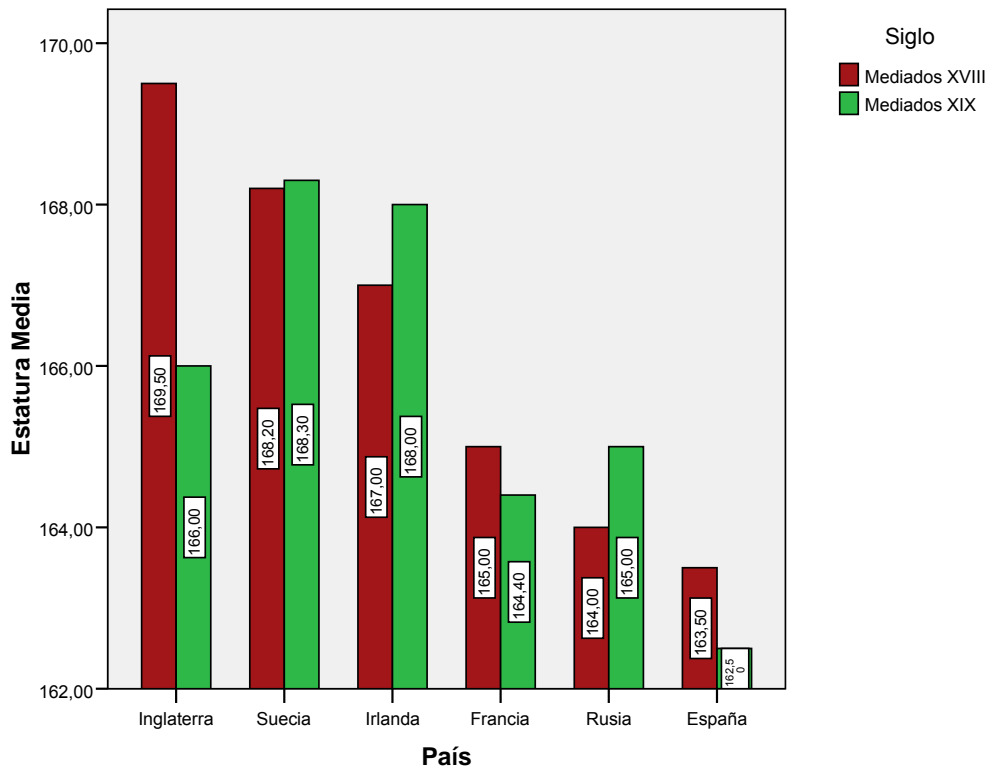
Siglo	Estatura Media (cms.)
IX- XI	173,4
XII- XIV	171,5
Edad Media	171,4
XVII-XVIII	165,8

Tomado de Steckel (2001) (41)

Se observa una disminución progresiva de la estatura media, más acusada a partir de la Edad Media, que pudo estar relacionada con el cambio climático (pequeña edad de hielo), con la creciente desigualdad de clases sociales y la urbanización de las ciudades, así como con la propagación mundial de enfermedades que se produjo desde finales de 1400 y los conflictos asociados con la religión y la creación de los Estados (41).

Durante los siglos XVIII y XIX, se observa una interesante fluctuación en los valores de la estatura media en Europa. A mediados del siglo XVIII esta variabilidad es especialmente notoria, puesto que la media de estatura oscila entre 163-164 cms. estimada para España del interior y Andalucía y los 169-170 cms. para Gran Bretaña (39). La primera mitad del siglo XVIII pertenece a una etapa de crecimiento demográfico importante, de condiciones climáticas y cosechas agrícolas favorables, pero la situación cambió a finales de siglo. Ello provocó un descenso de la estatura que se prolongó hasta mediados del siglo XIX (gráfico 1), especialmente notorio en aquellas ciudades del norte de Europa y las ciudades industriales inglesas. Este deterioro también se produjo en España en las décadas centrales del siglo XIX en zonas urbanas y rurales, pero no de forma tan acusada como en los países mencionados.

Gráfico 1: Estatura Media por países a mediados de los siglos XVIII y XIX



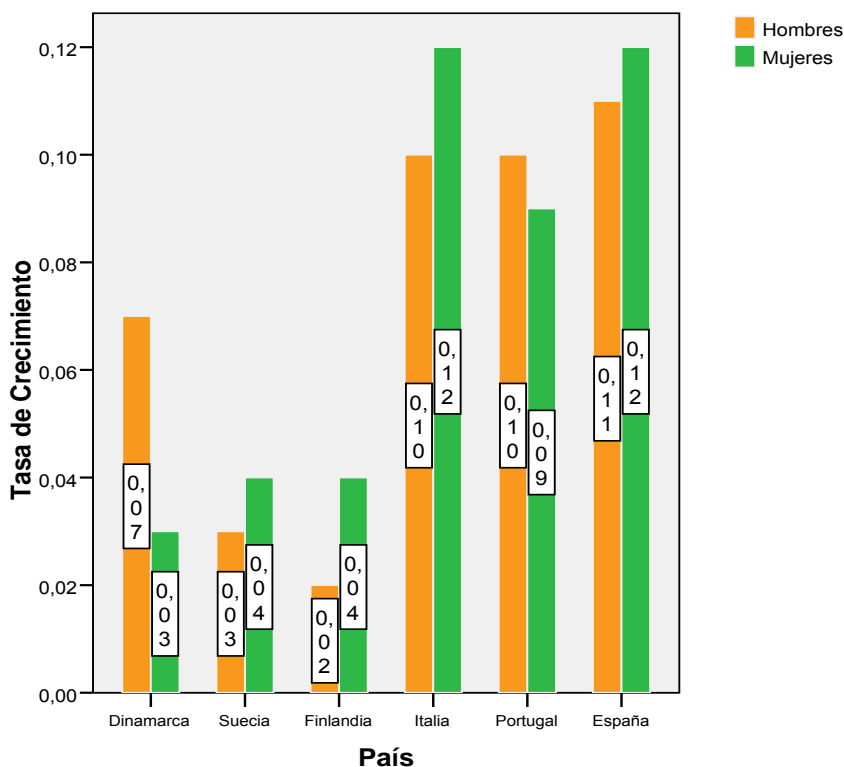
Elaboración propia a partir de Martínez Carrión (2011) (39)

En la mayoría de países europeos, la disminución de la estatura se produjo en las décadas centrales del siglo XIX, a pesar de ser una época de auge industrial (sobre todo textil), que generó empleo y mejoró los ingresos familiares. Pero, también aumentó la carga de horas de trabajo diario y se generalizó el trabajo infantil en fábricas y minas, lo cual condicionó el crecimiento en la fase adolescente y, por tanto, la talla adulta.

Estos datos muestran que el crecimiento económico no tiene que ir asociado a un aumento de la estatura media de la población relacionado con el bienestar biológico, y explica la llamada *paradoja de estatura* en los comienzos de la industrialización (39) o hipótesis Kuznetsiana que detallaremos más adelante en el caso de España.

Ya en el siglo XX, en el gráfico 2 podemos observar la tasa de crecimiento anual de la estatura media a partir de la media de estatura de las cohortes nacidas entre 1950-1955 y 1976-1980.

Gráfico 2: Tasas de crecimiento anual de la estatura media por países y sexos para cohortes de entre 1950 y 1980

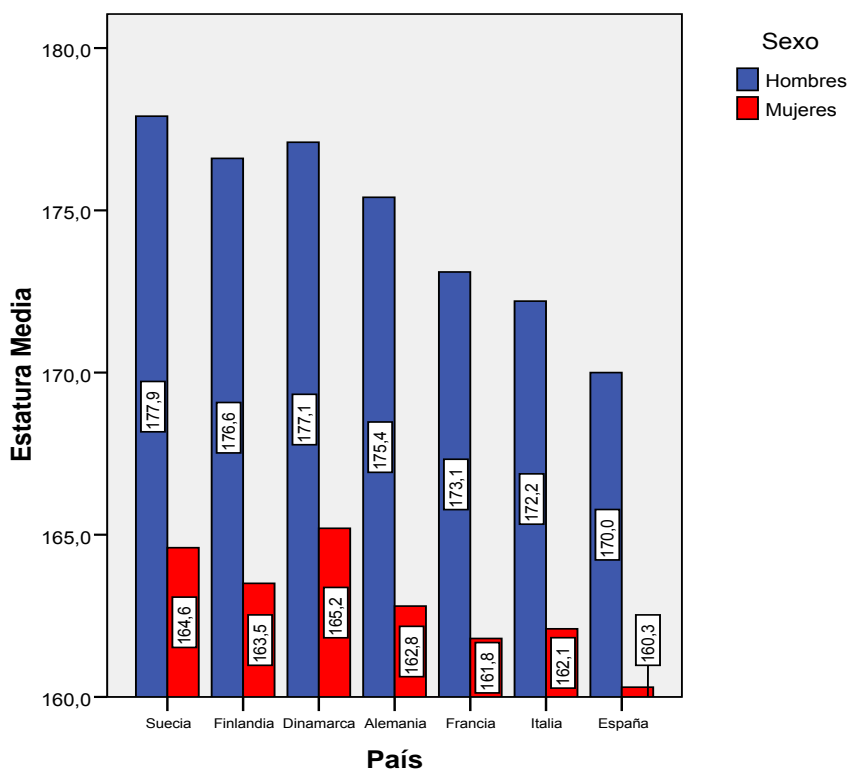


Elaboración propia a partir de García y Quintana Domeque (2007) (44)  
Cohortes de 1950 y 1980

España, junto con Italia y Portugal, presenta las mayores tasas de aumento de la estatura entre 1950 y 1980, especialmente en mujeres. En países donde la estatura inicial (cohorte de 1950-1955) es mayor, el aumento de la estatura no es tan significativo como en aquellos donde se parte de una estatura más baja como España. Por ejemplo: en España la media de estatura para los hombres nacidos entre 1950-1955 era de 171,3. Este valor asciende a 176,1 en aquellos nacidos entre 1976-1980. El incremento corresponde a una tasa de crecimiento de 0,11. En países como Dinamarca, la tasa de crecimiento en hombres entre los mismos períodos es de 0,07, más baja que en España, pero en este país la estatura inicial era de 180,3 y aumentó a 183,7 (44). Ambos valores, el inicial y el final, son mayores que en España.

Al analizar por países las diferencias por sexo en la estatura en Europa, en 1990, se observa en general una menor estatura de las mujeres con respecto a los hombres (gráfico 3). En España e Italia la diferencia entre ambos era inferior al resto de países analizados. Esta diferencia es de hasta 13 cms. en países como Suecia y Finlandia. En España es de 9,7 cms. (45).

Gráfico 3: Estatura Media por sexos y países



Elaboración propia a partir de Cavelaars et. al (2000) (45)

En 1990

A comienzos del siglo XXI, según Martínez Carrión y Puche Gil (2011) (46), la estatura media de los hombres adultos españoles es de 176 cm., un centímetro por encima de la media europea, valor superior a la estatura de los italianos y similar a la estatura media de los franceses.

## **Evolución de la estatura en España**

En el siglo XIX, múltiples circunstancias (epidemias, crisis de subsistencia, guerras, crisis de mortalidad, etc.) condicionaron el desarrollo y bienestar de las poblaciones en España, y determinaron la disponibilidad de los recursos alimenticios y las condiciones de acceso a los mismos (36). Como consecuencia de ello se observa un descenso de la estatura desde las generaciones nacidas en 1840/1850 y las nacidas a mediados de 1870, que evidencia un empeoramiento en los aspectos nutricionales y de salud a pesar del aumento del PIB (47). Este hecho podría estar relacionado con la hipótesis Kuznetsiana (U invertida de Kuznets) (1955) (36, 48), según la cual siempre se produce un aumento de la desigualdad en las primeras fases de industrialización y crecimiento económico de un estado (como ocurrió en Inglaterra y Estados Unidos (49)). En efecto, la segunda mitad del siglo XIX fue una etapa de crecimiento económico y no hubo una correlación con un aumento del bienestar o mejora en los niveles de vida de la mayoría de la población española.

Es sabido que miembros de la realeza y aristocracia, como Alfonso XIII en España y su esposa, Victoria Eugenia, o Alfonso XII y el primer ministro Godoy, eran muy altos en comparación con la gente del pueblo, que, según la colección de trajes de militares, diplomáticos y políticos españoles del XIX conservada en el Palacio de Aranjuez, eran más bajos.

La aristocracia llevaba ventaja histórica respecto a todas las demás clases sociales, producto, entre otros factores, de una alimentación más completa y variada, y de un fácil acceso a los recursos sanitarios disponibles.

El proceso de reclutamiento militar nos proporciona una valiosa fuente de información sobre la estatura masculina en los siglos XVIII y XIX. Éste se sustentaba en tres niveles administrativos: Ayuntamientos, Diputaciones Provinciales y Ministerios de Guerra y Gobernación. Estos niveles generaban una documentación valiosa en la que se recogía la talla del mozo o quinto. En 1858, se implantó el sistema métrico decimal en el proceso de tallado. Este hecho y la sistematización del registro de tallas en las fuentes documentales, hacen posible la elaboración de las primeras series antropométricas en España (que corresponden a mozos nacidos en 1838). Para fechas

anteriores, las medidas se expresan en pies, pulgadas y líneas, lo cual genera numerosos problemas de conversión (50).

En algunos países de Europa y Norteamérica, la industrialización temprana produjo, entre 1840 y 1913, la llamada “*penalización urbana*”, esto es, un empeoramiento de los niveles de vida en las zonas urbanas con respecto a las zonas rurales, que se tradujo, entre otros factores, en mayor índice de mortalidad infantil y menor estatura media en las zonas urbanas. Según Moreno Lázaro y Martínez Carrión (2009) (38, 51), que estudiaron la existencia de este fenómeno en España, concretamente en Castilla y León y en zonas del Sudeste español, no tuvo lugar esta penalización puesto que la diferencia entre zona rural-zona urbana no es tan acusada como en otros países, debido al bajo nivel de industrialización y a la pobreza del sector agricultor.

Como puede observarse en el gráfico 4, la penalización urbana en la tasa de mortalidad infantil desapareció a partir de los años veinte del siglo XX. En el gráfico 5 podemos observar que la estatura media de los reclutas españoles nacidos entre 1870 y 1935 en zonas urbanas es superior a los nacidos en zonas rurales. Hay que tener en cuenta que la edad de reclutamiento de los varones españoles ha sufrido cambios, de 20 años a 19 y de 19 a 20 de nuevo a finales del siglo XIX, y de 20 a 21 años a principios de siglo, por lo que la estatura que se tomaba de un hombre de 19 años puede no corresponder con la estatura final que alcanza esta persona, ya que no ha completado aún su ciclo de crecimiento.

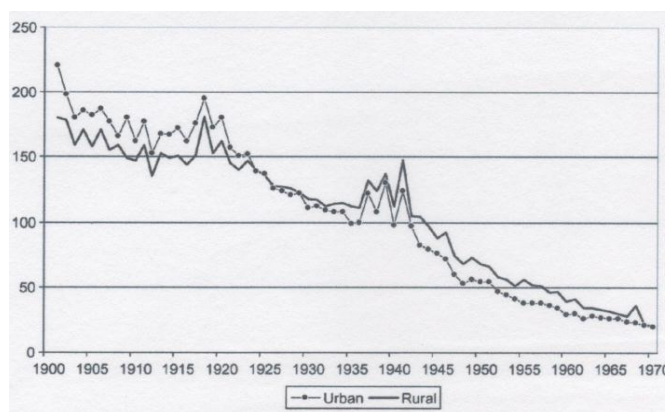


Gráfico 4: Mortalidad infantil en zonas rurales y urbanas en España, entre 1900 y 1970 (obtenido de Martínez Carrión y Moreno Lázaro, 2007) (38)



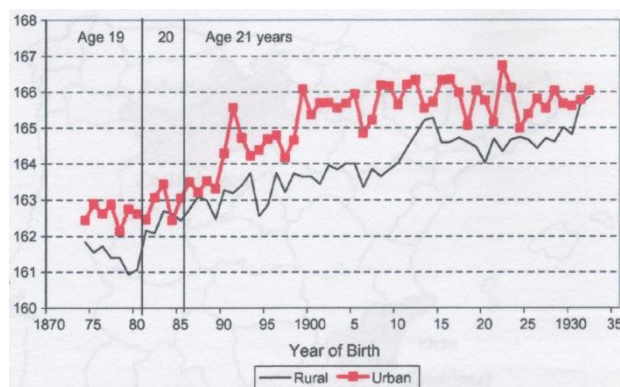


Gráfico 5: Estatura media en cms. de los reclutas españoles nacidos entre 1870 y 1935 (obtenido de Martínez Carrión y Moreno Lázaro, 2007) (38)

Los autores observaron en su estudio signos de penalización urbana de corta duración en áreas de Palencia (a mediados del siglo XIX) y Elche (a finales del siglo XIX), debido a ciertos cambios y evolución en la industria del textil. (38)

Tampoco se dio el fenómeno de “*penalización urbana*” en Madrid (52), pero sí se produjo una “*penalización intra-urbana*”, puesto que al ser una ciudad grande y coexistir diversos ambientes, hay grandes diferencias entre distritos. Entre 1837-1878, el bienestar biológico de los mozos madrileños procedentes de zonas rurales empeoró; la estatura media disminuyó de 1.630 mm a 1.615 mm. Entre 1879-1915, se produjo un aumento de la talla media (de 1.615 mm a 1.650 mm)

Komlos (1994) (40) señala que la renta *per cápita* puede ser un indicador ambiguo del bienestar durante algunas fases de crecimiento económico. Ya en la década de 1890 se produjo un aumento de la estatura y, en general, mejoraron todos los llamados *niveles de vida biológicos* para los nacidos en las décadas de 1880 y 1890; pero esta tendencia favorable se quebró por los acontecimientos históricos del siglo XX (36).

Según Martínez Carrión, que analizó datos tomados de los archivos de reclutas nacidos entre 1837 y 1913, los nacidos en 1838 medían 160,9 cm de estatura media, pero ésta se redujo en 1,5 cm para los nacidos entre 1845 y 1875 debido al deterioro del bienestar biológico. Para la década de 1910, la estatura promedio de los reclutas era superior a 165 cm (49).

Por otro lado, para Quiroga (2001) (53), que también basó sus estudios en los registros de los reclutas, la estatura media entre 1875 y 1925 aumentó 3 cm (de 162,5 a 165,5). Entre 1930 y 1970 este aumento fue de 9 cm (43).

En la bibliografía se recoge la existencia de **diferencias regionales** en la evolución de la estatura en España. En la primera mitad del siglo XX, estas diferencias eran de casi 8 cm de media. (54).

En el gráfico 6, se pueden observar las diferencias de estatura media entre reclutas españoles de Cataluña y de Castilla y León (54). El gráfico muestra que estas diferencias han permanecido estables en el período reflejado.

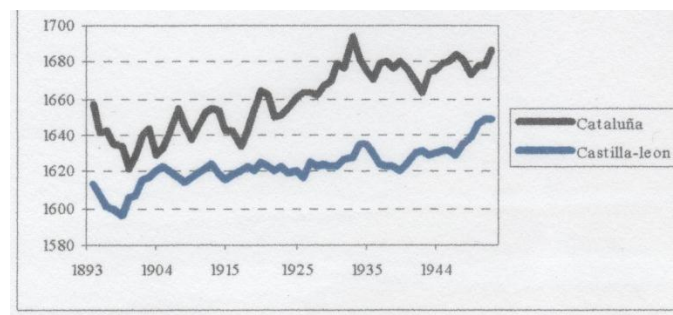


Gráfico 6: Estatura media de los reclutas españoles de Cataluña y de Castilla y León entre 1893 y 1944 (obtenido de Quiroga, 2005)(54)

Algo menos estables han sido las diferencias de estatura media entre reclutas del norte de Castilla y León y del Sudeste español, pero en general los valores de estatura en esta última región son superiores a los primeros. En el gráfico 7, se puede ver cómo la disminución de estatura media en Castilla y León durante las décadas centrales del siglo XIX fue más acusada que en el sudeste español.

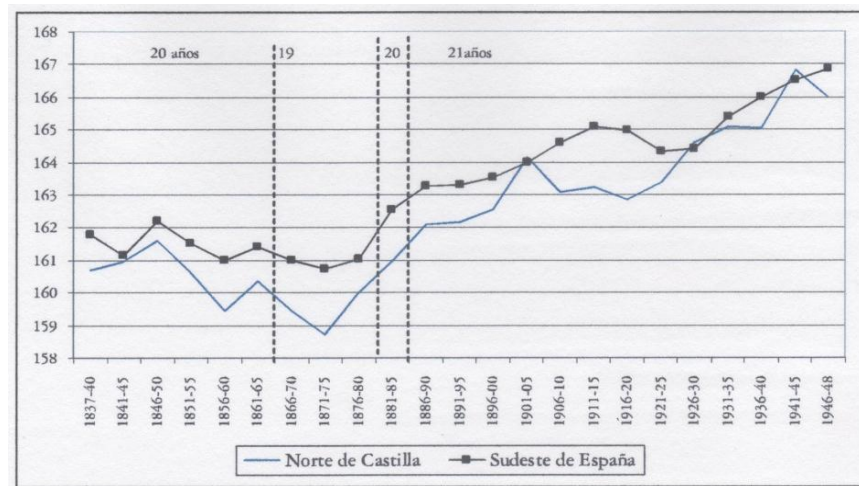


Gráfico 7: Estatura media en el Norte de Castilla y León y Sudeste de España, para cohortes nacidas entre 1837 y 1948 y según edad de reclutamiento. (obtenido de Moreno Lázaro y Martínez Carrión, 2009)(51)

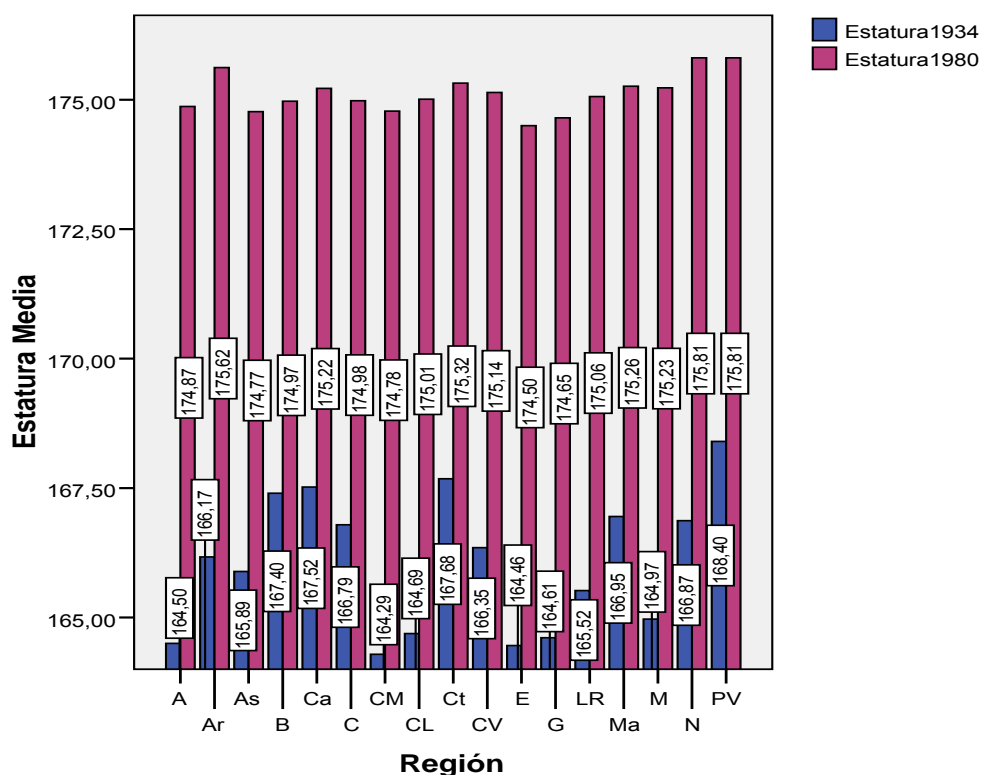
Entre 1950 y 1980, la estatura en mujeres se incrementó en 1,7 cm de media por década, y en hombres 1,6 cm.

Pero concretamente, para la población femenina, Cantabria y Murcia son las zonas donde el incremento ha sido más significativo, mientras que Baleares y Canarias son las regiones donde ha sido menos acusado. Para la población masculina, ha sido Castilla y León la zona donde más se ha incrementado la estatura, y la Comunidad Valenciana y Extremadura, donde menos. (55).

En el gráfico 8, se muestra la evolución en el valor de la estatura entre hombres nacidos en 1934 y 1980, agrupados en las actuales Comunidades Autónomas.

Gráfico 8: Estatura media por CCAA actuales en España

entre las generaciones de hombres nacidos en 1934 y 1980.



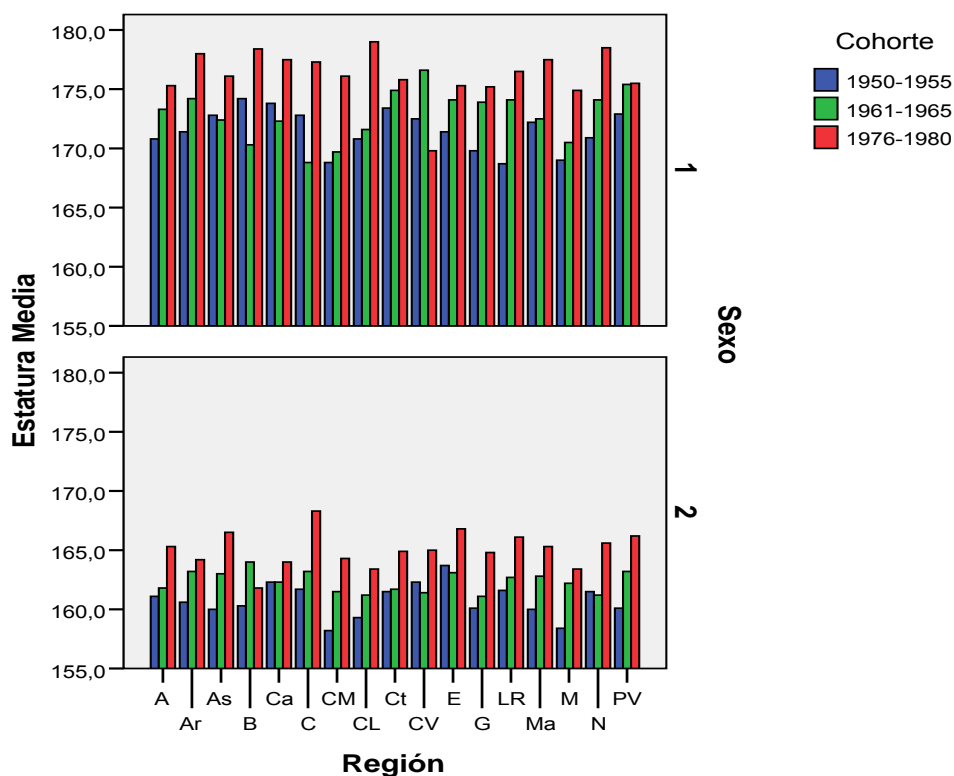
Elaboración propia a partir de Martínez Carrión, 2005 (37). **Leyenda de Regiones.** A: Andalucía; Ar: Aragón; As: Asturias; B: Baleares; Ca: Canarias; C: Cantabria; CM: Castilla – La Mancha; CL: Castilla y León; Ct: Cataluña; CV: Comunidad Valenciana; E: Extremadura; G: Galicia; LR: La Rioja; Ma: Madrid; M: Murcia; N: Navarra; PV: País Vasco

Se observa un incremento general de entre 6,91 y 10,49 centímetros en la estatura media masculina. Este incremento es mayor en comunidades como Castilla La Mancha, Andalucía, Castilla y León, Murcia y Extremadura, y menor en Cataluña, País Vasco y Baleares.

En cuanto a las diferencias por sexos, cohortes de nacimiento y comunidades, en el gráfico 9 podemos observar la evolución de la estatura de hombres y mujeres para los nacidos entre 1950 y 1980.

Gráfico 9: Evolución de la estatura por cohortes, sexo y comunidades autónomas

desde 1950 a 1980.



Elaboración propia a partir de Quintana Domeque (2010) (55). Donde, **Sexo** 1: Hombre; 2: Mujer. **Leyenda de Regiones**. A: Andalucía; Ar: Aragón; As: Asturias; B: Baleares; Ca: Canarias; C: Cantabria; CM: Castilla – La Mancha; CL: Castilla y León; Ct: Cataluña; CV: Comunidad Valenciana; E: Extremadura; G: Galicia; LR: La Rioja; Ma: Madrid; M: Murcia; N: Navarra; PV: País Vasco

Se puede observar un incremento medio de 4 cms. entre las mujeres nacidas entre 1950-1955 y 1976-1980. Las mujeres de estatura más baja (menor o igual a 160cm.) en la primera cohorte (1950-1955) se encuentran en Asturias, Castilla La Mancha, Castilla y León, Madrid y Murcia. Y las más altas (estatura superior a 162 cm.) de dicha cohorte en Canarias, Comunidad Valenciana y Extremadura. En la cohorte de mujeres más jóvenes (nacidas entre 1976 y 1980), tienen estatura superior a 166 cms. en

Asturias, Cantabria, La Rioja, País Vasco y Extremadura, mientras que en Baleares, Canarias, Castilla y León y Murcia tiene estatura inferior o igual a 164 cms.

En los hombres, el incremento general de la estatura entre la primera y la última cohorte ha sido de 5 cms. La estatura más elevada de los hombres más jóvenes se encuentra en Baleares, Castilla y León y Navarra (superior a 178 cms), y los menores valores de dicha cohorte (menores de 175 cms.) en la Comunidad Valenciana y Madrid. Entre la cohorte masculina de mayor edad, las estaturas inferiores a 169 cms. las encontramos en Castilla La Mancha y La Rioja, y las superiores a 173 cms en Baleares, Cataluña y Canarias.

En España, de forma general, en el siglo XX, tres épocas históricas coinciden con un período de estancamiento o reducción de la estatura media (49):

- la Gran Depresión de los años treinta (1934-1939).
- la Posguerra española (1939–1959)
- la Segunda Guerra Mundial (1940-1945).

Se observa un incremento durante el primer tercio del siglo, y una caída significativa durante los años de guerra y autarquía, con una posterior subida a partir de la década de 1950, cuando España entró en un nuevo ciclo económico que tuvo consecuencias positivas en la mejora de los niveles de vida. Tuvo lugar un crecimiento económico importante entre 1960 y 1975 cuando mejoró la demanda de bienes y servicios, se disparó el consumo, mejoró la asistencia sanitaria y aumentó considerablemente la renta *per cápita* (gráfico 10). En este contexto, la talla de los españoles creció 8,1 cms. entre 1955 y 1990. Este incremento, superior al que experimentaron el resto de países europeos, tiene relación con la baja estatura inicial.

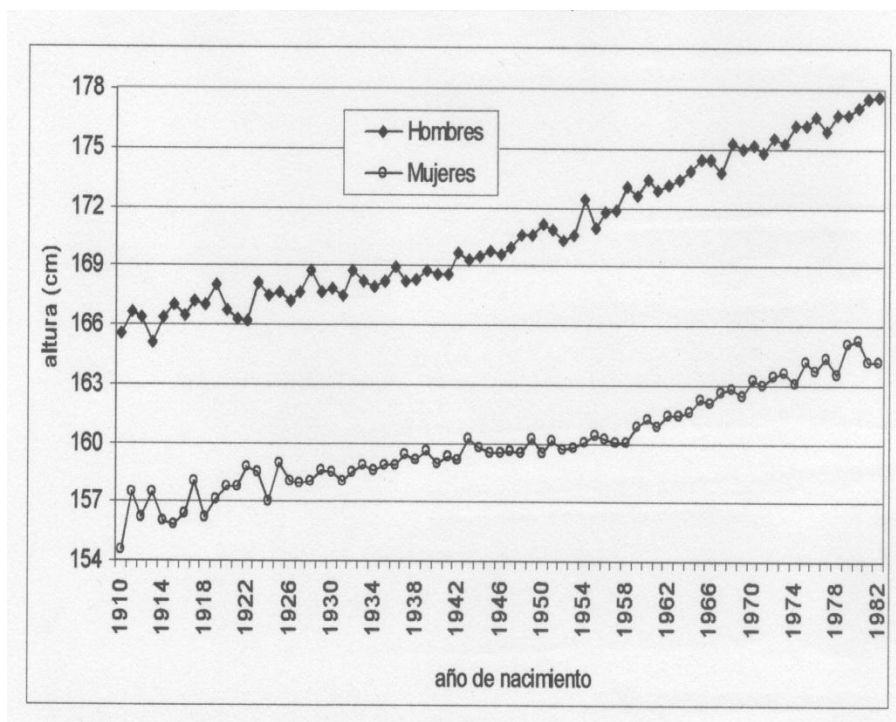


Gráfico 10: Evolución generacional de la estatura media de la población adulta (mayores de 19 años). España 1900-1982. (obtenida de Spijker et. al, 2008) (42). El gráfico muestra en las primeras décadas del siglo XX un irregular aumento de la estatura media, un estancamiento entre mediados de los años 20 y el final de la Guerra Civil, y un progreso sostenido para ambos sexos a partir de las generaciones nacidas en 1960.

Como hemos señalado, el aumento en la estatura media es importante en el primer tercio del siglo XX, pero en la segunda mitad este aumento fue mayor. Hay un punto de inflexión claro para aquellas generaciones nacidas a partir de 1950, que entre 1950 y 1969 aumentaron 4 cm. la estatura media, cifra igual al aumento conseguido entre 1900 y 1949. Una vez superada la fase más crítica de la inmediata postguerra, se observa un progreso sostenido de la estatura media en varones españoles. Las generaciones masculinas que nacieron en los años 40 ya pertenecen a este ciclo de progreso sostenido de la estatura y vivieron su adolescencia en los años 50, en la que se produjo una progresiva estabilización del principal *input* del balance nutricional, el alimentario, unido a ciertos progresos en materia sanitaria, como la extensión de los antibióticos, lo cual pudo compensar en cierta medida aquellos estados carenciales que esta generación vivió durante la primera infancia. Cabe destacar que no ocurrió lo mismo con las mujeres, puesto que entre 1939 y 1958 la estatura media femenina española permaneció en 1,60 m, con una diferencia de 13 cm con respecto a la media masculina en 1958 (máximo histórico). Los autores del trabajo (42), plantean la

hipótesis de una *penalización de género* en la España franquista, que no comenzaría a superarse hasta la consolidación del proceso de modernización socioeconómica que tuvo lugar durante los años 60.

Analizando datos de la ENS de 2003 se observa que todos los grupos de edad de los varones españoles han aumentado su estatura media entre 1987 y 2001, hecho que concuerda con la mejora de las condiciones ambientales acontecida en España en las últimas 3 décadas. Pero en 2003 se observa un ligero agotamiento de esta tendencia, lo que puede ser debido a la culminación de la *transición nutricional* que se inició en España en el primer tercio del siglo XX. Es decir, se ha logrado una seguridad alimentaria y la talla no puede seguir aumentando de manera indefinida, como lo hizo hasta la consecución de estándares de bienestar social (53).



## **MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA ESTATURA**

## ❖ MÉTODO MATEMÁTICO Y MÉTODO ANATÓMICO

Puesto que la estatura es un parámetro variable y fluctuante influido por diversos factores y que refleja las condiciones económicas y de desarrollo de una región, los métodos de estimación de la misma tienen especial importancia.

Tradicionalmente, ha habido dos métodos para determinar la estatura a partir de restos óseos: el matemático y el anatómico.

El **método matemático**, ampliamente desarrollado, entre otros, por Pearson en 1899 y Trotter y Gleser desde 1952, usa fórmulas de regresión basadas en la correlación entre las longitudes de los huesos largos y la estatura en vida del individuo. Estas fórmulas producen aproximaciones a la estatura total del individuo. Por tanto, este método debe ser utilizado para la estimación de la estatura sólo cuando la población a estudiar tiene similares proporciones a la población usada para elaborar las fórmulas. (6,7)

Es más fácil de aplicar puesto que sólo necesita de la preservación adecuada del hueso largo que queramos usar para la estimación.

El **método anatómico**, permite la estimación de la estatura mediante una serie de medidas de los huesos del esqueleto, desde el cráneo hasta los pies.

Dwight (1894), fue pionero en el uso de este método, que él aplicaba articulando todos los huesos del esqueleto en una capa de arcilla que colocaba sobre una mesa alargada. En primer lugar, articulaba las vértebras (desde el atlas al sacro), y la pelvis, articulando las carillas sacras posteriores con L5; posteriormente situaba los huesos largos de los miembros inferiores: primero el fémur, en posición anatómica, con la cabeza en el interior del acetábulo sin tocar el borde, y después las tibias, dejando 6 mm entre éstas y los fémures. A continuación colocaba el astrágalo, dejando 3 mm de espacio con la tibia, espacio que también dejaba entre el calcáneo y el astrágalo. Añadía 12 mm en concepto de partes blandas del pie. En cuanto al cráneo, lo colocaba dejando 3 mm entre los cóndilos y el atlas, y añadía 6 mm en concepto de espesor de las partes blandas del vértice del cráneo. A las longitudes de los huesos largos sumaba 33 mm por cartílagos y partes blandas para obtener la estatura (4, 9)

Obviamente, esta aplicación presenta la desventaja de que no siempre se dispone de esqueletos completos para la estimación de la estatura.

Años después, ya en la segunda mitad del siglo XX, Fully (1956) y Fully y Pineau (1960), (4, 10, 56) propusieron una variante del método anatómico de Dwight, pero más sencilla. También requiere para su utilización la cantidad suficiente de restos óseos, motivo por el cual no es usado normalmente, dada la frecuente dificultad de recuperar esqueletos completos y en buen estado de conservación, y también por el tiempo requerido para tomar sus numerosas medidas, aunque proporciona una estimación de gran exactitud.

A continuación, se exponen algunas de las investigaciones más importantes basadas en estos métodos.

## ❖ RESEÑA HISTÓRICA

Entre los pioneros en el estudio de la estimación de la estatura mediante el estudio de restos óseos, encontramos a Jean Joseph Sue, que ya en el siglo XVIII, en el año 1755, presentó sus conclusiones sobre la proporcionalidad del esqueleto humano, según el estudio que realizó de 14 cadáveres de diferentes edades. (57)

Más tarde, Orfila (1821) hizo su estudio midiendo diez esqueletos y 51 cadáveres de París, de individuos franceses y publicó las que se consideran las primeras tablas de determinación de la estatura basadas en la longitud de los huesos largos (Tabla 1) (9).

Tabla 1: Orfila (1821)

Talla	Fémur	Tibia	Peroné	Húmero	Cúbito	Radio
(m)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1,38	32	27	26	24	19	17
1,43	38	31	30	27	22	19
1,45	40	32	31	29	22	20
1,47	38	32	31	26	21	19
1,49	38	32	31	29	22	20
1,54	40	33	32	29	24	21
1,60	45	38	37	32	26	24
1,64	44	36	35	30	26	24
1,65	45	38	37	32	27	25
1,67	45	38	37	31	37	24
1,69	44	36	35	31	25	22
1,70	44	38	37	32	27	25
1,75	46	39	38	32	26	23
1,77	46	38	37	33	28	25
1,78	46	37	36	33	26	24
1,79	46	38	37	33	27	24
1,80	46	40	39	33	27	25
1,83	46	39	38	34	28	25
1,85	47	43	42	33	27	25
1,86	47	39	38	33	27	25

(en Reverte Coma, 1991) Talla: desde el vértex a la planta del pie.

A finales del siglo XIX, ya se hacía distinción entre el método matemático y el anatómico para la reconstrucción de la estatura. En EEUU, Dwight (1894), señaló este último como más preciso, ya que tiene en cuenta las medidas de todo el esqueleto, incluyendo la columna vertebral y sumando las dimensiones de las partes blandas (9).

Etienne Rollet (1888), hizo la primera gran contribución para la estimación de la estatura aplicando el método matemático y publicó una tabla (Tabla 2) resultado de su estudio, cuya muestra estaba formada por las medidas de 50 esqueletos masculinos y 50 femeninos, entre 24 y 99 años (56, 57, 58).

Según Rollet, el hueso fresco es 2 mm más largo que el hueso seco (56, 58).

Tabla 2: E. Rollet (1888)

<b>Talla</b>	<b>Fémur</b>	<b>Tibia</b>	<b>Peroné</b>	<b>Húmero</b>	<b>Radio</b>	<b>Cúbito</b>
<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(cm)</b>
<b>HOMBRES</b>						
152	41.5	33.4	32.9	29.8	22.3	23.3
154	42.1	33.8	33.3	30.2	22.6	23.7
156	42.6	34.2	33.8	30.7	22.8	24.0
158	43.1	34.8	34.3	31.1	23.1	24.4
160	43.7	35.2	34.8	31.5	23.4	24.8
162	44.2	35.7	35.2	31.9	23.6	25.2
164	44.8	36.1	35.7	32.7	23.9	25.5
166	45.3	36.6	36.2	32.8	24.2	25.9
168	45.8	36.9	36.6	33.1	24.4	26.1
170	46.2	37.3	36.9	33.5	24.4	26.4
172	46.7	37.6	37.3	33.8	24.9	26.6
174	47.2	38.0	37.7	34.2	25.1	26.9
176	47.7	38.3	38.0	34.5	25.3	27.1
178	48.1	38.6	38.4	34.8	25.5	27.3
180	48.6	39.0	38.8	35.2	25.8	27.6
<b>MUJERES</b>						
140	37.7	29.9	29.4	27.1	20.0	21.4
142	37.9	30.4	29.9	27.5	20.2	21.7
144	38.5	30.9	30.5	27.8	20.4	21.9
146	39.1	31.4	31.0	28.1	20.6	22.1
148	39.7	31.9	31.5	28.5	20.8	22.4
150	40.3	32.4	32.0	28.8	21.1	22.6
152	40.9	32.9	32.5	29.2	21.3	22.9
154	41.5	33.4	33.0	29.5	21.5	23.1
156	42.0	33.8	33.4	29.9	21.7	23.4
158	42.4	34.3	33.9	30.3	21.9	23.6
160	42.9	34.7	34.3	30.7	22.2	23.9
162	43.4	35.2	34.8	31.1	22.4	24.2
164	43.9	35.6	35.2	31.5	22.6	24.4
166	44.4	36.0	35.7	31.9	22.8	24.7
168	44.8	36.5	36.1	32.3	23.0	25.0
170	45.3	36.9	36.5	32.7	23.2	25.3
172	45.8	37.4	37.0	33.1	23.5	25.6

(tomada de Reverte Coma, 1991)

Más tarde, en París, Manouvrier (1893) aprovechó estas medidas de Rollet, aunque hizo modificaciones en la muestra original. Excluyó a los mayores de 60 años e hizo distinción de sexo, por lo que la muestra se redujo a 24 hombres y 25 mujeres (9, 56, 57).

Manouvrier publicó las primeras tablas de aplicación práctica (Tabla 3) para determinar la estatura a través de la longitud de los huesos largos. Aunque estas tablas se usan hoy día para la estimación de la estatura, según Reverte Coma (1991) (9), tienen un margen de error de al menos 40 mm en hombres, y 55 mm para mujeres.

El autor sugirió que con la edad, disminuye la longitud del tronco con respecto a la estatura alrededor de unos 3 cm. Además, estableció en 2 mm la diferencia de medida entre hueso fresco y hueso esquelizado, y dedujo que había que restar 2 cm a la estatura obtenida en el cadáver para estimar la del individuo en vida debido a la compresión de los tejidos blandos de la posición erecta (21, 57).

Las tablas de Orfila, Rollet y Manouvrier, están elaboradas con muy pocos sujetos franceses.

Tabla 3: Manouvrier (sólo válida para grupo caucasoide) (1893)

Talla	Fémur	Tibia	Peroné	Húmero	Radio	Cúbito
(m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
<b>HOMBRES</b>						
1.530	392	319	318	295	213	227
1.552	398	324	323	298	216	231
1.571	404	330	328	302	219	235
1.590	410	335	333	306	222	239
1.605	416	340	338	309	225	243
1.625	422	346	344	313	229	246
1.634	428	351	349	316	232	249
1.644	434	357	353	320	236	253
1.654	440	362	358	324	239	257
1.666	446	368	363	328	243	260
1.686	460	378	373	336	249	266
1.697	467	383	378	340	252	270
1.716	475	389	383	344	255	273
1.730	482	394	388	348	258	276
1.754	490	400	393	352	261	280
1.767	497	405	398	356	264	283
1.785	504	410	403	360	267	287
1.812	512	415	408	364	270	290
1.830	519	420	413	368	273	293
<b>MUJERES</b>						
1.400	363	284	283	263	193	203
1.420	368	289	288	266	195	206
1.440	373	294	293	270	197	209
1.455	378	299	298	273	199	212
1.470	383	304	303	276	201	215
1.480	388	309	307	279	203	217
1.497	393	314	311	282	205	219
1.513	398	319	316	285	207	222
1.528	403	324	320	289	209	225
1.543	408	329	325	292	211	228
1.556	415	334	330	297	214	231
1.568	422	340	336	302	218	235
1.582	429	346	341	307	222	239
1.595	436	352	346	313	226	243
1.612	443	358	351	318	230	247
1.630	450	364	356	324	234	251
1.650	457	370	361	329	238	255
1.670	464	376	366	334	242	258
1.692	471	382	371	339	246	261
1.715	478	388	376	344	250	264

(tomada de Krogman e Iscan, 1986)



En 1899, Pearson trató estadísticamente los datos de los huesos del lado derecho de la muestra de Rollet (excepto cuando faltaba, en cuyo caso medía el izquierdo) y obtuvo fórmulas regresivas para la estimación de la talla a partir de los huesos largos. Tomó las medidas con el cartílago (las longitudes máximas) de húmero y radio, y fémur y tibia. (9)

Este método ofrece estimaciones puntuales y no rangos, y cuando se trata de estimar un parámetro variable como la talla, esto puede dificultar la estimación.

El propio Pearson, ya en su época, recomendaba cautela a la hora de aplicar unas fórmulas de regresión calculadas para una determinada población a otros grupos poblacionales (5,7).

Fórmulas regresivas de Pearson:

### **HOMBRES**

---

$$T = 81,306 + 1,880F$$

$$T = 70,641 + 2,894H$$

$$T = 78,664 + 2,376T$$

$$T = 85,925 + 3,271R$$

$$T = 71,272 + 1,159 (F+T)$$

$$T = 71,441 + 1,220 F + 1,080 T$$

$$T = 66,855 + 1,730 (H + R)$$

$$T = 69,788 + 2,769 H + 0,195 R$$

$$T = 68,397 + 1,030 F + 1,557 H$$

$$T = 67,049 + 0,913 F + 0,600 T + 1,225 H - 0,187 R$$

### **MUJERES**

---

$$T = 72,844 + 1,945 F$$

$$T = 71,475 + 2,754 H$$

$$T = 74,774 + 2,352 T$$

$$T = 81,224 + 3,343 R$$

$$T = 69,154 + 1,126 (F + T)$$

$$T = 69,561 + 1,117 F + 1,125 T$$

$$T = 69,911 + 1,628 (H+R)$$

$$T = 70,542 + 2,582 H + 0,281 R$$

$$T = 67,435 + 1,339 F + 1,027 H$$

$$T = 67,467 + 0,782 F + 1,120 T + 1,059 H - 0,711 R$$

---

T : Talla (en cm) ; H : Húmero ; R : Radio ; F : Fémur ; T :Tibia  
(Reverte Coma, 1991)

En los EEUU, los estudios basados en el método matemático para la estimación de la estatura, tuvieron un gran desarrollo y proyección; así, Dupertuis y Hadden (1951), y Trotter y Gleser (1952) establecieron las bases modernas para estimar la estatura en población americana (5).

Hrdlicka (1939), Trotter y Gleser (1952, 1958, 1977), Dupertuis y Hadden (1951) y Trotter (1970, tomaron medidas de cadáveres con las que elaboraron fórmulas de regresión para caucosoides y negroides norteamericanos, a partir de las colecciones óseas de Terry, y Todd de soldados norteamericanos fallecidos en la Guerra de Corea (1950-1953) (5).

Otras investigaciones han incluido poblaciones europeas. Las poblaciones mongoloides han sido menos estudiadas.

Genovés (1967) elaboró tablas de correlación entre los huesos largos y la estatura para indígenas mesoamericanos estudiando la variación de estatura en una muestra de cadáveres mexicanos (15). Trotter y Gleser (1958), indicaron que en los grupos puertorriqueños, aunque poseen una talla más baja que los negroides norteamericanos, la reconstrucción de su estatura se ajusta más a las fórmulas de los negroides que a otros grupos. La estimación de los mexicanos difiere ampliamente de los otros grupos y, por tanto, las ecuaciones deben provenir directamente de muestras mexicanas. (5)

La variación en la correlación entre los huesos largos y la estatura varía ampliamente entre los diferentes grupos humanos, lo que justifica la utilización de fórmulas de regresión independientes (10). Allbrook (1961), en su estudio con población africana, aplicó las fórmulas de Trotter y Gleser y de Dupertuis y Hadden, en una muestra de ugandeses, y obtuvo una sobreestimación de la talla. Comprobó que las fórmulas regresivas para una población no tenían fiabilidad para otra diferente (1).

Algunos autores recomiendan, para evitar estos sesgos, calcular la estatura mediante la combinación de varios huesos, concretamente fémur y tibia. El fémur es preferido por algunos autores para determinaciones individuales en los grupos caucoside y negroide, y la tibia para el grupo negroide, en virtud de las diferencias en la proporción de los segmentos de la pierna en ambos grupos. El segmento inferior

(tibial) es más largo proporcionalmente en el grupo negroide. En los amerindios la proporción pierna/muslo es diferente, con una pierna mayor (10). La extremidad inferior (fémur y tibia) supera en resultados positivos a la superior (húmero, cúbito y radio).

En cuanto al nivel de representatividad estadística de la fórmulas, cabe destacar que la mayoría se han obtenido de muestras pequeñas (Pearson, Telkkä, Dupertuis y Hadden, Genovés), excepto las ecuaciones de Trotter y Gleser (1951, 1952, 1958, 1970, 1977), que a pesar de reunir una amplia muestra, contaban con menos mujeres, en proporción al número de hombres, y también con una gran diferencia en cuanto a población de origen (1).

Finalmente, una de las principales dificultades con que nos enfrentamos en la estimación de la estatura de un esqueleto, es que las tablas utilizadas como referencia provienen de algunas poblaciones específicas (p. ej.: las de Rollet, Orfila y Manouvrier se realizaron con individuos franceses), y no pueden ser aplicadas universalmente. La elección de las fórmulas de regresión o de las tablas de consulta a la hora de intentar reconstruir la estatura de una población, debe ser adaptada a la población en estudio. Tradicionalmente, en los EEUU, se han usado las tablas de Trotter y Gleser, mientras que en Europa se ha optado más por las de Pearson o Manouvrier, aunque en las últimas décadas se han desarrollado numerosos métodos específicos para diversas poblaciones, como el de Mendonça con una población portuguesa, que podría ser aplicable al resto de la Península Ibérica.

## ❖ ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES: Método matemático

**A.Telkka (1950)**

Telkkä (1950), mediante el estudio de las medidas de los huesos largos de 150 cadáveres, propuso un modelo de estimación de la estatura en individuos finlandeses. Se trataba de cadáveres de 115 hombres y 39 mujeres, depositados en el Departamento de Anatomía de la Universidad de Helsinki. La media de edad para los hombres era de 42.3 años, y la de las mujeres de 50,4 años (5,9). Los huesos eran secos y los que presentaban alguna patología fueron desestimados. Realizó la medida de los 6 huesos largos de ambas extremidades (longitud máxima del húmero, fémur y peroné; longitud fisiológica del cúbito y radio; y longitud de la tibia).

A partir de los datos obtenidos calculó una ecuación de regresión y tablas de consulta (Tablas 4 y 5) para cada hueso y cada sexo. El tratamiento estadístico del material está basado en la determinación de la correlación y del coeficiente de regresión entre la estatura y los huesos largos.

Las ecuaciones que obtuvo, son:

**HOMBRES****MUJERES**

$$T = 169.4 + 2.8 (H - 32.9) \pm 5.0 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 2,7 (H - 30,7) \pm 3.9 \text{ cm}$$

$$T = 169.4 + 3.4 (R - 22.7) \pm 5.0 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 3,1 (R - 20,8) \pm 4.5 \text{ cm}$$

$$T = 169.4 + 3.2 (C - 23.1) \pm 5.2 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 3,3 (C - 21,3) \pm 4.4 \text{ cm}$$

$$T = 169.4 + 2.1 (F - 45.5) \pm 4.9 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 1,8 (F - 41,8) \pm 4.0 \text{ cm}$$

$$T = 169.4 + 2.1 (T - 36.2) \pm 4.6 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 1,9 (T - 33,1) \pm 4.6 \text{ cm}$$

$$T = 169.4 + 2.5 (P - 36.1) \pm 4.4 \text{ cm}$$

$$T = 156,8 + 2,3 (P - 32,7) \pm 4.5 \text{ cm}$$

T: talla (en cm.) ; H : Húmero ; R : Radio ; F : Fémur (longitud máxima) ; T :Tibia ; P : Peroné ; C : Cúbito  
(Reverte Coma, 1991) (9)

Tabla 4: Telkkä para finlandeses (hombres)

Talla	Fémur	Tibia	Peroné	Húmero	Radio	Cúbito
(cm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
155	387	293	303	278	185	186
156	391	298	307	281	188	182
157	396	302	311	285	191	189
158	401	307	315	288	194	195
159	406	312	319	292	197	198
160	410	317	323	296	199	202
161	415	322	327	299	202	205
162	420	327	331	303	205	208
163	425	332	335	306	208	211
164	430	336	339	310	211	214
165	434	341	343	313	214	217
166	439	346	348	317	217	220
167	444	350	352	320	220	224
168	448	355	356	324	223	227
169	453	360	360	328	226	230
170	458	365	364	331	229	233
171	463	370	368	335	232	236
172	468	375	372	338	235	239
173	472	379	376	342	238	242
174	477	384	380	346	241	245
175	482	389	384	349	244	249
176	487	394	388	353	246	252
177	492	398	392	356	249	255
178	496	403	396	360	252	258
179	501	408	400	363	255	261
180	506	412	404	367	258	264
181	511	417	408	371	261	267
182	515	422	412	374	264	270
183	520	426	416	378	267	274
184	525	431	420	381	270	277
185	529	435	424	385	273	280

(Reverte Coma, 1991) (9)

Tabla 5: Telkkä para finlandesas (mujeres)

<b>Talla</b>	<b>Fémur</b>	<b>Tibia</b>	<b>Peroné</b>	<b>Húmero</b>	<b>Radio</b>	<b>Cúbito</b>
<b>(cm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>
145	352	268	276	263	170	177
146	357	274	280	267	173	180
147	363	280	284	271	176	183
148	369	285	289	274	180	186
149	375	290	293	278	183	189
150	380	295	298	282	186	192
151	386	300	302	285	189	195
152	392	306	306	289	192	198
153	397	311	311	293	196	202
154	403	316	315	297	199	205
155	408	321	320	300	202	208
156	414	327	324	304	205	211
157	419	332	328	308	209	214
158	425	337	332	312	212	217
159	430	343	337	315	215	220
160	436	348	341	319	218	223
161	441	353	345	323	222	226
162	447	358	350	326	225	229
163	453	364	354	330	228	232
164	458	369	358	334	231	235
165	463	374	363	337	235	238
166	469	380	367	341	238	241
167	474	385	372	345	241	244
168	480	390	376	348	244	247
169	485	395	381	352	247	250
170	491	400	385	356	251	253
171	496	405	389	360	254	256
172	502	411	394	362	257	259
173	508	416	398	367	260	262
174	513	421	403	371	264	265
175	518	426	407	374	267	268

(Reverte Coma, 1991) (9)

### **C. W. Dupertuis y J. A. Hadden (1951)**

Estos autores, publicaron una serie de fórmulas regresivas para estimar la talla en población americana a partir de los huesos largos y una fórmula general para cualquier otra población.

Tomaron su muestra de esqueletos de la Colección Todd (en el Museo de Historia Natural de Cleveland, Ohio, en EEUU), que fue iniciada por T.W. Todd en 1920 y está compuesta por 3500 esqueletos de los que se dispone de todos los datos antropométricos y registros familiares y clínicos (5).

La muestra consistió en las medidas de huesos largos de:

- 100 hombres y 100 mujeres de grupo caucasoide, entre 20 y 65 años de edad.
  
- 100 hombres y 100 mujeres de grupo negroide, entre 20 y 45 años de edad.

Los autores recomiendan el uso de, por lo menos, dos huesos para la estimación de la estatura, preferentemente de los miembros inferiores (5).

Fórmulas regresivas de Dupertuis y Hadden:

### **HOMBRES**

---

$$E = 69.089 + 2.238 F$$

$$E = 81.688 + 2.392 T$$

$$E = 73.570 + 2.970 F$$

$$E = 80.405 + 3.650 R$$

$$E = 69.294 + 1.255 (F + T)$$

$$E = 71.429 + 1.728 (H + R)$$

$$E = 66.544 + 1.422 F + 1.062 T$$

$$E = 66.400 + 1.789 H + 1.841 R$$

$$E = 64.505 + 1.928 F + 0.568 H$$

$$E = 78.272 + 2.102 T + 0.606 R$$

$$E = 56.006 + 1.442 F + 0.931 T + 0.083 H + 0.480 R$$

### **MUJERES**

---

$$E = 61.412 + 2.317 F$$

$$E = 72.572 + 2.533 T$$

$$E = 64.977 + 3.144 H$$

$$E = 73.502 + 3.876 R$$

$$E = 65.213 + 1.233 (F + T)$$

$$E = 55.729 + 1.984 (H + R)$$

$$E = 59.259 + 1.957 F + 0.879 T$$

$$E = 60.344 + 2.164 H + 1.525 R$$

$$E = 57.600 + 2.009 F + 0.566 H$$

$$E = 65.354 + 2.082 T + 1.060 R$$

$$E = 57.495 + 1.544 F + 0.764 T + 0.126 H + 0.295 R$$

---

E : Estatura (en cm) ; H : Húmero ; R : Radio ; F : Fémur ; T :Tibia  
(Reverte Coma, 1991) (9)



### **M. Trotter y G. C. Gleser (1951, 1952, 1958, 1970, 1977)**

En 1951, Mildred Trotter y Goldine Gleser, utilizaron una amplia muestra para la obtención de fórmulas regresivas y tablas (Tablas 6-9) para la determinación de la talla

(1). Esta muestra consistió en:

- restos esqueléticos de soldados americanos fallecidos en la II Guerra Mundial y cuyas estaturas constaban en los registros militares: 1115 de grupo blanco, y 85 de grupo negro, todos de sexo masculino y nacidos en Norteamérica. Llama la atención la enorme desproporción poblacional y, dada la procedencia de la muestra, la ausencia de esqueletos femeninos. De los 1115 individuos iniciales de grupo blanco, 405 no fueron estudiados debido a que pertenecían a individuos menores de 18 años y/o se disponía de pocos huesos largos para medir, con lo que la muestra se redujo a 710 individuos de grupo blanco. De los 85 individuos iniciales de grupo negro, 5 fueron desechados por este motivo, y la muestra quedó reducida a 80 individuos de grupo negro.
- 855 esqueletos de la Colección Terry de la Smithsonian Institution<sup>1</sup>: 615 hombres, de los cuales 255 pertenecían al grupo blanco y 360 al negro; y 240 mujeres, de las cuales 63 eran de grupo blanco y 177 de grupo negro.

Las autoras tomaron las longitudes máximas de los huesos en cm, con las siguientes salvedades:

- radio y cúbito: incluían la apófisis estiloides.
- tibia: en diferentes publicaciones se ha constatado cierta incertidumbre sobre si las autoras incluían el maléolo tibial o no en la medida de la tibia sobre la cual confeccionaron sus fórmulas. Autores como Jantz, Hunt y Meadows sostienen que no lo incluían (13,14).
- fémur: se tomó su longitud fisiológica o bicondílea.

---

<sup>1</sup>La Colección Terry, se encuentra desde 1967 en el Museo Nacional de Historia Natural de la Smithsonian Institution, en Washington (EEUU). Consta de 1636 esqueletos, que se fueron estudiando y disecando entre 1914 y 1965 bajo la dirección del antropólogo R. J. Terry (5).

Estas medidas fueron tomadas, tanto de los huesos del lado izquierdo como del derecho de forma indiscriminada, ya que, según Trotter y Gleser, la diferencia entre la correlación de las medidas de un lado y de otro es irrelevante, excepto para el radio.

La edad de los individuos incluidos en la muestra, era superior a 18 años. Para los mayores de 30 años las autoras proporcionaron un **factor de corrección** de  $0,06 \times (\text{edad} - 30)$ , que se debe restar al valor calculado.

Más tarde, en 1958, ampliaron la muestra con 5517 esqueletos pertenecientes a soldados fallecidos en la Guerra de Corea, entre 1950 y 1953. De nuevo se observa la ausencia de muestra femenina, pero destaca la variedad incluida en ella, puesto que: 4672 pertenecían al grupo caucasoide, 577 al grupo negroide y 92 al mongoloide; de estos últimos 23 eran japoneses, 22 indios americanos, 20 filipinos, 9 hawaianos, 2 chinos, 2 samoanos, 1 malayo y 13 mestizos; 112 mexicanos y 64 puertorriqueños (las autoras utilizan los términos *White*, *Negro*, *Mongoloid*, *Mexican* y *Puerto Rican* para distinguir los grupos poblacionales, en Trotter 1970 [1]). De los 5517 esqueletos iniciales procedentes de la Guerra de Corea, las autoras no incluyeron 2135 porque pertenecían a individuos menores de 18 años y/o se disponía de pocos huesos largos para medir, por lo que la muestra se redujo a 3382 individuos procedentes de la Guerra de Corea; 2817 de grupo blanco, 385 de grupo negro, 68 de grupo mongoloide, 63 de grupo mexicano y 49 de grupo puertorriqueño.

Esta variedad de la muestra permitió a las autoras concluir que la relación entre la estatura y la longitud de los huesos largos variaba según el grupo humano (blancos, negros y mongoloides), y por ello procedieron a la elaboración de fórmulas regresivas diferentes para estimar la talla para cada uno de ellos. La **corrección** que se añade para obtener la estatura de **restos óseos femeninos**, consiste en multiplicar los valores masculinos por el factor de 0,92 (4).

Años más tarde, en 1970, estas fórmulas de regresión se publicaron de nuevo, consagradas ya como un instrumento imprescindible en Antropología Forense. En 1977, publicaron una corrección de las mismas debido a un error en las medidas de los radios en el grupo de mujeres de origen poblacional negroide (5).

Los hallazgos más importantes de estas autoras, fueron (1):

- correlación fuerte entre estatura y longitud de los huesos largos, sea del lado que sea (derecho o izquierdo);
- las estimaciones dependen del sexo y del grupo étnico del individuo en cuestión;
- las correlaciones entre las extremidades inferiores con la estatura son más fuertes que con las superiores;
- la estimación es más fiable cuantos más huesos se tomen en cuenta a la hora de hacer el cálculo.

Además establecen que la estatura del individuo vivo es 2,5 cm. menor que la del cadáver de ese individuo, puesto que esta diferencia para una parte de su muestra que las autoras llaman “White military males”, era de 2,69, y para la serie masculina de la Colección Terry era de 2,35, por lo que propusieron el valor medio como definitivo (1).

## Fórmulas de TROTTER Y GLESER:

**HOMBRE**

## CAUCÁSICO

$$E = 1.30 (F + T) + 63.29 \pm 2.99$$

$$E = 3.08 H + 70.45 \pm 4.05$$

$$E = 3.78 R + 79.01 \pm 4.32$$

$$E = 3.70 C + 74.05 \pm 4.32$$

$$E = 2.38 F + 61.41 \pm 3.27$$

$$E = 2.52 T + 78.62 \pm 3.37$$

$$E = 2.68 P + 71.78 \pm 3.29$$

## NEGROIDE

$$E = 1.15 + (F + T) + 71.04 \pm 3.53$$

$$E = 3.26 H + 62.1 \pm 4.45$$

$$E = 3.42 R + 81.56 \pm 4.30$$

$$E = 3.26 C + 79.29 \pm 4.42$$

$$E = 2.11 F + 70.35 \pm 3.78$$

$$E = 2.19 T + 86.02 \pm 3.78$$

$$E = 2.19 P + 85.65 \pm 4.08$$

## MONGOLOIDE

$$E = 1.22 (F + T) + 70.37 \pm 3.24$$

$$E = 2.68 H + 83.19 \pm 4.25$$

$$E = 3.54 R + 82.00 \pm 4.60$$

$$E = 3.48 C + 77.45 \pm 4.66$$

$$E = 2.15 F + 72.57 \pm 3.80$$

$$E = 2.39 T + 81.45 \pm 3.27$$

$$E = 2.40 P + 80.56 \pm 3.24$$

## MEJICANOS

\*\*\*\*\*

$$E = 2.92 H + 73.94 \pm 4.24$$

$$E = 3.55 R + 80.71 \pm 4.04$$

$$E = 3.56 C + 74.56 \pm 4.05$$

$$E = 2.44 F + 58.67 \pm 2.99$$

$$E = 2.36 T + 80.62 \pm 3.73$$

$$E = 2.50 P + 75.44 \pm 3.52$$

**MUJER**

## CAUCÁSICA

$$E = 1.39 (F + T) + 53.20 \pm 3.55$$

$$E = 3.36 H + 57.97 \pm 4.45$$

$$E = 4.74 R + 54.93 \pm 4.24$$

$$E = 4.27 U + 57.76 \pm 4.30$$

$$E = 2.47 F + 54.10 \pm 3.72$$

$$E = 2.90 T + 61.53 \pm 3.66$$

$$E = 2.93 P + 59.61 \pm 3.57$$

## NEGROIDE

$$E = 1.26 (F + T) + 59.72 \pm 3.28$$

$$E = 3.08 H + 64.67 \pm 4.25$$

$$E = 3.67 R + 71.79 \pm 4.59$$

$$E = 3.31 U + 75.38 \pm 4.83$$

$$E = 2.28 F + 59.76 \pm 3.41$$

$$E = 2.45 T + 72.65 \pm 3.70$$

$$E = 2.49 P + 70.10 \pm 3.80$$

E : Estatura (en cm.) ; H : Húmero ; R : Radio ; F : Fémur ; T :Tibia ; P : Peroné ; C : Cúbito  
(Trotter, 1970) (1)

Diversos autores han señalado que para poder aplicar estas fórmulas se debe medir la tibia exactamente igual a como fue medida para la elaboración de las mismas, y que no son comparables los resultados obtenidos si los métodos no toman los mismos puntos de referencia en las medidas (14, 31, 34, 35, 59). Otros investigadores, han señalado que este método no debe usarse sobre poblaciones modernas, sino que sobre éstas deben aplicarse métodos realizados con poblaciones más actuales (14, 20).

Tabla 6: Trotter y Gleser para hombres americanos de grupo poblacional blanco:

Talla (cm)	Fémur (mm)	Tibia (mm)	Peroné (mm)	Húmero (mm)	Radio (mm)	Cúbito (mm)	Fém + Tib (mm)
152	381	291	299	265	193	211	685
153	385	295	303	268	196	213	693
154	389	299	307	271	198	216	701
155	393	303	311	275	201	219	708
156	398	307	314	278	204	222	716
157	402	311	318	281	206	224	723
158	406	315	322	284	209	227	731
159	410	319	326	288	212	230	738
160	414	323	329	291	214	232	746
161	419	327	333	294	217	235	753
162	423	331	337	297	220	238	761
163	427	335	340	301	222	240	769
164	431	339	344	304	225	243	776
165	435	343	348	307	228	246	784
166	440	347	352	310	230	249	791
167	444	351	355	314	233	251	799
168	448	355	359	317	235	254	806
169	452	359	363	320	238	257	814
170	456	363	367	323	241	259	821
171	461	367	370	327	243	262	829
172	465	371	374	330	246	265	837
173	469	375	378	333	249	267	844
174	473	379	381	336	251	270	852
175	477	383	385	339	254	273	859
176	482	386	389	343	257	276	867
177	486	390	393	346	259	278	874
178	490	394	396	349	262	281	882
179	494	398	400	352	265	284	889
180	498	402	404	356	267	286	897
181	503	406	408	359	270	289	905
182	507	410	411	362	272	292	912
183	511	414	415	365	275	294	920
184	515	418	419	369	278	297	927
185	519	422	422	372	280	300	935
186	524	426	426	375	283	303	942
187	528	430	430	378	286	305	950
188	532	434	434	382	288	308	957
189	536	438	437	385	291	311	965
190	540	442	441	388	294	313	973
191	545	446	445	391	296	316	980
192	549	450	449	395	299	319	988
193	553	454	452	398	302	321	995
194	557	458	456	401	304	324	1003
195	561	462	460	404	307	327	1010
196	566	466	463	408	309	330	1018
197	570	470	467	411	312	332	1026
198	574	474	471	414	315	335	1033

La talla máxima calculada en los individuos mayores de 30 años, debe corregirse restando 0,06 (edad en años-30) centímetros. (Trotter, 1970) (1)

Tabla 7: Trotter y Gleser para hombres americanos de grupo poblacional negro:

Talla (cm)	Fémur (mm)	Tibia (mm)	Peroné (mm)	Húmero (mm)	Radio (mm)	Cúbito (mm)	Fém + Tib (mm)
152	387	301	303	276	206	223	704
153	391	306	308	279	209	226	713
154	396	310	312	282	212	229	721
155	401	315	317	285	215	232	730
156	406	320	321	288	218	235	739
157	410	324	326	291	221	238	747
158	415	329	330	294	224	242	756
159	420	333	335	297	226	245	765
160	425	338	339	300	229	248	774
161	430	342	344	303	232	251	782
162	434	347	349	306	235	254	791
163	439	352	353	310	238	257	800
164	444	356	358	313	241	260	808
165	449	361	362	316	244	263	817
166	453	365	367	319	247	266	826
167	458	370	371	322	250	269	834
168	463	374	376	325	253	272	843
169	468	379	381	328	256	275	852
170	472	383	385	331	259	278	861
171	477	388	390	334	262	281	869
172	482	393	394	337	264	284	878
173	487	397	399	340	267	287	887
174	491	402	403	343	270	291	895
175	496	406	408	346	273	294	904
176	501	411	413	349	276	297	913
177	506	415	417	352	279	300	921
178	510	420	422	356	282	303	930
179	515	425	426	359	285	306	939
180	520	429	431	362	288	309	947
181	525	434	435	365	291	312	956
182	529	438	440	368	294	315	965
183	534	443	445	371	297	318	974
184	539	447	449	374	300	321	982
185	544	452	454	377	302	324	991
186	548	456	458	380	305	327	1000
187	553	461	463	383	308	330	1008
188	558	466	467	386	311	333	1017
189	563	470	472	389	314	336	1026
190	567	475	476	392	317	340	1034
191	572	479	481	395	320	343	1043
192	577	484	486	398	323	346	1052
193	582	488	490	401	326	349	1061
194	586	493	495	405	329	352	1069
195	591	498	499	408	332	355	1078
196	596	502	504	411	335	358	1087
197	601	507	508	414	337	361	1095
198	605	511	513	417	340	364	1104

La talla máxima calculada en los individuos mayores de 30 años, debe corregirse restando 0,06 (edad en años-30) centímetros. (Trotter, 1970) (1)

Tabla 8: Trotter y Gleser para mujeres americanas de grupo poblacional blanco:

Talla (cm)	Fémur (mm)	Tibia (mm)	Peroné (mm)	Húmero (mm)	Radio (mm)	Cúbito (mm)	Fém + Tib (mm)
140	348	271	274	244	179	193	624
141	352	274	278	247	182	195	632
142	356	277	281	250	184	197	639
143	360	281	285	253	186	200	646
144	364	284	288	256	188	202	653
145	368	288	291	259	190	204	660
146	372	291	295	262	192	207	668
147	376	295	298	265	194	209	675
148	380	298	302	268	196	211	682
149	384	302	305	271	198	214	689
150	388	305	309	274	201	216	696
151	392	309	312	277	203	218	704
152	396	312	315	280	205	221	711
153	400	315	319	283	207	223	718
154	404	319	322	286	209	225	725
155	409	322	326	289	211	228	732
156	413	326	329	292	213	230	740
157	417	329	332	295	215	232	747
158	421	333	336	298	217	235	754
159	425	336	340	301	220	237	761
160	429	340	343	304	222	239	768
161	433	343	346	307	224	242	776
162	437	346	349	310	226	244	783
163	441	350	353	313	228	246	790
164	445	353	356	316	230	249	797
165	449	357	360	319	232	251	804
166	453	360	363	322	234	253	812
167	457	364	366	324	236	256	819
168	461	367	370	327	239	258	826
169	465	371	373	330	241	261	833
170	469	374	377	333	243	263	840
171	473	377	380	336	245	265	847
172	477	381	384	339	247	268	855
173	481	384	387	342	249	270	862
174	485	388	390	345	251	272	869
175	489	391	394	348	253	275	876
176	494	395	397	351	255	277	883
177	498	398	401	354	258	279	891
178	502	402	404	357	260	282	898
179	506	405	407	360	262	284	905
180	510	409	411	363	264	286	912
181	514	412	414	366	266	289	919
182	518	415	418	369	268	291	927
183	522	419	421	372	270	293	934
184	526	422	425	375	272	296	941

La talla máxima calculada en los individuos mayores de 30 años, debe corregirse restando 0,06 (edad en años-30) centímetros. (Trotter, 1970) (1)



Tablas 9: Trotter y Gleser para mujeres americanas de grupo poblacional negro:

Talla (cm)	Fémur (mm)	Tibia (mm)	Peroné (mm)	Húmero (mm)	Radio (mm)	Cúbito (mm)	Fém + Tib (mm)
140	352	275	278	245	165	195	637
141	356	279	282	248	169	198	645
142	361	283	286	251	173	201	653
143	365	287	290	254	176	204	661
144	369	291	294	258	180	207	669
145	374	295	298	261	184	210	677
146	378	299	302	264	187	213	685
147	383	303	306	267	191	216	693
148	387	308	310	271	195	219	701
149	391	312	314	274	198	222	709
150	396	316	318	277	202	225	717
151	400	320	322	280	205	228	724
152	405	324	326	284	209	231	732
153	409	328	330	287	213	235	740
154	413	332	334	290	216	238	748
155	418	336	338	293	220	241	756
156	422	340	342	297	224	244	764
157	426	344	346	300	227	247	772
158	431	348	350	303	231	250	780
159	435	352	354	306	235	253	788
160	440	357	358	310	238	256	796
161	444	361	362	313	242	259	804
162	448	365	366	316	245	262	812
163	453	369	370	319	249	265	820
164	457	373	374	322	253	268	828
165	462	377	378	326	256	271	836
166	466	381	382	329	260	274	843
167	470	385	386	332	264	277	851
168	475	389	390	335	267	280	859
169	479	393	394	339	271	283	867
170	484	397	398	342	275	286	875
171	488	401	402	345	278	289	883
172	492	406	406	348	282	292	891
173	497	410	410	352	285	295	899
174	501	414	414	355	289	298	907
175	505	418	418	358	293	301	915
176	510	422	422	361	296	304	923
177	514	426	426	365	300	307	931
178	519	430	430	368	304	310	939
179	523	434	434	371	307	313	947
180	527	438	438	374	311	316	955
181	532	442	442	378	315	319	963
182	536	446	446	381	318	322	970
183	541	450	450	384	322	325	978
184	545	454	454	387	325	328	986

La talla máxima calculada en los individuos mayores de 30 años, debe corregirse restando 0,06 (edad en años-30) centímetros. (Trotter, 1970) (1)

## **S. Genovés (1967)**

Santiago Genovés estudió cadáveres de personas de nivel socio-económico bajo y urbano de un hospital de México D.F. Inicialmente su muestra estaba constituida por 280 cadáveres, de los cuales, 176 eran masculinos y 59 femeninos. Posteriormente, hizo siete grupos en esta muestra atendiendo a sus características morfológicas (color de piel y ojos, características del pelo, morfología dental y forma corporal) y también según criterios sanguíneos (el autor los clasificó en indígenas, mestizos y blancos). De estos grupos, incluyó en la muestra las medidas de los huesos largos de 90 cadáveres masculinos y 41 femeninos, que finalmente se redujeron a 22 individuos masculinos del grupo indígena, y 15 femeninos (9 eran del grupo indígena y 6 del grupo mestizo), que constituyeron la muestra final. (60)

Las medidas tomadas por Genovés, mediante la utilización de una tabla osteométrica, fueron (60):

- longitud máxima del húmero
- longitud máxima del radio y del cúbito (incluyendo apófisis estiloides)
- longitud máxima del fémur y de la tibia (sin tuberosidad, es decir, excluyendo las eminencias intercondilares, tomada con una tabla de Broca, modificada para excluirlas)
- longitud máxima del peroné.

En las fórmulas de Genovés, se estima la estatura cadavérica. El autor aclara que para obtener la estatura en vida del individuo, se le debe restar 2,5 cm. al resultado obtenido con las fórmulas (15). También elaboró tablas de consulta. (Tablas 10 y 11)

Fórmulas de GENOVÉS (15).

**Hombre Mongoloide / Indígenas mesoamericanos hombres**

$$E = F2.26+66.379\pm 3.417$$

$$E = T1.96+93.752\pm 2.812$$

$$E = 0,07C+ 0,44H+2,98P-0,49T+0,68F-2,52R+ 95,113 \pm 2,614$$

**Mujer Mongoloide / Indígenas mesoamericanos mujeres**

$$E = F2.59+49.742\pm 3.816$$

$$E = T2.72+63.781\pm 3.513$$

$$E = 7,37C+1,25T+0,93F-8,66R+ 96,674 \pm 2,812$$

Donde ; E : estatura (en cm.) ; H : Húmero; R : Radio ; F: Fémur (longitud máxima) ; T :Tibia ; P : Peroné ; C : Cúbito

Para obtener la estatura, se aplica el siguiente factor de corrección para individuos de edad superior a 30 años (4):

$$\text{Estatura (cm)} = \text{valor calculado} - 0,6 (\text{edad} - 30)$$

Tabla 10: Genovés para indígenas mesoamericanos varones (15)

<b>Talla</b> <b>(cm)</b>	<b>Fémur</b> <b>(cm)</b>	<b>Tibia</b> <b>(cm)</b>	<b>Peroné</b> <b>(cm)</b>	<b>Húmero</b> <b>(cm)</b>	<b>Radio</b> <b>(cm)</b>	<b>Cúbito</b> <b>(cm)</b>
132.50	30.33	21.06	20.02	19.55	12.85	14.42
133.00	30.55	21.32	20.28	19.75	13.04	14.61
133.50	30.77	21.58	20.54	19.95	13.23	14.80
134.00	30.99	21.83	20.80	20.15	13.41	14.99
134.50	31.21	22.09	21.06	20.35	13.60	15.18
135.00	31.43	22.34	21.32	20.55	13.79	15.37
135.50	31.66	22.60	21.58	20.75	13.98	15.57
136.00	31.88	22.85	21.84	20.95	14.16	15.76
136.50	32.10	23.11	22.10	21.15	14.35	15.95
137.00	32.32	23.36	22.36	21.35	14.54	16.14
137.50	32.54	23.62	22.62	21.55	14.73	16.33
138.00	32.76	23.87	22.88	21.74	14.91	16.52
138.50	32.98	24.13	23.14	21.94	15.10	16.71
139.00	33.20	24.38	23.40	22.14	15.29	16.90
139.50	33.42	24.64	23.67	22.34	15.47	17.09
140.00	33.64	24.90	23.93	22.54	15.66	17.29
140.50	33.87	25.15	24.19	22.74	15.85	17.48
141.00	34.09	25.41	24.45	22.94	16.04	17.67
141.50	34.31	25.66	24.71	23.14	16.22	17.86
142.00	34.53	25.92	24.97	23.34	16.41	18.05
142.50	34.57	26.17	25.23	23.54	16.60	18.24
143.00	34.97	26.43	25.49	23.74	16.79	18.43
143.50	35.19	26.68	25.75	23.94	16.97	18.62
144.00	35.41	26.94	26.01	24.14	17.16	18.82
144.50	35.63	27.19	26.27	24.34	17.35	19.01
145.00	35.86	27.45	26.53	24.54	17.54	19.20
145.50	36.08	27.71	26.79	24.74	17.72	19.39
146.00	36.30	27.96	27.05	24.94	17.91	19.58
146.50	36.52	28.22	27.31	25.14	18.10	19.77
147.00	36.74	28.47	27.57	25.34	18.29	19.96
147.50	36.96	28.73	27.84	25.54	18.47	20.15
148.00	37.18	28.98	28.10	25.74	18.66	20.34
148.50	37.40	29.24	28.36	25.94	18.85	20.54
149.00	37.62	29.49	28.62	26.14	19.04	20.73
149.50	37.84	29.75	28.88	26.34	19.22	20.92
150.00	38.07	30.00	29.14	26.54	19.41	21.11
150.50	38.29	30.26	29.40	26.73	19.60	21.30
151.00	38.51	30.51	29.66	26.93	19.79	21.49
151.50	38.73	30.77	29.92	27.13	19.97	21.68
152.00	38.95	31.03	30.18	27.33	20.16	21.87
152.50	39.17	31.28	30.44	27.53	20.35	22.07
153.00	39.39	31.54	30.70	27.73	20.54	22.26
153.50	39.61	31.79	30.96	27.93	20.72	22.45
154.00	39.83	32.05	31.22	28.13	20.91	22.64
154.50	40.05	32.30	31.48	28.33	21.10	22.83
155.00	40.28	32.56	31.74	28.53	21.28	23.02
155.50	40.50	32.81	32.00	28.73	21.47	23.21
156.00	40.72	33.07	32.27	28.93	21.66	23.40
156.50	40.94	33.32	32.53	29.13	21.85	23.60
157.00	41.16	33.58	32.79	29.33	22.03	23.79

Tablas de Genovés para indígenas mesoamericanos varones (continuación)

Talla (cm)	Fémur (cm)	Tibia (cm)	Peroné (cm)	Húmero (cm)	Radio (cm)	Cúbito (cm)
157.50	41.38	33.83	33.05	29.53	22.22	23.98
158.00	41.60	34.09	33.31	29.73	22.41	24.17
158.50	41.82	34.35	33.57	29.93	22.60	24.36
159.00	42.04	34.60	33.83	30.13	22.78	24.55
159.50	42.26	34.86	34.09	30.33	22.97	24.74
160.00	42.49	35.11	34.35	30.53	23.16	24.93
160.50	42.71	35.37	34.61	30.73	23.35	25.13
161.00	42.93	35.62	34.87	30.93	23.53	25.32
161.50	43.15	35.88	35.13	31.13	23.72	25.51
162.00	43.37	36.13	35.39	31.33	23.91	25.70
162.50	43.59	36.39	35.65	31.53	24.10	25.89
163.00	43.81	36.64	35.91	31.72	24.28	26.08
163.50	44.03	36.90	36.17	31.92	24.47	26.27
164.00	44.25	37.15	36.43	32.12	24.66	26.46
164.50	44.48	37.41	36.70	32.32	24.85	26.65
165.00	44.70	37.67	36.96	32.52	25.03	26.85
165.50	44.92	37.92	37.22	32.72	25.22	27.04
166.00	45.14	38.18	37.48	32.92	25.41	27.23
166.50	45.36	38.43	37.74	33.12	25.60	27.42
167.00	45.58	38.69	38.00	33.32	25.78	27.61
167.50	45.80	38.94	38.26	33.52	25.97	27.80
168.00	46.02	39.20	38.52	33.72	26.16	27.99
168.50	46.24	39.45	38.78	33.92	26.34	28.18
169.00	46.46	39.71	39.04	34.12	26.53	28.38
169.50	46.69	39.96	39.30	34.32	26.72	28.57
170.00	46.91	40.22	39.56	34.52	26.91	28.76
170.50	47.13	40.48	39.82	34.72	27.09	28.95
171.00	47.35	40.73	40.08	34.92	27.28	29.14
171.50	47.57	40.99	40.34	35.12	27.47	29.33
172.00	47.79	41.24	40.60	35.32	27.66	29.52
172.50	48.01	41.50	40.86	35.52	27.84	29.71
173.00	48.23	41.75	41.13	35.72	28.03	29.91
173.50	48.45	42.01	41.39	35.92	28.22	30.10
174.00	48.67	42.26	41.65	36.12	28.41	30.29
174.50	48.90	42.52	41.91	36.32	28.59	30.48
175.00	49.12	42.77	42.17	36.52	28.78	30.67
175.50	49.34	43.03	42.43	36.71	28.97	30.86
176.00	49.56	43.28	42.69	36.91	29.16	31.05
176.50	49.78	43.54	42.95	37.11	29.34	31.24
177.00	50.00	43.80	43.21	37.31	29.53	31.43
177.50	50.22	44.05	43.47	37.51	29.72	31.63
178.00	50.44	44.31	43.73	37.71	29.91	31.82
178.50	50.66	44.56	43.99	37.91	30.09	32.01
179.00	50.89	44.82	44.25	38.11	30.28	32.20
179.50	51.11	45.07	44.51	38.31	30.47	32.39
180.00	51.33	45.33	44.77	38.51	30.66	32.58
180.50	51.55	45.58	45.03	38.71	30.84	32.77
181.00	51.77	45.84	45.29	38.91	31.03	32.96
181.50	51.99	46.09	45.56	39.11	31.22	33.16
182.00	52.21	46.35	45.82	39.31	31.41	33.35

Tabla 11: Genovés para indígenas mesoamericanos mujeres (15)

<b>Talla (cm)</b>	<b>Fémur (cm)</b>	<b>Tibia (cm)</b>	<b>Peroné (cm)</b>	<b>Húmero (cm)</b>	<b>Radio (cm)</b>	<b>Cúbito (cm)</b>
127.50	31.01	24.34	24.42	22.87	15.44	17.23
128.00	31.20	24.53	24.5	22.99	15.57	17.36
128.50	31.40	24.71	24.75	23.11	15.70	17.48
129.00	31.59	24.89	24.92	23.23	15.82	17.61
129.50	31.78	25.08	25.09	23.35	15.95	17.74
130.00	31.98	25.26	25.25	23.47	16.08	17.86
130.50	32.17	25.45	25.42	23.59	16.21	17.99
131.00	32.36	25.63	25.59	23.71	16.33	18.11
131.50	32.56	25.81	25.76	23.83	16.46	18.24
132.00	32.75	26.00	25.92	23.96	16.59	18.36
132.50	32.94	26.18	26.09	24.08	16.72	18.49
133.00	33.14	26.36	26.26	24.20	16.84	18.61
133.50	33.33	26.55	26.43	24.32	16.97	18.74
134.00	33.52	26.73	26.59	24.44	17.10	18.86
134.50	33.72	26.92	26.76	24.56	17.22	18.99
135.00	33.91	27.10	26.93	24.68	17.35	19.11
135.50	34.10	27.28	27.10	24.80	17.48	19.24
136.00	34.30	27.47	27.26	24.92	17.61	19.36
136.50	34.49	27.65	27.43	25.04	17.73	19.49
137.00	34.68	27.84	27.60	25.16	17.86	19.61
137.50	34.88	28.02	27.76	25.28	17.99	19.74
138.00	35.07	28.20	27.93	25.40	18.12	19.87
138.50	35.26	28.39	28.10	25.52	18.24	19.99
139.00	35.45	28.57	28.27	25.64	18.37	20.12
139.50	35.65	28.75	28.43	25.76	18.50	20.24
140.00	35.84	28.94	28.60	25.88	18.63	20.37
140.50	36.03	29.12	28.77	26.00	18.75	20.49
141.00	36.23	29.31	28.94	26.12	18.88	20.62
141.50	36.42	29.49	29.10	26.24	19.01	20.74
142.00	36.61	29.67	29.27	26.36	19.13	20.87
142.50	36.81	29.86	29.44	26.48	19.26	20.99
143.00	37.00	30.04	29.61	26.60	19.39	21.12
143.50	37.19	30.23	29.77	26.72	19.52	21.24
144.00	37.39	30.41	29.94	26.84	19.64	21.37
144.50	37.58	30.59	30.11	26.96	19.77	21.49
145.00	37.77	30.78	30.28	27.08	19.90	21.62
145.50	37.97	30.96	30.44	27.20	20.03	21.74
146.00	38.16	31.14	30.61	27.32	20.15	21.87
146.50	38.35	31.33	30.78	27.44	20.28	21.99
147.00	38.55	31.51	30.94	27.56	20.41	22.12
147.50	38.74	31.70	31.11	27.68	20.54	22.25
148.00	38.93	31.88	31.28	27.80	20.66	22.37
148.50	39.13	32.06	31.45	27.92	20.79	22.50
149.00	39.32	32.25	31.61	28.04	20.92	22.62
149.50	39.51	32.43	31.78	28.16	21.05	22.75
150.00	39.71	32.62	31.95	28.28	21.17	22.87
150.50	39.90	32.80	32.12	28.40	21.30	23.00
151.00	40.09	32.98	32.28	28.52	21.43	23.12
151.50	40.29	33.17	32.45	28.64	21.55	23.25
152.00	40.48	33.35	32.62	28.76	21.68	23.37
152.50	40.67	33.53	32.79	28.88	21.81	23.50
153.00	40.86	33.72	32.95	29.00	21.94	23.62

Tablas de Genovés para indígenas mesoamericanos mujeres (continuación)

<b>Talla (cm)</b>	<b>Fémur (cm)</b>	<b>Tibia (cm)</b>	<b>Peroné (cm)</b>	<b>Húmero (cm)</b>	<b>Radio (cm)</b>	<b>Cúbito (cm)</b>
153.50	41.06	33.90	33.12	29.12	22.06	23.75
154.00	41.25	34.09	33.29	29.24	22.19	23.87
154.50	41.44	34.27	33.45	29.37	22.32	24.00
155.00	41.64	34.45	33.62	29.49	22.45	24.12
155.50	41.83	34.64	33.79	29.61	22.57	24.25
156.00	42.02	34.82	33.96	29.73	22.70	24.38
156.50	42.22	35.01	34.12	29.85	22.83	24.50
157.00	42.41	35.19	34.29	29.97	22.96	24.63
157.50	42.60	35.37	34.46	30.09	23.08	24.75
158.00	42.80	35.56	34.63	30.21	23.21	24.88
158.50	42.99	35.74	34.79	30.33	23.24	25.00
159.00	43.18	35.92	34.96	30.45	23.47	25.13
159.50	43.38	36.11	35.13	30.57	23.54	25.25
160.00	43.57	36.29	35.30	30.69	23.72	25.38
160.50	43.76	36.48	35.46	30.81	23.85	25.50
161.00	43.96	36.66	35.63	30.93	23.97	25.63
161.50	44.15	36.84	35.80	31.05	24.10	25.75
162.00	44.34	37.03	35.97	31.17	24.23	25.88
162.50	44.54	37.21	36.13	31.29	24.36	26.00
163.00	44.73	37.40	36.30	31.41	24.48	26.13
163.50	44.92	37.58	36.47	31.53	24.61	26.25
164.00	45.12	37.76	36.63	31.65	24.74	26.38
164.50	45.31	37.95	36.80	31.77	24.87	26.50
165.00	45.50	38.13	36.97	31.89	24.99	26.63
165.50	45.70	38.31	37.14	32.01	25.12	26.76
166.00	45.89	38.50	37.30	32.13	25.25	26.88
166.50	46.08	38.68	37.47	32.25	25.38	27.01
167.00	46.28	38.87	37.64	32.37	25.50	27.13
167.50	46.47	39.05	37.81	32.49	25.63	27.26
168.00	46.66	39.23	37.97	32.61	25.76	27.38
168.50	46.85	39.42	38.14	32.73	25.88	27.51
169.00	47.05	39.60	38.31	32.85	26.01	27.63
169.50	47.24	39.78	38.48	32.97	26.14	27.76
170.00	47.43	39.97	38.64	33.09	26.27	27.88
170.50	47.63	40.15	38.81	33.21	26.39	28.01
171.00	47.82	40.34	38.98	33.33	26.52	28.13
171.50	48.01	40.52	39.15	33.45	26.65	28.26
172.00	48.21	40.70	39.31	33.57	26.78	28.38
172.50	48.40	40.89	39.48	33.69	26.90	28.51
173.00	48.59	41.07	39.65	33.81	27.03	28.63
173.50	48.79	41.26	39.81	33.93	27.16	28.76
174.00	48.98	41.44	39.98	34.05	27.29	28.89
174.50	49.17	41.62	40.15	34.17	27.41	29.01
175.00	49.37	41.81	40.32	34.29	27.54	29.14
175.50	49.56	41.99	40.48	34.41	27.67	29.26
176.00	49.75	42.17	40.65	34.53	27.80	29.39
176.50	49.95	42.36	40.82	34.65	27.92	29.51
177.00	50.14	42.54	40.99	34.77	28.05	29.64

Recientemente, a principios del siglo XXI, se han publicado una serie de estudios sobre estatura y su relación con la longitud de la tibia y otros huesos largos en diversos grupos poblacionales europeos y americanos. Destacan, entre ellos:

### **M. C. Nunes de Mendonça (2000)**

María Cristina Nunes de Mendonça, estudió la relación entre la estatura y la longitud del húmero y del fémur (5,6), utilizando 200 cadáveres autopsiados en el Instituto de Medicina Legal de Oporto (Portugal), pertenecientes a individuos portugueses. Se incluyeron en la muestra las longitudes del lado derecho de los huesos mencionados, de individuos de ambos sexos, sin ninguna patología ósea, de entre 20 y 59 años.

La estatura del cadáver, a partir de la cual se reconstruyó la estatura del sujeto vivo, se tomó en decúbito supino, desde el vertex al talón. La medida de los huesos fue tomada extrayéndolos del cadáver y midiéndolos en una tabla osteométrica en mm.

Mediante el tratamiento estadístico de los datos recogidos, obtuvo una serie de fórmulas regresivas para cada sexo y para cada hueso. A partir de estas fórmulas, diseñó tablas de consulta (Tablas 12 y 13) para cada sexo.

Mendonça indica entre las conclusiones de su estudio la necesidad de tomar la longitud total del húmero (LTH en mm) para estimar la estatura, y señala que del fémur puede medirse su longitud fisiológica (LFF en mm) o la longitud máxima o perpendicular (LPF en mm). Asimismo, concluye que no hay necesidad de realizar correcciones de la talla en función de la edad, salvo en caso de alteraciones osteoarticulares significativas, en cuyo caso se debe tener cautela en la estimación.

Estima como de 2 cm. la diferencia de talla entre el vivo y el cadáver.

Las fórmulas regresivas obtenidas por la autora, son las siguientes:

Sexo Femenino:

Estatura (cm)=  $(64,26+0,3065 \text{ LTH}) \pm 7,70$

Estatura (cm)=  $(55,63+0,2428 \text{ LFF}) \pm 5,92$

Estatura (cm)=  $(57,86+0,2359 \text{ LPF}) \pm 5,96$



Sexo Masculino:

Estatura (cm)= (59,41+0,3269 LTH)  $\pm$  8,44

Estatura (cm)= (47,18+0,2663 LFF)  $\pm$  6,90

Estatura (cm)= (46,89+0,2657 LPF)  $\pm$  6,96

Tabla 12: Mendonça

MUJERES			
Talla media (cm)	Húmero	Fémur	
		Longitud total (mm)	Longitud fisiológica (mm)
140	247	347	348
141	250	352	352
142	254	356	357
143	257	360	361
144	260	364	365
145	263	368	369
146	267	372	374
147	270	376	378
148	273	380	382
149	276	385	386
150	280	389	391
151	283	393	395
152	286	397	399
153	290	401	403
154	293	405	408
155	296	409	412
156	299	413	416
157	303	418	420
158	306	422	425
159	309	426	429
160	312	430	433
161	316	434	437
162	319	438	441
163	322	442	446
164	325	446	450
165	329	450	454
166	332	455	458
167	335	459	463
168	338	463	467
169	342	467	471
170	345	471	475
171	348	475	480
172	352	479	484
173	355	483	488
174	358	488	492
175	361	492	497
176	365	496	501
177	368	500	505
178	371	504	509
179	374	508	514
180	378	512	518

Tabla 13: Mendonça

VARONES			
Talla media (cm)	Húmero	Fémur	
	Longitud total (mm)	Longitud fisiológica (mm)	Longitud perpendicular (mm)
150	277	386	388
151	280	390	392
152	283	394	396
153	286	397	399
154	289	401	403
155	292	405	407
156	295	409	411
157	299	412	414
158	302	416	418
159	305	420	422
160	308	424	426
161	311	427	429
162	314	431	433
163	317	435	437
164	320	439	441
165	323	442	445
166	326	446	448
167	329	450	452
168	332	454	456
169	335	457	460
170	338	461	463
171	341	465	467
172	344	469	471
173	347	472	475
174	351	476	478
175	354	480	482
176	357	484	486
177	360	487	490
178	363	491	493
179	366	495	497
180	369	499	501
181	372	503	505
182	375	506	509
183	378	510	512
184	381	514	516
185	384	518	520
186	387	521	524
187	390	525	527
188	393	529	531
189	396	533	535
190	399	536	539

### **S.Nath y P.Badkur (2002)**

Surinder Nath y Prabha Badkur estudiaron una población india de ambos sexos (21). La muestra está compuesta por 82 medidas de esqueletos de hombres y 62 de mujeres. En todos los casos se tomaron las longitudes del húmero, radio, cúbito, fémur, tibia y peroné para la elaboración de fórmulas regresivas para la estimación de la estatura.

Las fórmulas propuestas por los autores son:

Fórmulas para sexo masculino:

$$E = 832.58 - 0.01 H - 0.03 R - 0.04 C + 1.01 F + 0.99 T + 0.08 P \pm 8.38$$

$$E = 832.78 - 0.01 H - 0.06 R - 0.02 C + 1.04 F + 1.03 T \pm 8.47$$

$$E = 828.95 - 0.01 H - 0.08 R + 1.02 F + 1.00 T + 0.09 P \pm 8.44$$

$$E = 835.11 - 0.02 H - 0.04 R + 1.03 F + 1.03 T \pm 8.37$$

$$E = 891.22 + 0.17 H - 0.23 R + 1.03 F + 0.83 P \pm 13.48$$

$$E = 830.25 + 1.01 F + 1.02 T \pm 8.33$$

$$E = 883.82 + 1.08 F + 1.02 P \pm 13.62$$

$$E = 1146.92 + 0.92 (H + R) \pm 27.29$$

$$E = 1161.47 + 0.86 (H + C) \pm 27.43$$

$$E = 1274.08 + 0.75 (R + C) \pm 30.97$$

$$E = 830.25 + 1.02 (F + T) \pm 8.31$$

$$E = 875.17 + 0.98 (F + T) \pm 13.69$$

$$E = 897.24 + 0.99 (T + P) \pm 16.85$$

$$E = 1209.15 + 1.44 H \pm 27.38$$

$$E = 1305.15 + 1.45 R \pm 30.42$$

$$E = 1294.55 + 1.39 C \pm 30.91$$

$$E = 994.11 + 1.52 F \pm 16.30$$

$$E = 987.62 + 1.78 T \pm 19.00$$

$$E = 976.92 + 1.88 P \pm 20.85$$

Fórmulas para sexo femenino:

$$E = 774.90 - 0.31 H + 0.34 R - 0.27 C + 0.09 F + 0.50 T + 0.50 P \pm 9.26$$

$$E = 775.48 - 0.02 H + 0.34 R - 0.14 C + 1.04 F + 0.82 T \pm 9.98$$

$$E = 768.77 - 0.04 H + 0.11 R + 1.00 F + 0.51 T + 0.47 P \pm 9.31$$

$$E = 772.20 - 0.12 H - 0.21 R + 1.01 F + 0.86 T \pm 9.96$$

$$E = 784.64 + 0.05 H - 0.03 C + 1.04 F + 0.92 P \pm 10.17$$

$$E = 780.99 + 1.06 F + 1.02 T \pm 10.06$$

$$E = 784.30 + 1.05 F + 1.02 P \pm 10.10$$

$$E = 941.82 + 1.12 (H + R) \pm 23.71$$

$$E = 923.06 + 1.12 (H + C) \pm 24.00$$

$$E = 995.95 + 1.13 (R + C) \pm 27.34$$

$$E = 778.52 + 0.99 (F + T) \pm 10.12$$

$$E = 782.39 + 1.00 (F + T) \pm 10.12$$

$$E = 894.25 + 0.93 (T + P) \pm 20.28$$

$$E = 1010.48 + 1.77 H \pm 25.58$$

$$E = 1023.34 + 2.22 R \pm 27.36$$

$$E = 1003.06 + 2.14 C \pm 28.28$$

$$E = 900.42 + 1.53 F \pm 16.73$$

$$E = 923.06 + 1.75 T \pm 21.64$$

$$E = 926.29 + 1.79 P \pm 21.59$$

Donde E: estatura (en mm.) ; H : Húmero; R : Radio ; F : Fémur; T :Tibia ; P : Peroné ; C : Cúbito

En ambos grupos, la estatura y la medida de los huesos largos se expresan en mm.

Los autores concluyen que los huesos de los miembros inferiores tienen mayor coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) con la estatura que los huesos de los miembros superiores. Destacan el fémur y la tibia como los más apropiados para la estimación en hombres, y el fémur y el peroné en mujeres. Las fórmulas que utilizan dos o más variables proporcionan mejores estimaciones de la estatura que las que sólo emplean una.

### **D. Radoinova et al. (2002)**

Basaron su estudio en medidas de (34) húmero, tibia y peroné de cadáveres de ambos sexos, de población búlgara de entre 20 y 66 años. Con una muestra compuesta por 130 mujeres y 286 hombres, obtuvieron fórmulas regresivas para la estimación de la estatura, que son:

Para hombres:

$$E = 80.98 + 1.684 H + 0.937 T$$

$$E = 82.67 + 2.655 H$$

$$E = 79.87 + 2.508 P$$

$$E = 86.42 + 2.330 T$$

Para mujeres:

$$E = 85.97 + 0.969 H + 1.308 T$$

$$E = 88.42 + 2.317 H$$

$$E = 86.50 + 2.189 P$$

$$E = 92.73 + 2.002 T$$

Donde E: estatura, F: Fémur; T :Tibia ; P : Peroné. Todas las medidas en centímetros.

En este estudio se destaca la importancia de aplicar a la población actual métodos diseñados a partir de una población contemporánea y del mismo origen poblacional. Insisten en lo inadecuado de aplicar métodos que no miden los mismos puntos de referencia en los huesos largos, por lo que el método de Trotter y Gleser en el caso de la tibia no es adecuado si existe duda sobre si la medida de este hueso la tomaron excluyendo el maléolo o no.

### **I.Duyar y C. Pelin (2003)**

En su estudio de 2003, Izzet Duyar y Can Pelin (29) se basaron en población turca masculina para proponer varias fórmulas regresivas (general y por grupos) de estimación de la estatura según la longitud de la tibia. La muestra consiste en 231 medidas de estatura y de la tibia de individuos vivos de entre 18 y 34,3 años, de los cuales 121 pertenecen al grupo de estudio y 110 al grupo control.

La fórmula general que proponen los autores es:

$$\text{Estatura (mm)} = 678.68 + 2.738 T \pm 39.35$$

Donde T es la longitud de la tibia (en mm) medida desde el punto más proximal del cóndilo lateral al más distal del maléolo tibial o medial.

Las fórmulas regresivas según el grupo de estatura son:

- bajo (*short*): Estatura (mm)=  $951.94 + 1.890 T \pm 31.96$
- medio (*medium*): Estatura (mm)=  $944.82 + 2.057 T \pm 36.14$
- alto (*tall*): Estatura (mm)=  $1224.15 + 1.530 T \pm 35.08$

Donde T es la longitud de la tibia (en mm). Los autores clasifican la longitud de la tibia como *short* si es menor o igual a 360 mm; *medium* si mide entre 361 y 422 mm y *long* si es igual o mayor de 423 mm.

Pelin y Duyar recomiendan utilizar las fórmulas específicas para el grupo siempre que sea posible, porque, según los autores, proporcionan estimaciones más precisas.

Años más tarde, junto con Ragiba Zagyapan, añadieron el cúbito en su estudio y diseñaron nuevas fórmulas de estimación.

### **I.Duyar, C. Pelin y R. Zagyapan (2006)**

Estudiaron una población turca masculina [30]; estos autores elaboraron una serie de fórmulas de regresión generales para estimar la estatura en base a la medida de la tibia. De la misma forma, realizaron fórmulas de regresión específicas a cada grupo de estatura (*short, medium, tall*; talla baja, media, alta). Más tarde, añadieron el cúbito en sus estudios sobre este parámetro.

Tomaron las medidas de 242 sujetos vivos, varones, de entre 18,1 y 44,6 años de edad, provenientes de diferentes ciudades de Turquía, pero que residían en Ankara en el momento del estudio, y pertenecían a diversos estratos socioeconómicos. Tomaron las medidas de la tibia y del cúbito, de forma percutánea mediante un antropómetro.

El cúbito fue medido con el antebrazo flexionado en un ángulo de 90 grados, desde el punto más proximal del olécranon hasta el punto más distal de la apófisis estiloides; la tibia se midió desde el punto más proximal del cóndilo lateral al más distal del maléolo tibial o medial. Los autores refieren haber tomado las medidas según la descripción de A.D. Martin et al (1988).

Las fórmulas generales que obtuvieron son:

$$\text{Estatura (mm)} = 629,83 + 4,072 C \pm 55.89$$

$$\text{Estatura (mm)} = 623,56 + 2,879 T \pm 39.42$$

$$\text{Estatura (mm)} = 538,66 + 0,984 C + 2,405 T \pm 38.22$$

Donde C es la longitud del cúbito y T la longitud de la tibia.

Las fórmulas regresivas según el grupo de estatura son:

Cúbito:

- bajo: Estatura (mm)= 1313,48 + 1,133 C ± 35.07
- medio: Estatura (mm)= 1098,39 + 2,375 C ± 39.54
- alto: Estatura (mm)= 1535,07 + 1,188 C ± 29.46

## Tibia:

- bajo: Estatura (mm)=  $753,89 + 2,421 T \pm 31.22$
- medio: Estatura (mm)=  $942,38 + 2,071 T \pm 35.64$
- alto: Estatura (mm)=  $1389,87 + 1,142 T \pm 26.90$

## Cúbito + Tibia:

- bajo: Estatura (mm)=  $728,82 + 0,255 C + 2,307 T \pm 32.19$
- medio: Estatura (mm)=  $853,49 + 1,150 C + 1,490 T \pm 33.38$
- alto: Estatura (mm)=  $1352,19 + 0,342 C + 0,997 T \pm 27.83$

Donde C es la longitud del cúbito y T la longitud de la tibia. Pelin et. al clasifican la longitud de la tibia como *short* si es menor o igual a 357 mm; *medium* si mide entre 358 y 422 mm y *long* si es igual o mayor de 423 mm. Para el cúbito, la clasificación es *short* si es menor o igual a 254 mm; *medium* si mide entre 255 y 294 mm y *long* si es igual o mayor de 295 mm.

Los autores comprobaron que la aplicación de las fórmulas según el grupo de estatura, proporcionan estimaciones más reales y precisas que las fórmulas generales, sobre todo en los grupos de tallas extremas (bajo y alto) y advierten que, aunque la diferencia entre un hueso seco y un hueso fresco es de solo unos milímetros, las fórmulas que se han obtenido mediante las medidas en individuos vivos no pueden usarse con las medidas de huesos secos.



### **N.Sarajlic et al. (2006)**

Los autores estudiaron una población bosnia masculina de edades comprendidas entre 23 y 54 años (24). Mediante radiografías, tomaron las medidas, de fémur, tibia y peroné de 50 cadáveres. No hallaron diferencias significativas en la longitud entre los huesos del lado izquierdo y los del lado derecho.

Nermin Sarajlic et. al. aplicaron las fórmulas de Trotter y Gleser (1952, 1958) sobre su población de estudio, de Bosnia Herzegovina, y observaron una tendencia a la subestimación en casos de estatura elevada. También destacan la importancia de utilizar métodos basados en poblaciones actuales, debido a cambios en la proporción de los segmentos corporales, especialmente en los miembros inferiores.

Obtuvieron las fórmulas regresivas y la tabla de consulta (Tabla 14) que se detallan a continuación:

$$E = 0.160 (F + T) + 37.89 \pm 3.62$$

$$E = 0.163 (F + P) + 35.53 \pm 3.48$$

$$E = 0.106 F + 0.221 T + 39.86 \pm 3.83$$

$$E = 0.069 F + 0.274 P + 37.52 \pm 3.51$$

$$E = 0.268 F + 48.62 \pm 4.44$$

$$E = 0.329 T + 48.69 \pm 4.01$$

$$E = 0.345 P + 42.79 \pm 3.57$$

Donde E: estatura, F: Fémur; T :Tibia ; P : Peroné. Todas las medidas en centímetros.

---

Tabla 14: Sarajlic et al (2006) para estimar la estatura en hombres (24)

<b>Talla (cm)</b>	<b>Fémur (cm)</b>	<b>Tibia (cm)</b>	<b>Peroné (cm)</b>	<b>Fémur + Tibia (cm)</b>	<b>Fémur + Peroné (cm)</b>
150	37.8	30.8	31.0	69.9	70.1
151	38.2	31.1	31.3	70.5	70.7
152	38.6	31.4	31.6	71.2	71.3
153	38.9	31.7	31.9	71.8	71.9
154	39.3	32.0	32.2	72.4	72.5
155	39.7	32.3	32.5	73.0	73.1
156	40.1	32.6	32.8	73.6	73.7
157	40.4	33.0	33.1	74.3	74.4
158	40.8	33.3	33.4	74.9	75.0
159	41.2	33.6	33.6	75.5	75.6
160	41.6	33.9	33.9	76.1	76.2
161	41.9	34.2	34.2	76.8	76.8
162	42.3	34.5	34.5	77.4	77.4
163	42.7	34.8	34.8	78.0	78.0
164	43.0	35.1	35.1	78.6	78.6
165	43.4	35.4	35.4	79.3	79.2
166	43.8	35.7	35.7	79.9	79.9
167	44.2	36.0	36.0	80.5	80.5
168	44.5	36.3	36.3	81.1	81.1
169	44.9	36.6	36.5	81.8	81.7
170	45.3	36.9	36.8	82.4	82.3
171	45.7	37.2	37.1	83.0	82.9
172	46.0	37.5	37.4	83.6	83.5
173	46.4	37.8	37.7	84.2	84.1
174	46.8	38.1	38.0	84.9	84.8
175	47.1	38.4	38.3	85.5	85.4
176	47.5	38.7	38.6	86.1	86.0
177	47.9	39.0	38.9	86.7	86.6
178	48.3	39.3	39.1	87.4	87.2
179	48.6	39.6	39.4	88.0	87.8
180	49.0	39.9	39.7	88.6	88.4
181	49.4	40.3	40.0	89.2	89.0
182	49.8	40.6	40.3	89.9	89.7
183	50.1	40.9	40.6	90.5	90.3
184	50.5	41.2	40.9	91.1	90.9
185	50.9	41.5	41.2	91.7	91.5
186	51.3	41.8	41.5	92.4	92.1
187	51.6	42.1	41.8	93.0	92.7
188	52.0	42.4	42.0	93.6	93.3
189	52.4	42.7	42.3	94.2	93.9
190	52.7	43.0	42.6	94.8	94.6

Tabla de Sarajlic et al (2006) para estimar la estatura en hombres (continuación)

<b>Talla (cm)</b>	<b>Fémur (cm)</b>	<b>Tibia (cm)</b>	<b>Peroné (cm)</b>	<b>Fémur + Tibia (cm)</b>	<b>Fémur + Peroné (cm)</b>
191	53.1	43.3	42.9	95.5	95.2
192	53.2	43.6	43.2	96.1	95.8
193	53.9	43.9	43.5	96.7	96.4
194	54.2	44.2	43.8	97.3	97.0
195	54.6	44.5	44.1	98.0	97.6
196	55.0	44.8	44.4	98.6	98.2
197	55.4	45.1	44.6	99.2	98.8
198	55.7	45.4	44.9	99.8	99.4
199	56.1	45.7	45.2	100.5	100.1
200	56.5	46.0	45.5	101.1	100.7

### **V. Petrovecki et al. (2007)**

Vedrana Petrovecki *et. al* realizaron su estudio con una población croata de ambos sexos (16). Los autores reunieron una muestra compuesta por cadáveres de 19 mujeres (de entre 35 y 82 años) y 21 hombres (de entre 31 y 86 años), de los que se tomaron, mediante imagen radiológica, las medidas del húmero, radio, cúbito, fémur, tibia y peroné.

Las fórmulas de regresión que proponen son:

Para hombres:

$$E = 82.1 + 2.7 H \pm 2.52$$

$$E = 94.7 + 2.9 C \pm 2.56$$

$$E = 93.3 + 3.2 R \pm 2.52$$

$$E = 86.9 + 1.9 F \pm 2.17$$

$$E = 102.2 + 1.9 T \pm 2.00$$

$$E = 90.7 + 2.2 P \pm 2.03$$

Para mujeres:

$$E = 69.3 + 3.0 H \pm 4.15$$

$$E = 56.6 + 4.2 C \pm 4.92$$

$$E = 76.6 + 3.8 R \pm 5.21$$

$$E = 68.3 + 2.2 F \pm 4.42$$

$$E = 83.3 + 2.2 T \pm 4.91$$

$$E = 57.5 + 3.0 P \pm 4.59$$

Según este estudio, existe mayor correlación entre la longitud de los huesos largos y la estatura en hombres que en mujeres. También concluye que el hueso largo con mayor correlación con la estatura es el fémur en mujeres y la tibia en hombres.

### **Bhavna y Surinder Nath (2007)**

Con medidas percutáneas de fémur, tibia y peroné, tomadas a 503 hombres indios de edades comprendidas entre 20 y 40 años, y medidas de longitud y anchura de la planta del pie, los autores obtuvieron las siguientes fórmulas regresivas para estimar la estatura (17):

$$E = 84.74 + 2.27 T \pm 3.66$$

$$E = 79.35 + 2.29 P \pm 3.71$$

$$E = 77.99 + 2.15 F \pm 3.80$$

$$E = 119.74 + 1.92 LP \pm 4.77$$

$$E = 132.61 + 3.46 AP \pm 5.26$$

Donde E: estatura, F: Fémur; T :Tibia ; P : Peroné ; LP : longitud plantar ; AP : anchura plantar. Todas las medidas son en centímetros.

Concluyeron que la tibia es el hueso largo con mejor correlación con la estatura.

### **B. C. Didia et al. (2009)**

Su muestra de estudio está compuesta por medidas de estatura y longitud de la tibia de nigerianos adultos de ambos sexos: 96 hombres y 104 mujeres (31). Para hallar la estatura en hombres, proporcionan la siguiente fórmula regresiva:

$$E = 46.8421 + 2.9289 T \text{ (ambas variables en centímetros).}$$

Para mujeres, consideran el modelo logarítmico como el más adecuado, con la siguiente fórmula logarítmica:

$$E = -190.42 + 95.191 \log (T)$$

Se obtiene un coeficiente de correlación mayor en hombres que en mujeres.

### **J. C. Mantilla Hernández et al. (2009)**

Los autores estudiaron una población colombiana masculina de entre 18 y 50 años (32). Con 168 medidas de estatura y tibia de cadáveres, proporcionan una fórmula regresiva para estimar la estatura en hombres:

$$E = 66,42 + 2,72 T$$

Donde E: Estatura y T: tibia. Ambas medidas en centímetros.

En este estudio se concluye que la longitud máxima de la tibia tiene una excelente correlación con la estatura. Los autores insisten también en la necesidad de elaborar métodos actuales y la precaución al aplicar métodos basados en poblaciones diferentes.

### **C. L. Kieffer (2010)**

Crystal L. Kieffer realizó su estudio con una muestra norteamericana femenina (28) en el Centro Radiográfico de Los Ángeles, California. Obtuvo las medidas de la tibia y del peroné de 250 mujeres de entre 19 y 88 años que midió mediante imagen radiológica. Las fórmulas que obtuvo para la tibia y el peroné son, respectivamente:

$$E = 2,503 T + 66.617 \pm 4.829$$

$$E = 2,306 F + 74.169 \pm 4.378$$

Donde T es la longitud de la tibia y F es la longitud del peroné, ambos en centímetros.

A pesar de lo novedoso del método en el uso de la imagen radiológica, y de la facilidad de creación de una base de datos de longitudes de los huesos largos, la autora reconoce la distorsión de escala que se introduce, pero advierte que ésta es menor con la radiología digital que con la convencional.

Para su aplicación, destaca la importancia de medir desde los mismos puntos los huesos largos que los usados para la elaboración del método, y advierte de problemas de estimación en caso de utilizarse la medida de hueso seco.

En toda la información precedente y en la bibliografía consultada, se constata la ausencia de estudios sobre la población española femenina. Eso es lo que ha llevado a realizar el presente trabajo, que se basa en medidas de estatura y de longitud de la tibia en cadáveres frescos.

❖ ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES: Método anatómico

**G. Fully (1956), G. Fully y H. Pineau (1960)**

Técnica de Fully para la estimación de la estatura (método anatómico de Fully):

Debido a la desventaja que supone el método anatómico, dada la necesaria disponibilidad de esqueletos completos, Fully (1956) realizó una serie de modificaciones en el mismo, para hacerlo más aplicable.

Estudió restos óseos en buen estado de conservación procedentes del campo de concentración de Mauthausen (Austria) de la Segunda Guerra Mundial. Los cuerpos fueron enterrados en un campo de fútbol sin ataúdes y sin identificaciones, pero algunos de ellos llevaban placas de identificación (60).

Su método anatómico está basado en 102 adultos varones de esa muestra, que incluye varias nacionalidades europeas (45% franceses, 27% italianos, 28% otros europeos), de entre 18 y 65 años, y estatura comprendida entre 151 cm. y 188 cm. A pesar de haber sido diseñado sólo con muestra masculina, se puede aplicar a ambos sexos (60). Para ello, sería necesario tener en cuenta la probable diferencia sexual en la corrección del tejido blando, y, como sugiere Byers (2002) (citado por Luis Ríos, 2004, [60]), para aplicar esta fórmula a individuos femeninos, los ajustes por el tejido blando pueden ser disminuidos teniendo en cuenta que las dimensiones femeninas son un 92% de las masculinas.

En un principio, la aplicación de esta fórmula a poblaciones no europeas dependerían únicamente de las diferencias en el tejido blando que contribuye a la estatura, principalmente discos intervertebrales, aunque varios autores asumen que esta diferencia es mínima (4,60).

La técnica de Fully consiste en tomar las siguientes medidas óseas para la estimación de la estatura (4, 60):



- Medida basio- bregma del cráneo (nº 17 de Martin).
- Medida máxima de los cuerpos vertebrales entre C2 y L5 (por separado). No se incluye el atlas porque su medida está incluida entre el margen superior e inferior del axis, incluyendo la apófisis odontoides.
- Medida anterior del primer segmento del sacro.
- Longitud oblicua del fémur (fisiológica o bicondilar).
- Longitud máxima de la tibia sin tuberosidad intercondilea e incluyendo el maléolo. Se mide en la tabla osteométrica de Broca.
- Longitud de la articulación calcáneo- astragalina, desde el punto más superior del astrágalo al más inferior del calcáneo. Corresponde a la distancia entre la parte superior de la tróclea y la plantar del calcáneo, en su contacto con la pared vertical de la tabla osteométrica estándar.

Junto con estas medidas, se incluye la medida total del esqueleto para obtener la estatura en vida del individuo o *antemortem* mediante esta fórmula: Estatura en vida = 0.98 (medida total del esqueleto)  $14.36 \pm 2,05$  cm. (21)

Fully también proporcionó unos factores de corrección del tejido blando, que deben ser añadidos para obtener la estimación final de la estatura (4, 21):

- Si la medida del esqueleto es igual o menor de 153,5 cm., añadir 10 cm. en caso masculino y 9,2 cm. en caso femenino.
- Si está comprendida entre 153,5 y 165,4 cm., añadir 10,5 cm. en caso masculino y 9,7 cm. en caso femenino.
- Si es igual o mayor que 165,5 cm., añadir 11,5 cm. en caso masculino y 10,6 cm. en caso femenino.

El autor sugería un ajuste a la estatura esquelética mediante la fórmula (4):

$$\text{Estatura (cm.)} = \text{estatura esquelética} + 10,8 \pm 2,015$$

Más tarde, en 1960, Fully y Pineau desarrollaron un procedimiento nuevo sobre la misma muestra en el que sólo era necesario medir el segmento vertebral lumbar y la tibia o el fémur, sin necesidad de ajustes por el tejido blando.

Como esta fórmula se obtuvo con una muestra de individuos franceses masculinos, propusieron las siguientes fórmulas generales, aplicables según los autores a todos los grupos étnicos, para ambos sexos y ambas lateralidades (4):

$$\text{Estatura (cm.)} = 0,98 (M17 + C2-L5+F+T+P) + 14,62 \pm 2,0$$

$$\text{Estatura (cm.)} = 2,09 (F + L1-L5) + 42,67 \pm 2,35$$

$$\text{Estatura (cm.)} = 2,32 (T + L1-L5) + 48,63 \pm 2,54$$

Donde M17 es la altura del cráneo (la medida 17 de Martin, desde Basion a Bregma); P es la medida del calcáneo y el astrágalo articulados.

Según Nath y Badkur (2002), las ventajas del método de Fully respecto al descrito por Dwight, es que no se necesita articular el esqueleto completo para estimar la estatura y es aplicable de forma universal, tanto a hombres como a mujeres, sea cual sea el origen o lugar de procedencia.

No obstante, el método de Fully plantea una serie de problemas puesto que no señala los puntos exactos de medidas de las vértebras, ni la posición exacta de la articulación calcáneo-astragalina para tomar su medida (61).

Por estos problemas, Raxter et al., decidieron revisar y modificar el método de Fully.

## **M. H. Raxter, B. M. Auerbach y C. B. Ruff (2006)**

### **La técnica de Fully modernizada**

Raxter et al. (2006) (61, 62) propusieron una revisión interesante del método de Fully, a partir de 119 cadáveres adultos (hombres y mujeres, caucasoides y negroides) de la Colección Terry (Smithsonian Institution).

La metodología de la toma de las muestras es exactamente la misma. No obstante aportan algunas precisiones:

- Para las vértebras (excepto para la C2) la altura máxima del cuerpo vertebral no debe ser tomada en el plano medial (mediano), donde es menor, sino en el tercio anterior derecho o izquierdo según el caso. La C2 se mide desde el punto más superior de la apófisis odontoides hasta el más inferior de la cara anterior del cuerpo vertebral.

- Para los huesos largos, si la pareja existe, tomar la longitud de los dos lados (en posición fisiológica para el fémur y longitud máxima sin las espinas, para la tibia) y utilizar la media. Una vez realizada la suma de las medidas, se proponen dos ecuaciones, A1 y A2, según se conozca (A1) o no (A2) la edad del individuo:

❖ Ecuación A1: Estatura individuo vivo =  $1.009 \times \text{talla del esqueleto (en cm.)} - 0.0426 \times \text{edad (en años)} + 12.1$ .

❖ Ecuación A2: Estatura individuo vivo =  $0.996 \times \text{talla del esqueleto (en cm.)} + 11.7$ .

Donde la *talla del esqueleto* se obtiene sumando todas las medidas señaladas.

Los autores recomiendan el uso de la primera fórmula siempre que sea posible, ya que la fórmula A2, subestima la estatura si la edad del individuo es menor de 50 años, y, por el contrario, la sobreestima en mayores de 50 años.

Para los autores, la evaluación de la talla es independiente del sexo y de la antigüedad de los restos esqueléticos, es decir, este método sería teóricamente utilizable para casos prehistóricos.

❖ ESTADO DE LAS INVESTIGACIONES: Fragmentos de huesos largos

**D. G. Steele y T. W. McKern (1969) y D. G. Steele (1970)**

En ocasiones no se dispone de huesos completos que puedan ser estudiados para realizar la estimación de la estatura del individuo, sino que aparecen solo fragmentos, lo cual imposibilita la aplicación de los distintos métodos descritos.

G. Müller (1935) fue pionero en el estudio de huesos fragmentados. Más tarde Steele y McKern (1969), y luego Steele (1970), realizaron estudios a partir de los cuales diseñaron una serie de fórmulas para la determinación de este parámetro mediante fragmentos de huesos (radio, húmero, fémur y tibia). (63)

Steele y McKern (1969) perfeccionaron el método de Müller para el cálculo de la estatura a partir de huesos fragmentados, que se basaba en el porcentaje que supone cada segmento con respecto al total del hueso (4). Utilizaron una muestra amerindia excavada entre St. Francis y el río Mississippi, en Arkansas (EEUU), que constaba de 117 sujetos. Posteriormente Steele (1970), seleccionó 207 individuos de la Colección Terry y diseñó otras fórmulas aplicables a caucasoides y negroides de ambos sexos para fémur, tibia y húmero. Proporcionó fórmulas regresivas para obtener la longitud máxima del hueso a partir de uno o más segmentos del mismo, y otras fórmulas para estimar la estatura a partir de ellos (63).

En el fémur, la tibia y el húmero tenemos los siguientes puntos (Figuras 2-4) (Steele, 1970) (63):

**a. Fémur**

1	El punto más proximal de la cabeza del fémur
2	El punto medio en el trocánter menor
3	La extensión más proximal de la superficie poplítea en el lugar donde las líneas supracondilares medial y lateral se separan paralelamente, por debajo de la línea áspera.
4	El punto más proximal de la fosa intercondílea
5	El punto más distal del cóndilo medial



**Figura 2: Puntos de referencia en el fémur. Imagen obtenida de Krenzer, 2006 (4)**

Mediante estos cinco puntos se obtienen cuatro segmentos (F1, F2, F3, F4).

## b. Tibia

1	El punto más proximal de la eminencia intercondílea
2	El punto más proximal de la tuberosidad tibial
3	El lugar de confluencia de las líneas que se extienden desde el borde inferior de la tuberosidad.
4	El lugar donde la cresta anterior de la tibia se cruza sobre el borde medial del eje por encima del maléolo medial (la medida se realiza en el punto donde la cresta se cruza con la sección media del eje).
5	El borde proximal de la <i>facies</i> articular inferior (medida desde el punto opuesto al maléolo medial).
6	El punto más distal sobre el maléolo medial.

Con estos puntos se obtienen 5 segmentos en la tibia (T1, T2, T3, T4, T5).



Figura 3: Puntos de referencia en la tibia. Imagen obtenida de Krenzer, 2006 (4)

### c. Húmero

1	El punto más proximal de la cabeza humeral
2	El punto más distal de la circunferencia de la cabeza humeral
3	El borde proximal de la fosa olecraniana
4	El borde distal de la fosa olecraniana
5	El punto distal de la tróclea

Se obtiene así 4 segmentos humerales (H1, H2, H3, H4).



Figura 4: Puntos de referencia en el húmero. Imagen obtenida de Krenzer, 2006 (4)



Una vez tomada la longitud entre los diferentes puntos del hueso, su valor se sustituye en las siguientes fórmulas para obtener la estatura estimada.

Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la longitud máxima del fémur a partir de uno o más de sus segmentos (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides:

$$E = 0.65 F1 + 40.91 = \text{longitud máxima} \pm 2.32$$

$$E = 0.86 F2 + 22.91 = \text{longitud máxima} \pm 1.57$$

$$E = 3.66 F3 + 20.10 = \text{longitud máxima} \pm 2.84$$

$$E = 5.51 F4 + 24.66 = \text{longitud máxima} \pm 2.55$$

$$E = 1.41 F1 + 0.93 F2 + 9.51 = \text{longitud máxima} \pm 1.20$$

$$E = 1.16 F2 + 1.22 F3 + 6.01 = \text{longitud máxima} \pm 0.91$$

$$E = 0.81 F3 + 5.47 F4 + 19.05 = \text{longitud máxima} \pm 2.42$$

$$E = 1.07 F1 + 1.01 F2 + 1.06 F3 + 2.61 = \text{longitud máxima} \pm 0.48$$

$$E = 1.07 F2 + 1.12 F3 + 1.99 F4 + 1.48 = \text{longitud máxima} \pm 0.76$$

Masculinos negroides:

$$E = 0.61 F1 + 42.96 = \text{longitud máxima} \pm 2.66$$

$$E = 0.88 F2 + 22.89 = \text{longitud máxima} \pm 1.58$$

$$E = 0.70 F3 + 42.63 = \text{longitud máxima} \pm 2.40$$

$$E = 4.27 F4 + 31.08 = \text{longitud máxima} \pm 3.02$$

$$E = 1.70 F1 + 1.15 F2 + 1.46 = \text{longitud máxima} \pm 1.28$$

$$E = 1.12 F2 + 1.13 F3 + 7.92 = \text{longitud máxima} \pm 0.67$$

$$E = 1.57 F3 + 4.11 F4 + 19.89 = \text{longitud máxima} \pm 2.25$$

$$E = 1.16 F1 + 1.01 F2 + 1.01 F3 + 2.33 = \text{longitud máxima} \pm 0.20$$

$$E = 1.06 F2 + 1.08 F3 + 2.00 F4 + 1.75 = \text{longitud máxima} \pm 0.52$$

Femeninos caucasoides:

$$E = 0.62 F1 + 38.21 = \text{longitud máxima} \pm 2.15$$

$$E = 0.93 F2 + 19.05 = \text{longitud máxima} \pm 1.03$$

$$E = 3.15 F3 + 22.15 = \text{longitud máxima} \pm 2.60$$

$$E = 4.23 F4 + 27.63 = \text{longitud máxima} \pm 2.49$$

$$E = 1.04 F1 + 1.04 F2 + 8.80 = \text{longitud máxima} \pm 0.86$$

$$E = 1.17 F2 + 1.02 F3 + 6.14 = \text{longitud máxima} \pm 0.63$$

$$E = 0.89 F3 + 3.70 F4 + 23.71 = \text{longitud máxima} \pm 2.41$$

$$E = 1.04 F1 + 1.03 F2 + 1.02 F3 + 2.38 = \text{longitud máxima} \pm 0.25$$

$$E = 1.14 F2 + 0.98 F3 + 0.78 F4 + 4.49 = \text{longitud máxima} \pm 0.60$$

Femeninos negroides:

$$E = 0.54 F1 + 40.00 = \text{longitud máxima} \pm 1.95$$

$$E = 0.82 F2 + 22.38 = \text{longitud máxima} \pm 1.33$$

$$E = 4.58 F3 + 12.38 = \text{longitud máxima} \pm 2.07$$

$$E = 4.64 F4 + 27.01 = \text{longitud máxima} \pm 2.06$$

$$E = 1.44 F1 + 0.98 F2 + 7.89 = \text{longitud máxima} \pm 0.98$$

$$E = 1.09 F2 + 1.19 F3 + 7.02 = \text{longitud máxima} \pm 0.78$$

$$E = 0.88 F3 + 3.03 F4 + 26.82 = \text{longitud máxima} \pm 1.93$$

$$E = 1.18 F1 + 1.01 F2 + 1.06 F3 + 1.75 = \text{longitud máxima} \pm 0.24$$

$$E = 1.05 F2 + 1.00 F3 + 2.07 F4 + 1.93 = \text{longitud máxima} \pm 0.57$$

Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la longitud máxima de la tibia a partir de uno o más de sus segmentos (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides:

$$E = 3.20 T1 + 27.48 = \text{longitud máxima} \pm 2.42$$

$$E = 4.92 T2 + 4.90 = \text{longitud máxima} \pm 2.22$$

$$E = 0.69 T3 + 26.49 = \text{longitud máxima} \pm 1.86$$

$$E = 0.63 T4 + 31.33 = \text{longitud máxima} \pm 1.98$$

$$E = 2.28 T5 + 34.46 = \text{longitud máxima} \pm 2.49$$

$$E = 1.95 T1 + 1.46 T2 + 21.71 = \text{longitud máxima} \pm 2.08$$

$$E = 1.48 T2 + 1.11 T3 + 9.71 = \text{longitud máxima} \pm 1.34$$

$$E = 1.06 T3 + 1.23 T4 + 7.96 = \text{longitud máxima} \pm 1.00$$

$$E = 1.36 T4 + 3.59 T5 + 19.04 = \text{longitud máxima} \pm 1.82$$

$$E = 1.27 T1 + 1.50 T2 + 1.05 T3 + 6.54 = \text{longitud máxima} \pm 1.24$$

$$E = 1.02 T2 + 1.08 T3 + 1.01 T4 + 3.06 = \text{longitud máxima} \pm 0.52$$

$$E = 1.00 T3 + 1.27 T4 + 1.38 T5 + 6.61 = \text{longitud máxima} \pm 0.96$$

$$E = 1.02 T1 + 1.05 T2 + 1.03 T3 + 0.98 T4 + 0.71 = \text{longitud máxima} \pm 0.26$$

$$E = 1.01 T2 + 1.03 T3 + 1.04 T4 + 1.21 T5 + 1.95 = \text{longitud máxima} \pm 0.44$$

Masculinos negroides:

$$E = 2.19 T1 + 33.68 = \text{longitud máxima} \pm 2.93$$

$$E = 5.23 T2 + 4.92 = \text{longitud máxima} \pm 2.54$$

$$E = 0.66 T3 + 28.85 = \text{longitud máxima} \pm 2.24$$

$$E = 0.68 T4 + 33.21 = \text{longitud máxima} \pm 2.19$$

$$E = 3.04 T5 + 36.34 = \text{longitud máxima} \pm 2.83$$

$$E = 1.12 T1 + 1.48 T2 + 26.98 = \text{longitud máxima} \pm 2.55$$

$$E = 1.49 T2 + 1.02 T3 + 12.14 = \text{longitud máxima} \pm 1.69$$

$$E = 1.00 T3 + 1.22 T4 + 9.14 = \text{longitud máxima} \pm 1.15$$

$$E = 1.21 T4 + 3.08 T5 + 22.83 = \text{longitud máxima} \pm 2.14$$

$$E = 1.78 T1 + 1.38 T2 + 1.06 T3 + 6.47 = \text{longitud máxima} \pm 1.59$$

$$E = 1.08 T2 + 0.99 T3 + 1.05 T4 + 3.80 = \text{longitud máxima} \pm 0.42$$

$$E = 0.98 T3 + 1.18 T4 + 2.19 T5 + 6.82 = \text{longitud máxima} \pm 1.08$$

$$E = 1.08 T1 + 1.03 T2 + 1.01 T3 + 1.01 T4 + 0.66 = \text{longitud máxima} \pm 0.20$$

$$E = 1.04 T2 + 0.98 T3 + 1.03 T4 + 1.24 T5 + 2.70 = \text{longitud máxima} \pm 0.35$$

Femeninos caucasoides:

$$E = 2.97 T1 + 26.43 = \text{longitud máxima} \pm 2.15$$

$$E = 0.63 T2 + 31.12 = \text{longitud máxima} \pm 1.75$$

$$E = 0.66 T3 + 24.38 = \text{longitud máxima} \pm 1.69$$

$$E = 0.70 T4 + 28.75 = \text{longitud máxima} \pm 1.60$$

$$E = 4.10 T5 + 29.48 = \text{longitud máxima} \pm 2.05$$

$$E = 0.89 T1 + 1.57 T2 + 22.94 = \text{longitud máxima} \pm 1.74$$

$$E = 1.66 T2 + 1.18 T3 + 6.10 = \text{longitud máxima} \pm 0.95$$

$$E = 1.02 T3 + 1.36 T4 + 6.74 = \text{longitud máxima} \pm 0.99$$

$$E = 1.41 T4 + 2.78 T5 + 18.92 = \text{longitud máxima} \pm 1.50$$

$$E = 0.92 T1 + 1.56 T2 + 1.18 T3 + 4.05 = \text{longitud máxima} \pm 0.91$$

$$E = 1.17 T2 + 1.07 T3 + 0.93 T4 + 2.71 = \text{longitud máxima} \pm 0.41$$

$$E = 0.96 T3 + 1.29 T4 + 1.66 T5 + 6.02 = \text{longitud máxima} \pm 0.93$$

$$E = 0.70 T1 + 1.10 T2 + 1.07 T3 + 0.91 T4 + 1.22 = \text{longitud máxima} \pm 0.34$$

$$E = 1.12 T2 + 1.04 T3 + 0.91 T4 + 0.75 T5 + 2.55 = \text{longitud máxima} \pm 0.39$$

Femeninos negroides:

$$E = 1.73 T1 + 32.03 = \text{longitud máxima} \pm 2.08$$

$$E = 5.96 T2 + 5.33 = \text{longitud máxima} \pm 1.70$$

$$E = 0.55 T3 + 27.33 = \text{longitud máxima} \pm 1.76$$

$$E = 0.56 T4 + 31.60 = \text{longitud máxima} \pm 1.76$$

$$E = 8.60 T5 + 25.16 = \text{longitud máxima} \pm 2.10$$

$$E = 0.34 T1 + 1.32 T2 + 27.85 = \text{longitud máxima} \pm 1.71$$

$$E = 1.55 T2 + 0.88 T3 + 12.08 = \text{longitud máxima} \pm 1.02$$

$$E = 0.96 T3 + 1.35 T4 + 7.48 = \text{longitud máxima} \pm 0.98$$

$$E = 1.10 T4 + 2.23 T5 + 23.48 = \text{longitud máxima} \pm 1.73$$

$$E = 0.41 T1 + 1.52 T2 + 0.88 T3 + 11.11 = \text{longitud máxima} \pm 1.02$$

$$E = 1.05 T2 + 0.99 T3 + 0.95 T4 + 4.36 = \text{longitud máxima} \pm 0.42$$

$$E = 0.95 T3 + 1.38 T4 + 1.48 T5 + 5.45 = \text{longitud máxima} \pm 0.96$$

$$E = 1.03 T1 + 0.93 T2 + 1.00 T3 + 1.03 T4 + 1.26 = \text{longitud máxima} \pm 0.23$$

$$E = 1.06 T2 + 0.98 T3 + 0.98 T4 + 1.57 T5 + 2.19 = \text{longitud máxima} \pm 0.34$$

Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la longitud máxima del húmero a partir de uno o más de sus segmentos (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides:

$$E = 4.72 H1 + 15.20 = \text{longitud máxima} \pm 1.80$$

$$E = 0.98 H2 + 8.00 = \text{longitud máxima} \pm 0.40$$

$$E = 3.59 H3 + 25.56 = \text{longitud máxima} \pm 1.91$$

$$E = 5.33 H4 + 23.52 = \text{longitud máxima} \pm 1.73$$

$$E = 1.08 H1 + 1.09 H2 + 1.32 = \text{longitud máxima} \pm 0.29$$

$$E = 1.11 H2 + 0.82 H3 + 3.03 = \text{longitud máxima} \pm 0.34$$

$$E = 2.72 H3 + 5.49 H4 + 17.71 = \text{longitud máxima} \pm 1.59$$

$$E = 1.17 H1 + 1.04 H2 + 0.94 H3 + 0.14 = \text{longitud máxima} \pm 0.17$$

$$E = 1.04 H2 + 0.93 H3 + 1.35 H4 + 2.27 = \text{longitud máxima} \pm 0.25$$

Masculinos negroides:

$$E = 4.69 H1 + 16.27 = \text{longitud máxima} \pm 1.57$$

$$E = 0.98 H2 + 8.18 = \text{longitud máxima} \pm 0.37$$

$$E = 1.87 H3 + 30.51 = \text{longitud máxima} \pm 1.74$$

$$E = 1.16 H4 + 32.21 = \text{longitud máxima} \pm 1.00$$

$$E = 0.95 H1 + 1.01 H2 + 3.73 = \text{longitud máxima} \pm 0.28$$

$$E = 1.05 H2 + 0.71 H3 + 4.76 = \text{longitud máxima} \pm 0.31$$

$$E = 1.32 H3 + 1.55 H4 + 28.90 = \text{longitud máxima} \pm 1.74$$

$$E = 0.94 H1 + 1.00 H2 + 0.69 H3 + 2.62 = \text{longitud máxima} \pm 0.21$$

$$E = 1.05 H2 + 0.80 H3 + 0.84 H4 + 3.28 = \text{longitud máxima} \pm 0.28$$

Femeninos caucasoides:

$$E = 5.50 H1 + 12.58 = \text{longitud máxima} \pm 1.60$$

$$E = 0.97 H2 + 7.57 = \text{longitud máxima} \pm 0.45$$

$$E = 4.59 H3 + 22.28 = \text{longitud máxima} \pm 1.62$$

$$E = 2.99 H4 + 25.87 = \text{longitud máxima} \pm 1.54$$

$$E = 1.66 H1 + 1.04 H2 + 0.20 = \text{longitud máxima} \pm 0.30$$

$$E = 1.04 H2 + 1.12 H3 + 3.47 = \text{longitud máxima} \pm 0.40$$

$$E = 2.60 H3 + 4.17 H4 + 19.77 = \text{longitud máxima} \pm 1.47$$

$$E = 1.53 H1 + 1.01 H2 + 0.87 H3 - 0.37 = \text{longitud máxima} \pm 0.25$$

$$E = 0.99 H2 + 1.05 H3 + 1.85 H4 + 2.16 = \text{longitud máxima} \pm 0.25$$

Femeninos negroides:

$$E = 3.70 H1 + 18.12 = \text{longitud máxima} \pm 1.30$$

$$E = 0.96 H2 + 7.35 = \text{longitud máxima} \pm 0.39$$

$$E = 3.46 H3 + 24.06 = \text{longitud máxima} \pm 1.39$$

$$E = 4.47 H4 + 23.52 = \text{longitud máxima} \pm 1.49$$

$$E = 1.40 H1 + 1.04 H2 + 1.12 = \text{longitud máxima} \pm 0.30$$

$$E = 1.07 H2 + 1.16 H3 + 2.98 = \text{longitud máxima} \pm 0.31$$

$$E = 3.29 H3 + 2.74 H4 + 20.25 = \text{longitud máxima} \pm 1.31$$

$$E = 1.25 H1 + 1.00 H2 + 1.01 H3 + 0.86 = \text{longitud máxima} \pm 0.20$$

$$E = 1.03 H2 + 1.27 H3 + 1.10 H4 + 1.88 = \text{longitud máxima} \pm 0.24$$



Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la estatura con fragmentos de fémur (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides (edad media : 52,97)

$$E = 2,71 (F2) + 3,06 (F3) + 73 \pm 4,41$$

$$E = 2,89 (F1) + 2,31 (F2) + 2,62 (F3) + 63,88 \pm 3,93$$

$$E = 2,35 (F2) + 2,65 (F3) + 7,92 (F4) + 54,97 \pm 3,95$$

Masculinos negroides (edad media : 43,25)

$$E = 2,59 (F2) + 2,91 (F3) + 75,74 \pm 3,72$$

$$E = 1,20 (F1) + 2,48 (F2) + 2,78 (F3) + 69,94 \pm 3,71$$

$$E = 2,53 (F2) + 2,84 (F3) + 2,40 (F4) + 68,32 \pm 3,72$$

Femeninos caucasoides (edad media : 63,35)

$$E = 2,80 (F2) + 1,46 (F3) + 76,67 \pm 4,91$$

$$E = 2,16 (F1) + 2,50 (F2) + 1,45 (F3) + 68,86 \pm 4,81$$

$$E = 2,57 (F2) + 1,21 (F3) + 5,03 (F4) + 66,05 \pm 4,77$$

Femeninos negroides (edad media : 39,58)

$$E = 2,12 (F2) + 1,68 (F3) + 93,29 \pm 6,17$$

$$E = 3,63 (F1) + 1,86 (F2) + 1,27 (F3) + 77,15 \pm 5,80$$

$$E = 2,00 (F2) + 1,08 (F3) + 6,32 (F4) + 77,71 \pm 6,01$$

Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la estatura con fragmentos de tibia (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides (edad media : 52,97)

$$E = 3,52 (T2) + 2,89 (T3) + 2,23 (T4) + 74,55 \pm 4,56$$

$$E = 2,87 (T3) + 2,96 (T4) - 0,96 (T5) + 92,36 \pm 5,45$$

$$E = 4,19 (T1) + 3,63 (T2) + 2,69 (T3) + 2,10 (T4) + 64,95 \pm 4,22$$

$$E = 3,54 (T2) + 2,96 (T3) + 2,18 (T4) - 1,56 (T5) + 75,98 \pm 4,60$$

Masculinos negroides (edad media : 43,25)

$$E = 2,26 (T2) + 2,22 (T3) + 3,17 (T4) + 5,86 \pm 3,88$$

$$E = 2,23 (T3) + 3,51 (T4) - 0,51 (T5) + 91,70 \pm 4,49$$

$$E = 1,79 (T1) + 2,18 (T2) + 2,25 (T3) + 3,10 (T4) + 75,87 \pm 3,88$$

$$E = 2,32 (T2) + 2,23 (T3) + 3,19 (T4) - 1,60 (T5) + 82,50 \pm 3,92$$

Femeninos caucasoides (edad media : 63,35)

$$E = 4,17 (T2) + 2,96 (T3) + 2,16 (T4) + 66,09 \pm 4,69$$

$$E = 2,75 (T3) + 3,65 (T4) + 1,17 (T5) + 79,92 \pm 5,69$$

$$E = 1,51 (T1) + 4,03 (T2) + 2,97 (T3) + 2,12 (T4) + 62,89 \pm 4,71$$

$$E = 4,31 (T2) + 3,05 (T3) + 2,20 (T4) - 2,34 (T5) + 66,60 \pm 4,72$$

Femeninos negroides (edad media : 39,58)

$$E = 2,56 (T2) + 2,21 (T3) + 1,56 (T4) + 91,91 \pm 4,59$$

$$E = 2,11 (T3) + 2,61 (T4) + 3,58 (T5) + 94,57 \pm 5,04$$

$$E = 3,60 (T1) + 2,15 (T2) + 2,26 (T3) + 1,84 (T4) + 81,11 \pm 4,46$$

$$E = 2,58 (T2) + 2,17 (T3) - 1,63 (T4) + 3,80 (T5) + 86,64 \pm 4,59$$

Fórmulas de regresión para la reconstrucción de la estatura con fragmentos de húmero (Steele, 1970) (63):

Masculinos caucasoides (edad media : 52,97)

$$E = 3,42 (H2) + 80,94 \pm 5,31$$

$$E = 7,17 (H1) + 3,04 (H2) + 63,94 \pm 5,05$$

$$E = 3,19 (H2) + 5,97 (H3) + 74,82 \pm 5,15$$

$$E = 7,84 (H1) + 2,73 (H2) + 6,74 (H3) + 55,45 \pm 4,80$$

$$E = 2,94 (H2) + 6,34 (H3) + 4,60 (H4) + 72,54 \pm 5,14$$

Masculinos negroides (edad media : 43,25)

$$E = 3,80 (H2) + 70,68 \pm 4,94$$

$$E = 8,13 (H1) + 3,34 (H2) + 51,98 \pm 4,56$$

$$E = 3,79 (H2) + 0,69 (H3) + 69,53 \pm 5$$

$$E = 8,12 (H1) + 3,33 (H2) + 0,56 (H3) + 51,08 \pm 4,62$$

$$E = 3,76 (H2) + 1,19 (H3) + 4,54 (H4) + 61,58 \pm 5$$

Femeninos caucasoides (edad media : 63,35)

$$E = 3,87 (H2) + 66,14 \pm 5,4$$

$$E = 8,84 (H1) + 3,65 (H2) + 42,43 \pm 5,14$$

$$E = 3,77 (H2) + 3,35 (H3) + 62,59 \pm 5,42$$

$$E = 8,55 (H1) + 3,60 (H2) + 1,93 (H3) + 41,16 \pm 5,18$$

$$E = 3,44 (H2) + 2,92 (H3) + 10,84 (H4) + 54,91 \pm 5,16$$

Femeninos negroides (edad media : 39,58)

$$E = 2,95 (H2) + 89,15 \pm 4,88$$

$$E = 5,05 (H1) + 2,64 (H2) + 80,13 \pm 4,83$$

$$E = 2,75 (H2) + 3,76 (H3) + 87,08 \pm 4,85$$

$$E = 4,54 (H1) + 2,50 (H2) + 3,19 (H3) + 79,29 \pm 4,82$$

$$E = 2,66 (H2) + 4,03 (H3) + 2,83 (H4) + 84,25 \pm 4,87$$

El autor proporciona un factor de corrección por la edad, que debe sumarse a la estatura estimada por las fórmulas anteriores. Viene dado por :  $0,06 [(edad\ media\ de\ la\ muestra - 30) - (edad\ del\ individuo - 30)]$ , donde la edad media de la muestra viene dada por el autor.

Uno de los problemas que se le han atribuido a estas fórmulas es que el resultado obtenido presenta una desviación estándar mayor que el habitual (63).

## **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## Justificación

La estatura es uno de los grandes parámetros antropológicos, importantes para un estudio o labor de identificación.

Existen en la bibliografía numerosas clasificaciones de los individuos según su estatura; así pues tenemos, entre otras, la clasificación de Comas (1983) (en Mendonça, 1998, [5]):

	HOMBRES (m)	MUJERES (m)
Talla muy grande.....	1.80 - 1.99	1.68-1.86
Talla grande.....	1.70 - 1.79	1.59-1.67
Estatura media.....	1.60 - 1.69	1.49-1.58
Estatura pequeña.....	1.50 - 1.59	1.40-1.48
Estatura muy pequeña.....	< 1.49	< 1.39

Y la de Martin y Saller (1957, tomada de Rodríguez Cuenca, 1994, [10]):

Clase/ Denominación	HOMBRES (cm)	MUJERES (cm)
Enanos	< 130	< 121
Camesomos muy bajos	130-149,9	121-139,9
Bajos	150-159,9	140-148,9
Submediano	160-163,9	149-152,9
Mesosomos Medianos	164-166,9	153-155,9
Supermediano	167-169,9	156-158,9
Altos	170-179,9	159-167,9
Hipsisomos muy altos	180-199,9	168-186,9
Gigantes	> 200	> 187

La Antropología Forense no cuenta en España con macrobases de datos antropológicas como posee la disciplina en América. Por este motivo, y por la variación poblacional de los parámetros antropológicos, se hace necesario este tipo de estudios con poblaciones concretas y muestra actual. La revisión bibliográfica realizada nos muestra que no existe ningún estudio de este tipo en población española, que tiene unas características históricas y demográficas propias.

La estatura de las poblaciones ha sufrido variaciones a lo largo del tiempo, variaciones que no se han producido de la misma manera en todas ellas. Esto exige métodos modernos de estimación de la estatura. Por otro lado, los propios autores recomiendan cautela y precaución en la aplicación de sus estudios a poblaciones diferentes a aquellas con las que se realizó, sobre todo en cuanto se refiere a la aplicación de fórmulas regresivas y tablas de consulta.

Las ventajas que supone la utilización del método matemático respecto al anatómico para la estimación de la estatura (entre otras, la dificultad en ocasiones, de disponer de un esqueleto completo para su estudio e identificación), hace de este método el más utilizado para la estimación de la estatura.

En diversos estudios se ha constatado mayor fiabilidad en la estimación a partir de huesos de los miembros inferiores que a partir de los superiores: Mendonça (2000) (5,6), Nath y Badkur (2002) (21) y Petrovecki et al. (2007) (16). De igual forma, otros autores consideran que la tibia es el mejor predictor de la estatura por tener más correlación con ésta que el resto de huesos largos: Meadows y Jantz (1994, 1995) (13,14), consideran la tibia, junto con el peroné, como mejor predictor de la estatura que el fémur; para B. y S. Nath (17) es el hueso largo con mayor coeficiente de correlación, y Muñoz et. al (2001) (64) obtiene mejores resultados con la tibia para la población femenina.

En este trabajo se propone un estudio unifactorial de estimación de la estatura mediante la tibia.

Por otro lado, autores como Trotter y Glesser (1951-1977)(1), Nath y Badkur (2002)(21), Sarajlic (2010)(24) y Agnihotri (2009) (18) no han encontrado diferencias

significativas entre las longitudes de los huesos del lado derecho y la del izquierdo. Ante la unanimidad en que no existen diferencias por lateralidad en este trabajo se han medido indistintamente.

En España, la toma de la estatura de un sujeto vivo (registro *antemortem*) se realiza en las siguientes situaciones:

- De forma previa a la realización del Servicio Militar Obligatorio, que fue suspendido, aunque no abolido, el 31 de Diciembre de 2002.
- De forma previa al ingreso en los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, así como en la carrera militar y en los activos de seguridad privada.
- En los reconocimientos médicos a los trabajadores por temas relacionados con Salud Laboral.
- En reconocimientos de niños en edad escolar para la realización de screening sobre desarrollo infantil.
- En los exámenes a deportistas de nivel, de forma previa a la entrada en un equipo o periódica como integrante del mismo (65).

Los problemas que presentan estos registros son (33, 66):

- su posible falta de rigor y precisión, puesto que las condiciones en las que se realiza la medición en ocasiones se desconocen: si el sujeto se encontraba completamente erguido, si llevaba calzado o no, en caso de llevarlo, si le fue descontado este factor a la estatura final o no, etc.;
- su posible ausencia en caso de que un sujeto no se encuentre en ninguna de las situaciones contempladas, en cuyo caso, si se trata de realizar una identificación positiva de restos, se cuenta con los datos que proporcionan personas del entorno del sujeto, con el riesgo que eso conlleva de subestimación o sobrestimación de la estatura del mismo.



Estas razones hacen que la toma directa de las medidas de cadáveres frescos proporcionen más fiabilidad y exactitud para su inclusión en una muestra que cualquier otro registro o referencia previa que pudiera existir sobre la estatura de ese individuo (67). Por ello se ha escogido este método para el trabajo, que ofrece una gran precisión y merece la pena por ello, a pesar de las dificultades técnicas.

Cuando se requiere conocer la estatura de una persona desaparecida para una identificación positiva, generalmente los familiares no saben exactamente cuánto mide (33, 66, 68); en todo caso pueden indicar si es alto, mediano o bajo. Incluso la mayoría de las personas no sabe cuál es su propia estatura, y hay tendencia a la subestimación en personas altas y a la sobrestimación en bajas. Por lo tanto, para la elaboración del método es mejor la obtención directa de la medida del cadáver, pero para su aplicación se debe tener en cuenta la información proporcionada por los familiares y por los registros de los que se disponga para obtener una medida que permita compararla con la proporcionada por el método, que propone un rango de estatura máxima y mínima.

Respecto a la diferencia entre la estatura del individuo vivo y la de su cadáver, en este trabajo, y dado que Mendonça (1998, 2000) (5,6) recientemente y Manouvrier (1892) (11) la establecieron en 2 cm. en sus estudios sobre población portuguesa y francesa respectivamente, y dada la indudable afinidad entre población española y portuguesa en este proyecto se podría establecer esta diferencia en 2 cm. más de la estatura del cadáver con respecto al sujeto vivo.

## Objetivos

El presente estudio persigue los siguientes objetivos:

- Proporcionar un método nuevo y aplicable de estimación de la estatura a partir de la longitud de la tibia, que consiste en:
  - fórmula regresiva general, que permita obtener una estimación de la estatura general (para cuando se desconozca el sexo del resto encontrado o haya dudas sobre el mismo) utilizando la longitud de la tibia como variable.
  - fórmulas regresivas por sexos, que permitan obtener una estimación de la estatura en hombres y en mujeres pertenecientes a población española actual, utilizando la longitud de la tibia como variable.
  - tablas de consulta para ambos sexos, que permiten una consulta rápida de la estatura según la longitud del hueso.
- Diseñar y desarrollar un nuevo instrumento de medida de la tibia, para el que no sea necesaria su extracción del cadáver, y evitar una desfiguración del mismo.
- Relacionar dos parámetros de gran importancia antropológica como son la estatura y la edad.
- Ofrecer una visión general del comportamiento sobre la población española de diferentes métodos clásicos y modernos de estimación de la estatura en base a la longitud de la tibia.

**REVISIÓN ANATÓMICA**

En la tibia, como en el resto de huesos largos, cabe distinguir 4 partes (69):

- Epífisis o extremo articular, revestidas con cartílago hialino.
- Metáfisis o zona de crecimiento.
- Diáfisis. Se encuentra entre los extremos articulares. En el centro se encuentra la cavidad medular, que contiene médula ósea amarilla en los adultos.
- Apófisis o zonas de inserción muscular.

Igualmente, encontramos (figura 5):

Osteonas (ó Sistema de Havers): que constituyen la capa exterior de la masa sólida (hueso compacto) de los huesos maduros. En la tibia, al tratarse de un hueso largo, forman cilindros que recorren la longitud de la diáfisis craneocaudalmente. Cada osteona consta de 4 a 20 laminillas concéntricas dispuestas alrededor de grupos de vasos sanguíneos.

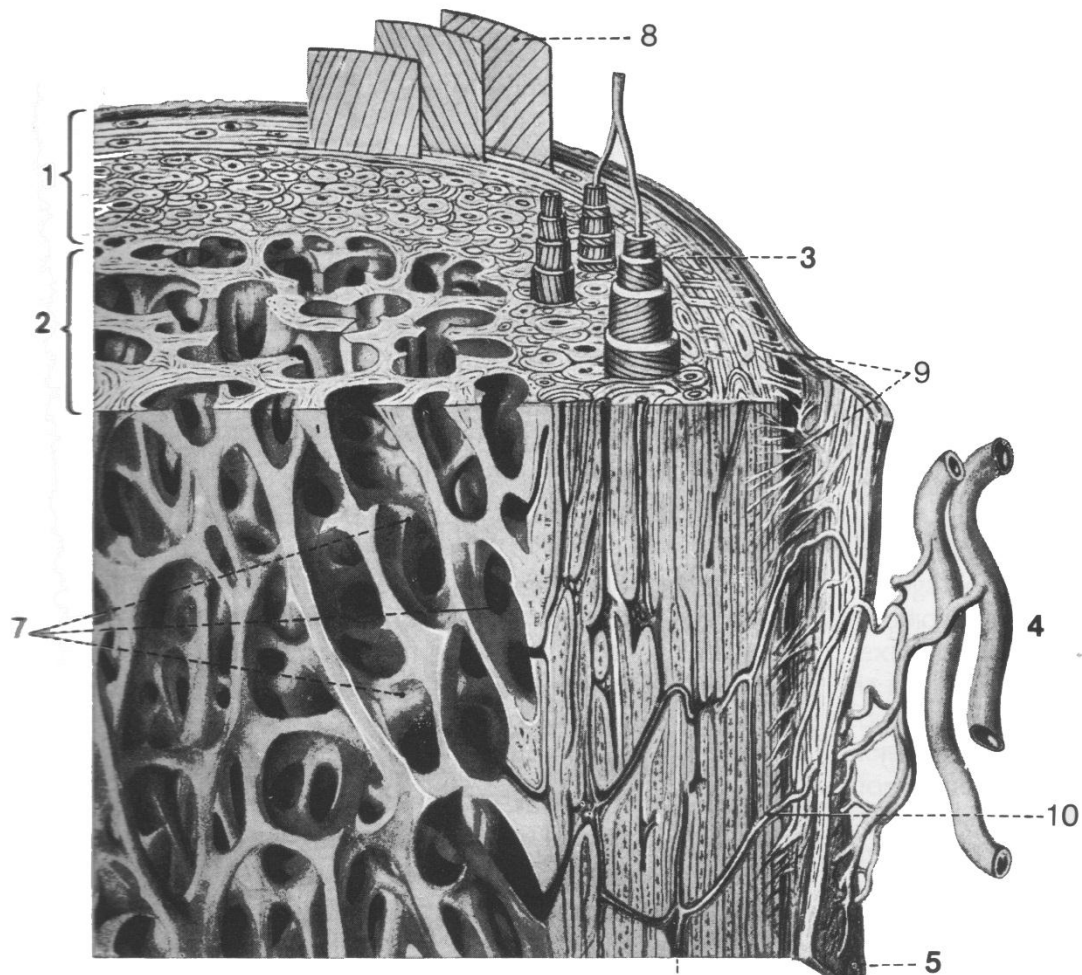
Los vasos sanguíneos, penetran separadamente en diáfisis, metáfisis y epífisis, de modo que las arterias nutricias que penetran en la diáfisis, perforan el hueso compacto a través de conductos propios. Los vasos sanguíneos forman una extensa red de vascularización. Los vasos longitudinales del interior de los conductos centrales (canales de Havers) de las osteonas, están conectados con la red vascular del periostio a través de los canales perforantes o de Volkmann.

El periostio recubre totalmente al hueso, excepto por las zonas articulares y tiene dos capas:

- Osteogénica, es la capa más en contacto con el hueso y es rica en osteoblastos (células generadoras de tejido óseo) en el hueso joven, no tanto en adultos.
- Fibrosa, es la capa más externa y está formada por fibras colagenoplexiformes. Le proporciona resistencia al hueso a la flexión y facilita la inserción de músculos, tendones y ligamentos.

Inmediatamente debajo del periostio encontramos una capa ósea densa que puede llegar a ser de hasta 3 mm en la diáfisis de la tibia llamada capa compacta (substantia compacta). Bajo ésta, encontramos la capa esponjosa (substantia spongiosa), que consta

de trabéculas óseas que están en los extremos articulares y partes adyacentes de la diáfisis tibial.



1. Compacta (substantia compacta)
2. Esponjosa (substantia spongiosa trabecularis)
3. Osteona
4. Vasos sanguíneos
5. Periostio
6. Canal central (canal de Havers)
7. Canales de Havers ensanchados en la esponjosa
8. Láminas generales externas
9. Fibras perforantes (fibras de Sharpey)
10. Vaso sanguíneo que penetra en un <<canal de Volkmann>>, procedente del periostio

Figura 5: Detalle de la estructura del hueso. Imagen tomada de *Anatomía con orientación clínica*.

(H. Lippert, 2006) (69)

Macrocópicamente, podemos decir que la tibia es el segundo hueso más largo del esqueleto humano. Se articula con el fémur en la parte proximal y con el astrágalo en la parte distal. También se articula con el peroné en ambos extremos, el proximal y el distal. (2)

En su epífisis proximal consta de dos superficies articulares para su articulación con el fémur. Ambas superficies están separadas por la eminencia intercondílea. En su diáfisis, en su cara anterior se encuentra la tuberosidad anterior de la tibia, que tiene continuación con la cresta anterior. En la parte posterior de la diáfisis se encuentra la línea oblicua del sóleo ó línea poplítea y el orificio nutricio. En su extremo distal, está el maléolo tibial o medial y la superficie articular inferior tibial (figuras 6 y 7) (7).

Según Krenzer (2006) la tibia posee cinco centros de osificación distribuidas de la siguiente manera: uno para cada epífisis (proximal y distal) y uno para cada una de estas partes: diáfisis, tuberosidad y maléolo medial. A partir de un centro primario que aparece hacia las 7 u 8 semanas de vida intrauterina y que se encuentra en el centro de la diáfisis de la tibia, ésta inicia su proceso de osificación. La epífisis proximal inicia su fusión entre los 13 y 17 años en las mujeres y entre los 15 y 19 en los hombres. Este proceso culmina alrededor de los 20 años. La distal en las mujeres fusiona entre los 14 y 16 años y entre los 15 y 18 en los hombres y finaliza su fusión entre los 18 y 20 años (2). La tuberosidad tibial se fusiona hacia los 19 años aproximadamente. (4)

A.

B.



**Figura 6: Tibia y peroné izquierdos articulados. A: vista anterior; B: vista posterior.**

**Colección Sánchez-Belmonte.**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Cóndilo medial de la tibia                     | 8. Maléolo tibial (interno)                  |
| 2. Cóndilo lateral de la tibia.                   | 9. Maléolo peroneal (externo)                |
| 3. Articulación peroneotibial proximal (superior) | 10. Superficie articular inferior tibial     |
| 4. Tuberosidad anterior de la tibia               | 11. Espina de la tibia                       |
| 5. Cabeza del peroné                              | 12. Línea oblicua del sóleo de la tibia      |
| 6. Diáfisis de la tibia(6A cresta anterior)       | 13. Orificio nutricio                        |
| 7. Diáfisis del peroné                            | 14. Superficie articular maleolar del peroné |



**Figura 7: Detalle de la meseta tibial y de la eminencia intercondílea. Colección Sánchez-Belmonte.**



En la figura 8 se observan las distintas fases del crecimiento de la tibia: su crecimiento progresivo en longitud y la fusión de los extremos epifisarios.(70)



**Figura 8:** Estadíos de crecimiento para la tibia humana izquierda, cara anterior. Pertenecen a individuos (de derecha a izquierda) de 1,6 años, 6 años, 10 años, 12 años y 18 años. Imagen tomada de *The Human Bone Manual* (White y Folkens, 2005) (70)

En la figura 9, se muestra el desarrollo y el proceso de osificación de la tibia (71):

a) comienzo cartilaginoso;

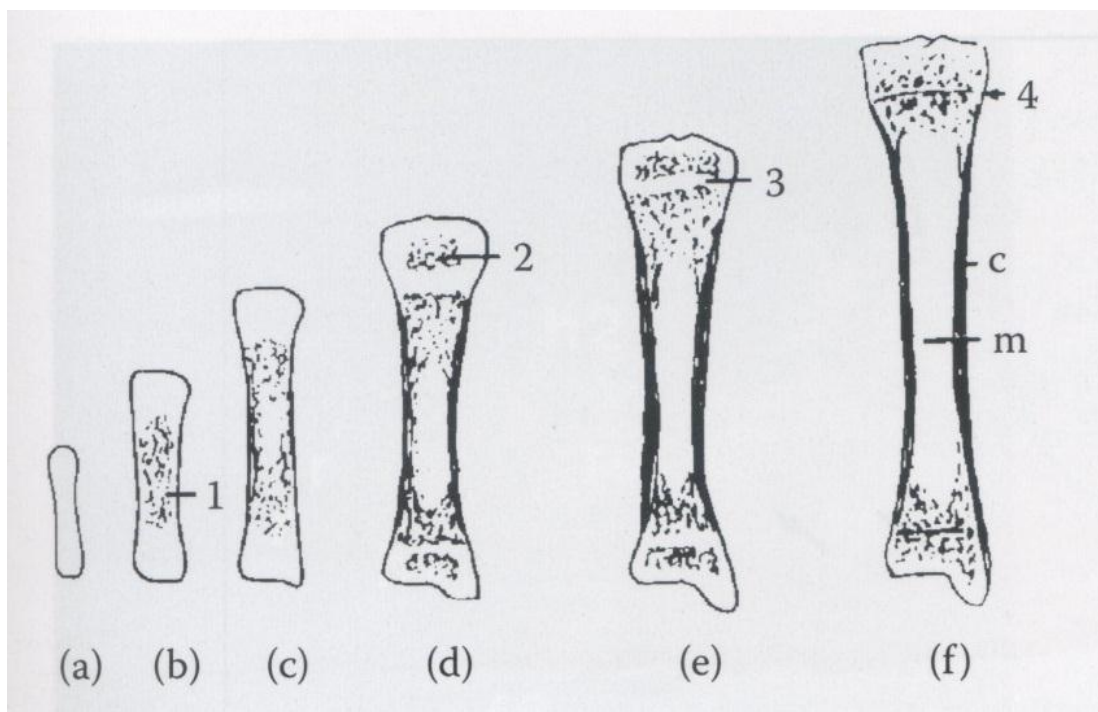
b)(1), aparición del centro primario de osificación en el eje de la diáfisis;

c)el centro primario comienza su reorganización hacia el cortex, la médula y metáfisis (extremo distal del eje);

d) (2)aparición del segundo centro de osificación o epífisis, la diáfisis y la metáfisis continúan su desarrollo y maduración;

e)médula y cortex están bien diferenciadas; la epífisis continua su desarrollo en longitud, que tiene lugar en la placa cartilaginosa epifisaria (3);

f) la epífisis (4) concluye su osificación, y por tanto, cesa el crecimiento; el hueso ya tiene forma adulta, canal medular (m) y el cortex (c) bien definido.



**Figura 9: Desarrollo y proceso de osificación de la tibia. Imagen tomada de *Brogdon's Forensic Radiology* (Thali, Viner y Brodgon, 2011) (71)**

**LÍNEAS DE HARRIS**

El anatomista galés Henry Albert Harris (1886-1968), describió entre 1931 y 1933, mediante el uso de Rayos X, unas líneas radiopacas horizontales que aparecían en el esqueleto inmaduro en las zonas metafisarias, y paralelas al cartílago epifisario de los huesos largos, sobre todo en la tibia en su extremo distal (9), aunque recientemente se han descrito también en las crestas ilíacas (72). A estas líneas se les ha dado el nombre de Líneas de Harris y se han relacionado con períodos de detención del crecimiento durante la infancia y adolescencia en períodos de carencia nutricional, enfermedades crónicas u otras situaciones de estrés fisiológico tras las cuales el crecimiento se reanuda posteriormente con deposición de hueso nuevo que se calcifica, con lo que se produce un desequilibrio temporal del recambio óseo (73). De forma más concreta, se ha relacionado con gripe, sarampión, estados de inanición, deficiencias vitamínicas, proceso quirúrgicos y estrés emocional entre otros factores. (74).

Por tanto, no vuelven a formarse una vez que el hueso interrumpe su crecimiento y persisten a lo largo de toda la vida del individuo salvo algunas excepciones como por ejemplo en caso de fractura de un hueso largo en que la osteoporosis resultante puede eliminar las líneas de Harris, que no reaparecerán cuando la densidad normal del hueso se restablezca (75).

Así pues, representan intervalos de desarrollo acelerado y detención del crecimiento del hueso, que no altera la longitud final del mismo, ni por tanto, la estatura del individuo. Su espesor es variable, rara vez exceden de 0,5 mm, siendo más espesas en las zonas de crecimiento más rápido, esto es, extremos distales de fémur y tibia. La distancia entre las líneas varía de 1-10 mm. (9) y la distancia de cualquier línea al extremo del hueso indica la longitud que tenía el hueso en el momento en que la línea se produjo y, por tanto, es posible estimar la edad en la que apareció y relacionarlo con algún momento de enfermedad.(75)

Según la dificultad de detección, Maat (1984) divide las líneas en (76): Tipo I o detectables sólo bajo cuidadosa inspección; Tipo II o líneas moderadas; y Tipo III o líneas marcadas.

La existencia de líneas de Harris en la tibia u otro hueso largo se ha relacionado con la existencia de hipoplasia del esmalte dental (surcos irregulares o líneas opacas o de pigmentación más oscura en la superficie del diente) (75), aunque algunos autores afirman que si en los huesos largos de un individuo existe dicha variación ósea, no tiene por qué haber hipoplasia dental. (9)

En la figura 10 pueden observarse líneas de Harris en el extremo distal de la tibia. En la figura 11 se muestran dos tibias sin líneas de Harris.



**Figura 10: líneas de Harris en el extremo distal de la tibia (colección Sánchez-Belmonte)**



**Figura 11: ausencia de líneas de Harris (colección Sánchez-Belmonte)**

**MATERIAL**

Se han obtenido las medidas generales de la estatura y la longitud máxima de la tibia (medida 1.b de Martin, [77]) de 167 cadáveres masculinos y 60 femeninos, de edades comprendidas entre los 21 y los 80 años, a los que se les ha practicado autopsia médico-legal en los Institutos de Medicina Legal de Almería y Granada (tablas 15-18 y Gráficos 11-18). A través del estudio de los apellidos hasta la tercera generación, se ha acreditado el origen peninsular de la muestra con objeto de homogeneizarla, y no se han incluido a aquellas personas no originarias de la Península Ibérica.

Se dispone además de los antecedentes médicos para descartar aquellos sujetos que hubieran padecido patologías que afectaran al crecimiento, o patologías antiguas o recientes del sistema esquelético, que pudieran alterar el rigor del procedimiento y falsear la medida de la estatura o de la tibia. De igual forma, se han descartado a aquellos sujetos menores de 21 años, puesto que es en torno a esta edad cuando se consideran cerradas las metafisis de crecimiento óseo y el sujeto ha alcanzado su estatura definitiva (4,9). También han sido descartados los mayores de 80 años, para evitar el sesgo en la medida de la estatura, derivada de patologías degenerativas comunes a partir de esta edad (78,79). Por otro lado, la estatura del cadáver ha sido tomada pasadas las 24 h de la muerte, cuando la rigidez cadavérica empieza a resolverse y vuelve a ser vencible pero aún no ha desaparecido del todo. Con ello se ha evitado el estado de rigidez máxima, que puede alterar la medida (67,80,81,82). Los cadáveres con inicio de putrefacción o putrefactos tampoco se han medido, puesto que la rigidez en estos casos está totalmente resuelta y el cadáver posee una excesiva laxitud, que también puede alterar la estatura (80,83).

No obstante, al ser la rigidez cadavérica un fenómeno variable que depende de muchos factores, se ha evaluado siempre a la hora de tomar la talla el estado de rigidez del cadáver, y se han descartado todos aquellos que no estuvieran en condiciones óptimas para proporcionar una medida precisa.

Por lo tanto, no se incluyen en la muestra:

- los cadáveres de personas con traumatismos craneales, vertebrales o en las extremidades, que afecten a la continuidad de los huesos, ya que pueden falsear la medición de la estatura;

- cadáveres con patologías osteo-articulares que conlleven una posible alteración de la talla;
- aquellos casos de patología previa que pudiera haber afectado al crecimiento (hipotiroidismo, gigantismo, etc.);
- sujetos que no pertenezcan a población española;
- sujetos cuyas edades no estén comprendidas entre 21 y 80 años.
- cadáveres putrefactos o sin signos de rigidez.

La medida de la estatura se ha tomado con el cadáver en decúbito supino, desde el vértex al talón (línea perpendicular al eje horizontal). La longitud de la tibia se ha tomado desde el cóndilo lateral hasta el maléolo tibial (interno), y corresponde a la medida nº 1.b de Martin para la tibia (figura 12) (77). Se mide indistintamente la tibia derecha o izquierda por considerarse despreciable la diferencia entre ambas y que por tanto no influye en los resultados finales. (1, 18 21, 24)

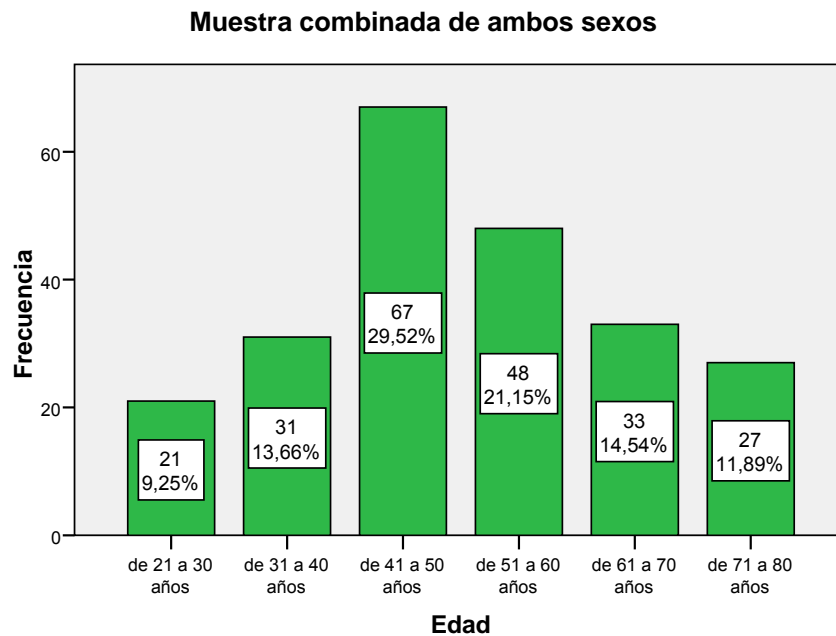


Figura 12: Medida de la tibia (colección Sánchez - Belmonte)

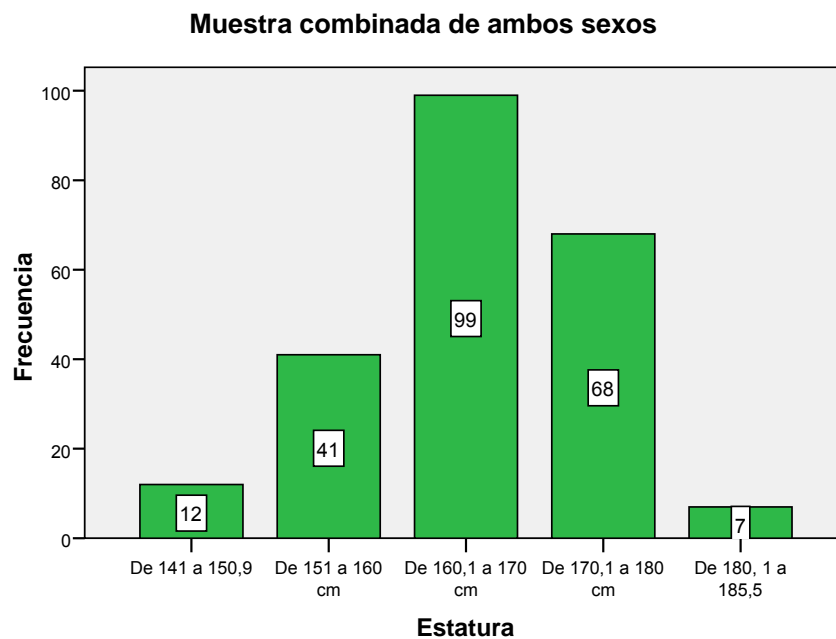


A continuación se detalla la distribución de la muestra conjunta en relación a la edad (gráfico 11) y estatura (gráfico 12) y separada por sexos relacionados con la edad (gráfico 13) y estatura (gráfico 14) mediante diagrama de barras (generados mediante el programa SPSS 15.0):

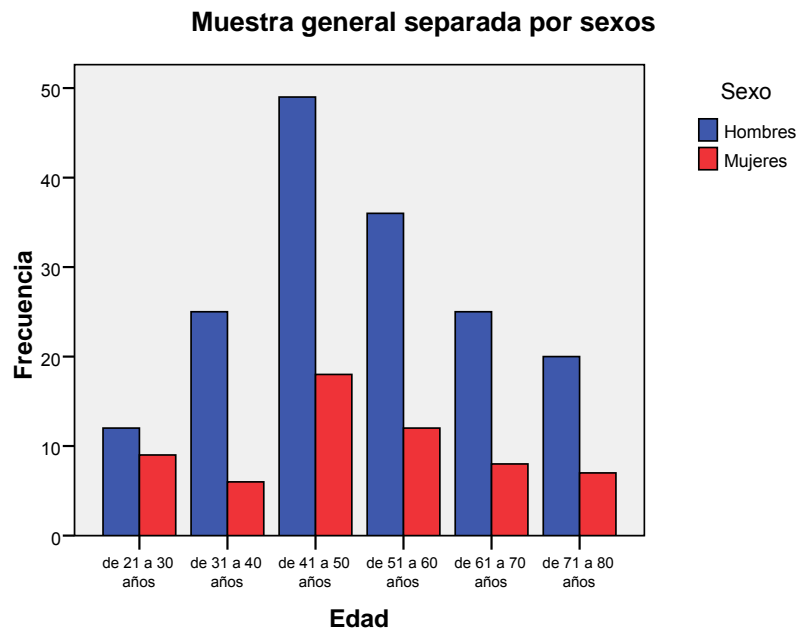
**Gráfico 11: diagrama de barras para la edad**



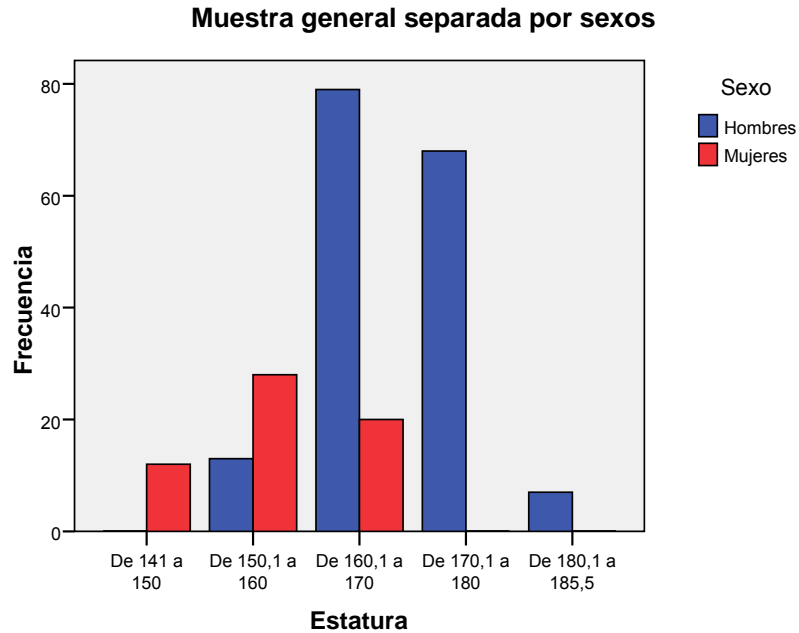
**Gráfico 12: diagrama de barras para la estatura**



**Gráfico 13: diagrama de barras para la edad**



**Gráfico 14: diagrama de barras para la estatura**



Estadísticos descriptivos de la muestra total:

**Tabla 15: Sexo de la muestra**

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Hombres	167	73,6	73,6	73,6
Mujeres	60	26,4	26,4	100,0
Total	227	100,0	100,0	

**Tabla 16: Estadísticos descriptivos (muestra total)**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad	227	21	80	50,41	14,529
Estatura	227	141,00	185,50	165,7595	8,38628
Tibia	227	29,00	43,20	35,6559	2,73695

Estadísticos descriptivos de la muestra total, separada por sexos:

## **SERIE MASCULINA**

**Tabla 17: Estadísticos descriptivos (serie masculina)**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad	167	21	80	50,81	14,255
Estatura	167	151,00	185,50	168,9455	6,53688
Tibia	167	30,40	43,20	36,4737	2,43702

Gráfico 15

Gráfico de barras para la edad. Serie Masculina

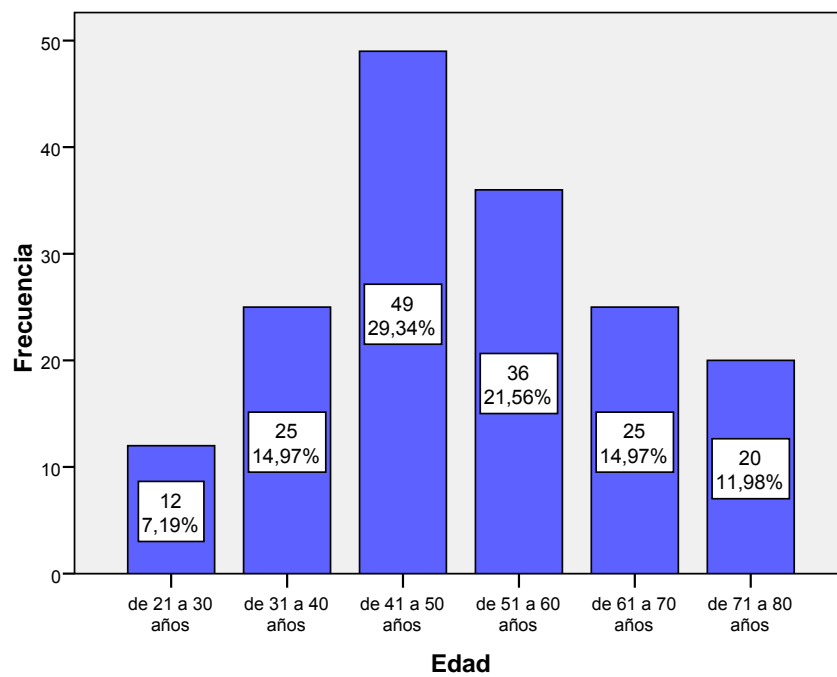
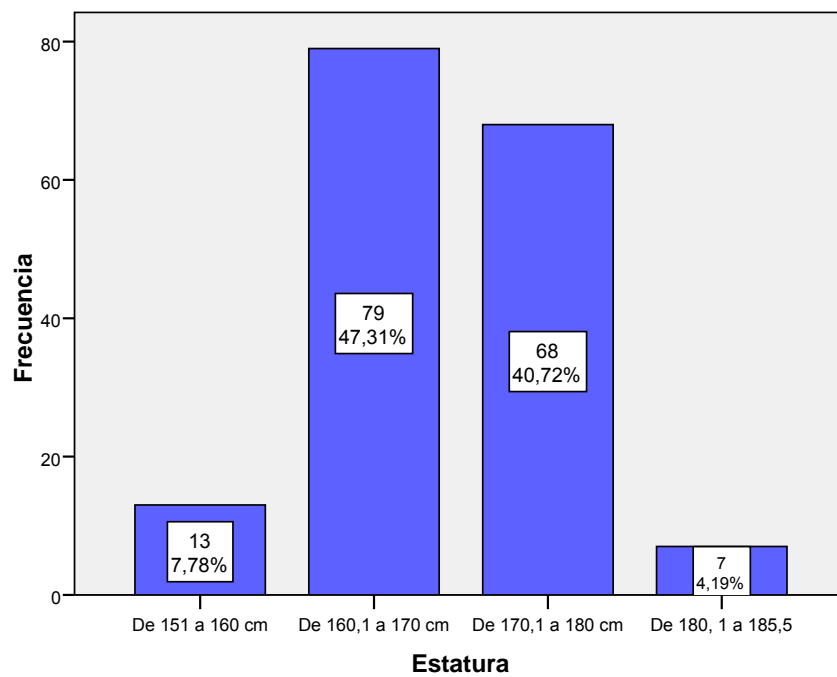


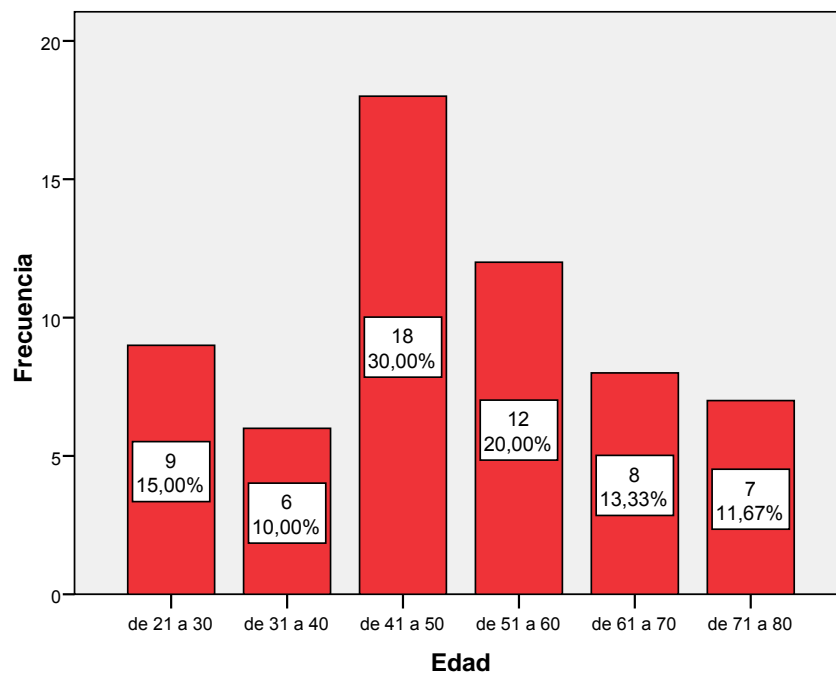
Gráfico 16

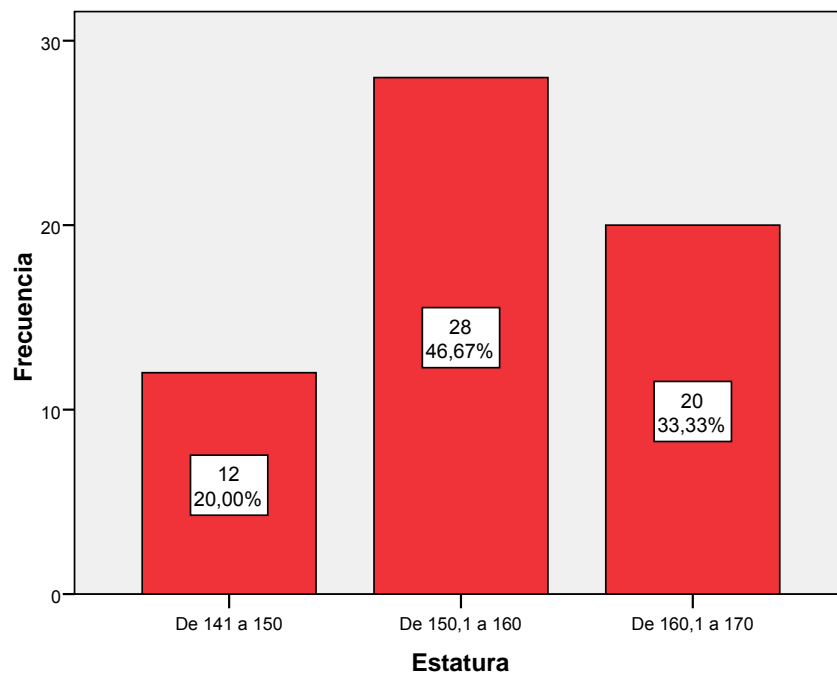
Gráfico de barras para la estatura. Serie Masculina



**SERIE FEMENINA****Tabla 18: Estadísticos descriptivos (serie femenina)**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Edad	60	21	80	49,27	15,333
Estatura	60	141,00	169,40	156,8917	6,36160
Tibia	60	29,00	37,90	33,3800	2,19628

**Gráfico 17****Gráfico de barras para la edad. Serie Femenina**

**Gráfico 18****Gráfico de barras para la estatura. Serie Femenina**

## **MÉTODOS**

Tras la firma del consentimiento informado por parte de un familiar del cadáver, se procedió a la medición de la estatura del mismo y de la longitud de la tibia.

▪ *Técnica de medición de la estatura (imágenes Anexo 3):*

La estatura del cadáver (en centímetros) se ha obtenido mediante un tallímetro (escala de 0 a 200cm.) adaptado a la mesa de autopsia (Marca G.T. Lab.) diseñado para tallar los cadáveres judiciales. La mesa dispone de baldas transversales movibles que se han utilizado para acotar los puntos entre los que se efectúa la medida (desde el vértex al talón).

Los cadáveres se colocaron en decúbito supino sobre la mesa de autopsias, totalmente alineado (sin diagonalidad), y con el dorso uniformemente apoyado sobre varias baldas movibles transversales que se distribuyeron uniformemente para dar estabilidad a la postura en las zonas de apoyo (región escapular, dorsal, glútea, muslos, gemelos y talón), además de las baldas que se usaron para acotar y que realizaron una función de apoyo y estabilidad en la cabeza y el talón.

Habitualmente los cadáveres autopsiados se encuentran en fases de ausencia de rigidez o en fase de lisis (rigidez vencible). En este último caso, cuando el cadáver mantiene cierto grado de rigidez, hemos procedido a vencerla suavemente a fin de no dañar las articulaciones. Esto es especialmente importante a nivel de la articulación de la rodilla (rigidez en flexión) y del tobillo (rigidez en flexión plantar), para evitar una flexión de la misma que pueda alterar la medida.

▪ *Técnica de medición de la tibia (imágenes Anexos 4 y 5):*

Se ha tomado la medida 1.b de Martin [77] de la tibia del lado izquierdo o del derecho (en centímetros), preferentemente del lado izquierdo. En los casos en los que el miembro inferior izquierdo no estuviera en condiciones de ser medido (fractura de huesos largos distales, amputación o patología previa en ese miembro), se ha tomado la del lado derecho. Para ello se han realizado dos incisiones en el miembro inferior, una para abordar la meseta tibial externa y otra para abordar el maléolo tibial en la cara interna del tobillo (Anexo A) y se ha utilizado como instrumento de medida un calibre especialmente adaptado para efectuar dicha medida. (Anexos 1 y 2)



A continuación describimos el procedimiento quirúrgico utilizado y el instrumento de medida.

▪ *1.-Descripción del instrumento de medida:*

Se ha fabricado un instrumento de medida en acero inoxidable (calibre adaptado) mediante varias fases; en primer lugar se diseñó un modelo experimental en madera (imágenes Anexo 1) cuya finalidad era tomar medidas desalineadas, dado que el cóndilo tibial externo y el maléolo interno no se encuentran en la misma línea, sino que existe una lateralidad variable entre ambos puntos que hay que salvar para efectuar la medida en línea recta.

Igualmente debe existir un movimiento craneocaudal del aparato que permita medir tibias de diferentes longitudes acortando o alargando los puntos (láminas) que efectúan la medida. Finalmente y dado que existe una variabilidad también anteroposterior (grosor de la rodilla, y del tobillo, características del empeine, etc.), el aparato debe permitir este tipo de desplazamiento, que se ha logrado dándole una longitud suficiente a las láminas que efectúan la medida.

Tras experimentar con el aparato en madera se observó la necesidad de darle robustez y estabilidad al procedimiento, puesto que la madera producía movimientos indeseados de todo el sistema y de sus uniones, además de ser más imprecisas las escalas acopladas al mismo.

Por los motivos expuestos, se procedió a la mejora y perfeccionamiento del diseño acoplando a uno de los extremos de un calibre industrial (modelo Tesa) de 60 cm de longitud total, un sistema de corredera (de 40 cm.) y en el otro una parte fija (de 20 cm.). De ambas partes (corredera y fija) penden sendas láminas de acero (pletinas) en ángulo recto de 14 cm. por 4 cm. para su introducción en las cavidades articulares diseccionadas y acoplamiento a los puntos descritos en la medida b de Martin.

El calibre permite desplazar craneocaudalmente la corredera (y su lámina respectiva) y medir la longitud de la tibia.

La corredera superior tiene un desplazamiento lateral para acoplar las láminas según sea la distancia lateral entre el cóndilo tibial y el maléolo tibial, la longitud de la lámina ya descrita permite desplazar todo el aparato en dirección anteroposterior para salvar los problemas de grosor de rodilla , empeine, etc., antes referido. (imágenes Anexo 2)

Este sistema, al ser íntegramente de acero inoxidable, tanto el calibre como las correderas y láminas, es robusto y estable e imposibilita desplazamientos no deseados. El sistema en su conjunto requiere el acople de un nivel básico para asegurar su correcto nivelado. Además es lavable y pueden emplearse de productos químicos de desinfección (instrunet, etc.)(imágenes Anexo 5)

La amplitud de la corredera permite su acoplamiento tanto a la pierna derecha como a la izquierda.

## *2.- Técnica de abordaje articular*

Se han relizado unas incisiones lo más pequeñas y lo menos traumáticas posibles, que permitan la introducción de las láminas en la articulación de la rodilla y del tobillo. Estas incisiones proporcionan un abordaje directo al lugar que se pretende, y al no ser necesario respetar estructuras anatómicas de tipo vascular, ligamentario, nervioso, etc., se decidió que fuesen directamente sobre los puntos mencionados, ambas en sentido anteroposterior (anatómicamente hablando) (Imágenes Anexo A)

A nivel de la rodilla hay que considerar que para abordar el compartimento externo de la articulación (cóndilo tibial externo) resulta muy difícil en el cadáver palpar la interlínea articular, debido a la dificultad con que nos encontramos en la sala de autopsias para flexionar la rodilla del cadáver (rigidez residual, “empastamiento” de los tejidos, etc.), que dificultan esta operación. Por tanto, se decidió tomar como punto de referencia el polo inferior de la rótula desde el cual se rodea la rodilla con una cinta métrica. A nivel lateral externo, en su mitad aproximadamente medimos 2 cm en dirección caudal y marcamos con rotulador. En este punto practicamos una incisión de unos 3 cm que después puede ampliarse según necesidad (mayor tejido graso, etc.); dicha incisión permite acceder fácilmente a la interlínea articular e incluso, mediante

separadores, corregir posibles desplazamientos pequeños que pueda haber en la localización de la interlínea.

Forzando la rodilla en varo conseguimos ver el espacio articular que incidimos. En ocasiones, queda suficiente apertura entre el menisco y el cartílago tibial para introducir la lámina, pero en otras es necesario extirpar el menisco externo para acceder más fácilmente a dicha cavidad articular.

A nivel del tobillo, se palpa el maléolo tibial y se incide en su extremo distal, liberando la zona de tejidos, tendones y ligamentos.

Una vez efectuadas ambas incisiones, se coloca el aparato introduciendo las láminas en sus respectivos puntos y se ajusta en los tres ejes hasta su acoplamiento perfecto; se nivela (con un nivel básico) y se lee la medición efectuada.

Este procedimiento descrito no altera anatómicamente el cadáver, no es traumático (no extrae el hueso fuera del cadáver para medirlo) y permite una sencilla reconstrucción por medio de dos pequeñas suturas, apenas visibles en la incisiones practicadas.

- *Método estadístico:*

Los datos obtenidos (medida de la estatura y de la tibia), se han introducido en el programa SPSS 15.0 para su posterior análisis. La muestra original era de 171 casos para la serie masculina y 62 casos para la femenina, y se han eliminado del análisis aquellos en los que el residuo tipificado (diferencia entre valores observados y valores pronosticados) es mayor a 1,96, que corresponde a casos situados en los extremos de la distribución normal predeterminados en el programa estadístico y que por tanto, introducían error en la muestra, ya que poseen residuos grandes en valor absoluto; es decir, son casos atípicos, y son 4 en hombres y 2 en mujeres. La muestra final queda constituida por 167 hombres y 60 mujeres.

Mediante el programa SPSS 15.0, se ha utilizado la regresión, que es una técnica estadística que estudia la relación existente entre dos o más variables y que por tanto se puede emplear para construir un modelo que permita predecir el comportamiento de una variable dada con respecto a otra. Existen varios modelos de regresión para estudiar esta relación, como el modelo lineal, modelo logarítmico, modelo cuadrático, modelo cúbico, etc. y cada uno proporciona una ecuación o fórmula de regresión en la que, sustituyendo el valor de una variable llamada *independiente o predictora* (X), se puede predecir el valor de otra variable llamada *dependiente* (Y); y un coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ), que mide el grado de relación existente entre las variables, así pues, a medida que su valor sea más próximo a 1 (en caso de asociación positiva, como es el nuestro) o a -1 (en caso de asociación negativa), mayor es el grado de correlación entre los datos. (84, 85, 86)

En este trabajo se ha elegido el método de regresión lineal al proporcionar mejores valores de  $r$ , tanto en la serie masculina como en la femenina, pero sobre todo por ser la variante del método más sencilla de aplicar.

Al emplear una variable para predecir el comportamiento de otra, se trata de un modelo de regresión lineal simple (puesto que  $x$  e  $y$  se relacionan mediante una línea recta) y univariable (puesto que  $y$  se relaciona con una sola variable) (87)

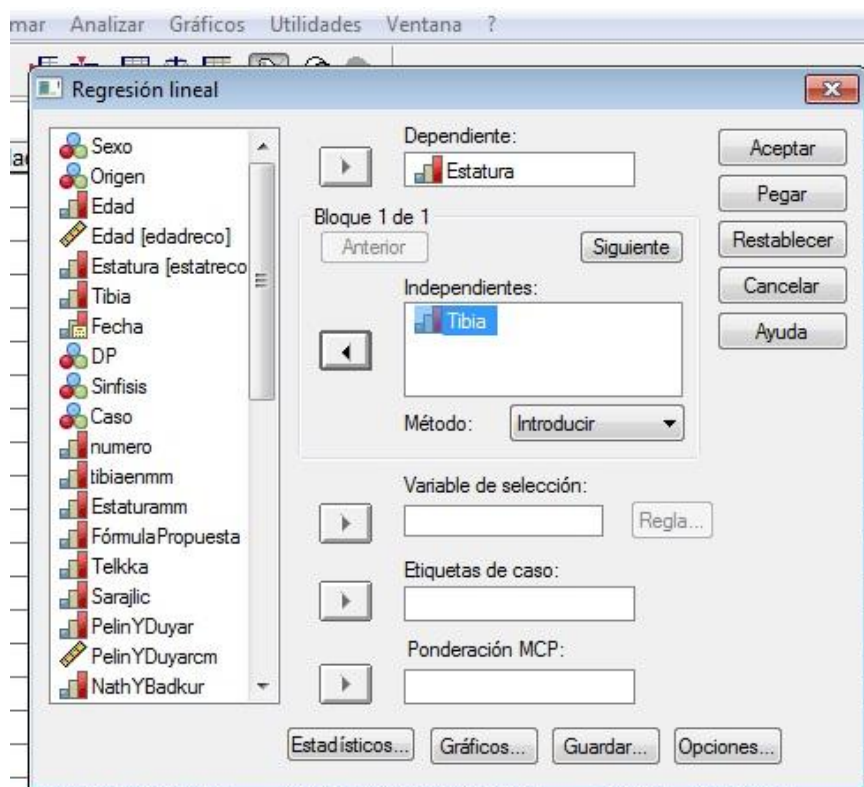
El parámetro estadístico Durbin-Watson, proporciona información sobre el grado de independencia que existe entre los residuos (o diferencias entre los valores observados y los pronosticados). Cuando su valor oscila entre 1,5 y 2,5 se puede decir

que los residuos son independientes, que es un requisito que debe cumplir el modelo de regresión lineal que pretenda realizar buenos pronósticos de la variable dependiente.

Basándonos en los datos recogidos e introducidos en el programa estadístico, se ha calculado el valor de la variable dependiente que es la estatura (variable  $y$ ), a través de la variable independiente que es la longitud de la tibia (variable  $x$ ) (figura 19). Para ello, como se ha mencionado anteriormente, se ha realizado una regresión lineal simple, univariable, general y por grupos (para cada sexo).

Figura 19: subcuadro de diálogo (SPSS 15.0).

Regresión lineal. Variable dependiente e independiente

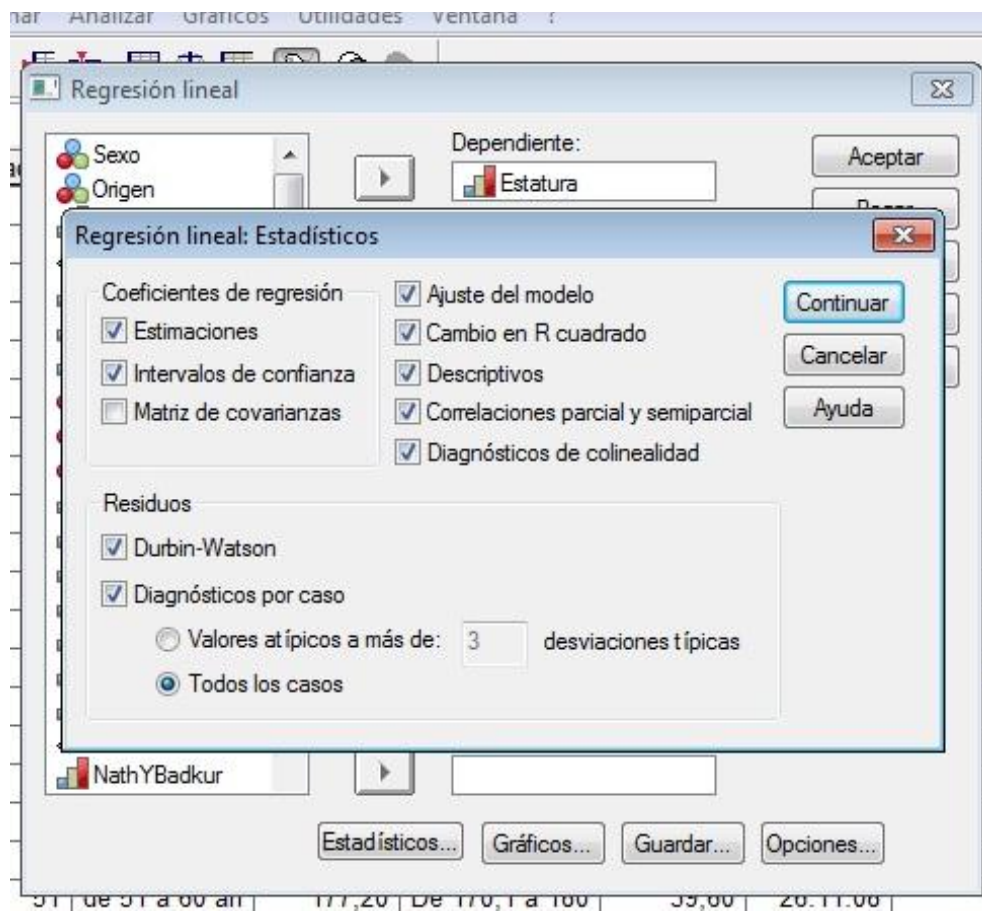


También se han calculado los parámetros estadísticos (coeficientes de regresión y residuos) (figura 20), y se ha aplicado la  $t$  de Student (test de comparación de dos medias para variables normales).

Los coeficientes de Regresión son: la pendiente ( $b$ ) y la altura en el origen ( $a$ ). La pendiente nos indica el aumento que experimenta la variable  $y$  (estatura) por cada

unidad de aumento de  $x$  (longitud de la tibia) y la ordenada o altura en el origen nos indica el punto de corte de la recta de regresión con el eje de ordenadas (vertical). Los residuos son las diferencias entre las estaturas reales y las estimadas mediante regresión para cada sujeto.

Figura 20: subcuadro de diálogo (SPSS 15.0).  
Regresión lineal; Estadísticos.



La fórmula regresiva que hemos aplicado es la siguiente (5, 82):

$$y = a + bx \pm t_{n-2} \frac{\alpha}{2} S \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{\mu})^2}{nS^2x}}$$

Donde:

$y$  = estatura

$a$  = ordenada en el origen

$b$  = pendiente

$x$  = longitud de la tibia

$t_{n-2} \frac{\alpha}{2}$  = T de Student

$S$  = error estándar de la estimación

$\sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x-\bar{\mu})^2}{nS^2x}}$  = desviación típica para cada caso

Mediante esta fórmula se halla una estatura estimada ( $y$ ) que depende de la longitud de la tibia ( $x$ ).

El valor de la expresión  $\sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x-\bar{\mu})^2}{nS^2x}}$  es prácticamente igual a 1, y el valor de la T de Student ha sido consultado en las tablas para 2 grados de libertad, para una muestra de este tamaño y para una seguridad del 95% ( $p < 0,05$ ) y es de 1,96 (5,84). Con lo cual, el valor de la expresión  $t_{n-2} \frac{\alpha}{2}$  puede redondearse a 2 para simplificar el cálculo.

La expresión matemática queda simplificada de la siguiente manera:

$$y = a + bx \pm 2S$$

Esta es la fórmula regresiva con la que obtenemos valores de estimación de la estatura (variable  $y$ ) a través de la medida de la tibia (variable  $x$ ) en la muestra total, en hombres y en mujeres.

Para obtener las tablas de consulta, se ha realizado el proceso inverso al de estimación de la estatura (variable  $y$ ); es decir, con una estatura (en cm.) conocida se ha hallado la longitud de la tibia (variable  $x$ ) mediante las fórmulas de regresión obtenidas, sin aplicar el diferencial ( $\pm 2S$ ) para simplificar el cálculo. Para aumentar el nivel de aplicabilidad y pragmatismo del método, del valor de  $x$  obtenido se han eliminado las centésimas mediante aproximación, para dejar un valor en centímetros con una décima.

La expresión matemática es la siguiente:

$$x = (y-a) / b$$

Este procedimiento se llama Calibración Lineal.



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

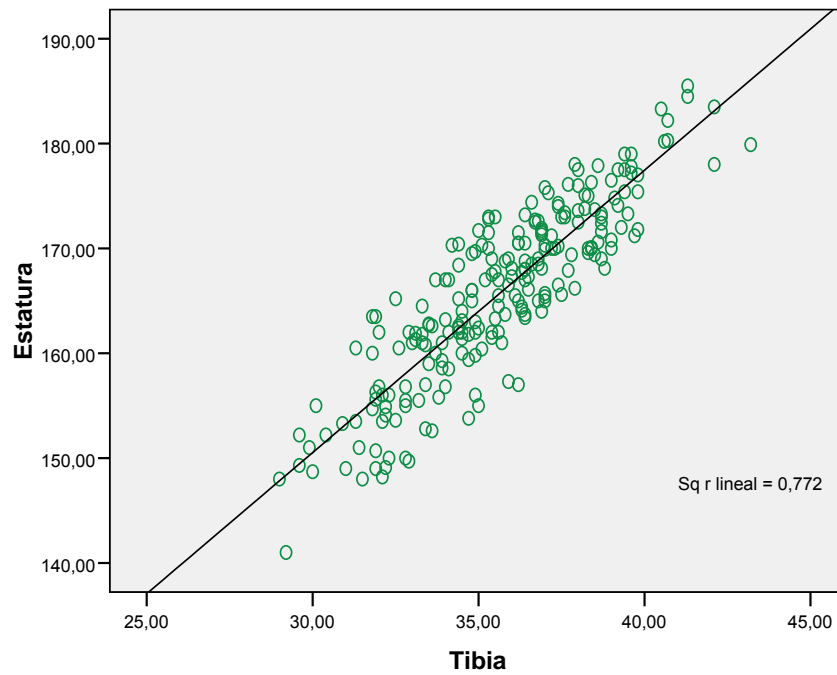
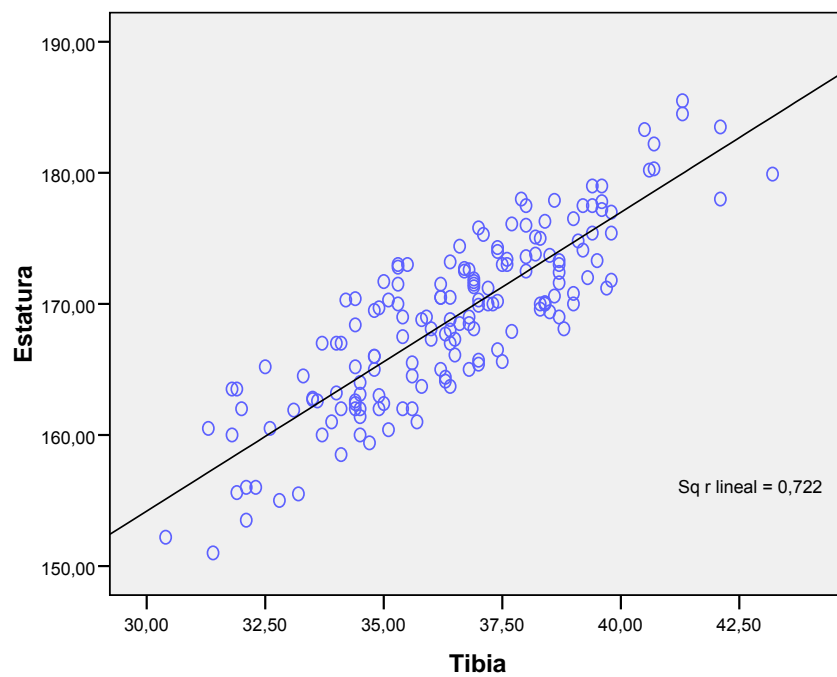
Se han analizado estadísticamente las medidas de la estatura y de la tibia (longitud máxima) tomadas de los 167 hombres y de las 60 mujeres. Los parámetros estadísticos básicos obtenidos se recogen en las tablas 19-30.

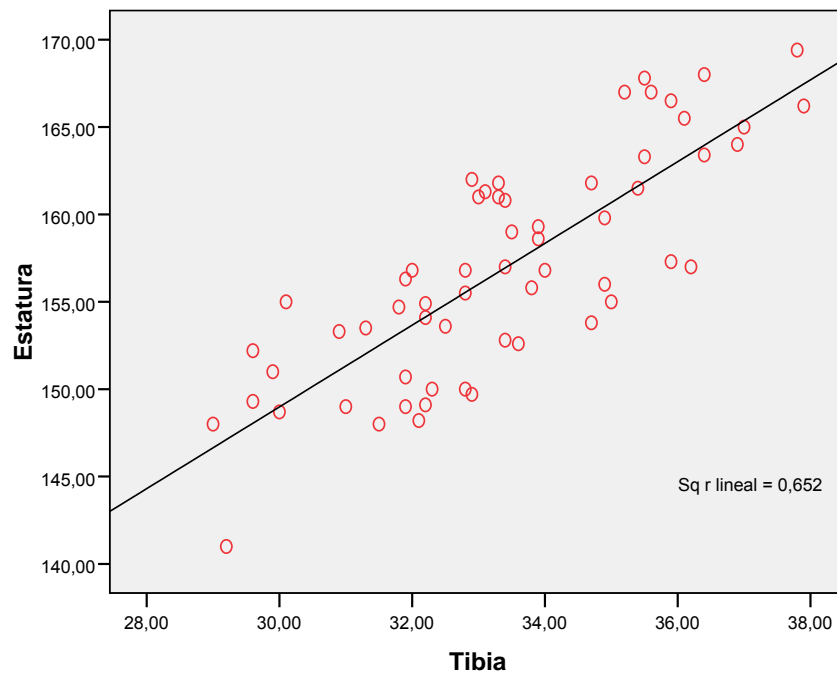
Posteriormente se ha aplicado un análisis de correlación, en el que se ha elegido el modelo de regresión lineal por ser el que proporciona mejores datos de la relación entre la variable independiente (longitud de la tibia) y la dependiente (estatura).

Se ha obtenido un coeficiente de correlación de **Pearson ( $r$ )** de 0,879 para la muestra total (tabla 20), 0,850 para hombres (tabla 24) y 0,808 para mujeres (tabla 28) entre estatura y longitud de la tibia, y un  $R^2$  de 0,772 para la muestra total, 0,722 para hombres y de 0,652 para mujeres; estos valores son mayores en hombres que en mujeres puesto que la muestra masculina es mayor que la femenina. Estos valores indican que la longitud de la tibia es una variable que puede aportar una información muy aproximada sobre la longitud total de los individuos.

El parámetro estadístico Durbin-Watson obtenido para la muestra de estudio oscila es de 1,522 para la muestra total (tabla 20); 1,934 para la muestra masculina (tabla 24) y 1,715 para la muestra femenina (tabla 28). Como en todos los casos oscila entre 1,5 y 2,5, los residuos son independientes y la regresión realiza buenos pronósticos del valor de la estatura.

Se han relacionado ambos parámetros mediante un gráfico de puntos de dispersión lineal (gráficos 19-21). Como se puede observar, existe una relación lineal regresiva entre los dos parámetros.

**Gráfico 19****Diagrama de dispersión. Muestra total.****Gráfico 20****Diagrama de dispersión. Serie Masculina**

**Gráfico 21****Diagrama de dispersión. Serie Femenina.**

❖ **FÓRMULAS REGRESIVAS:**

Si se aplica el modelo de fórmula regresiva [ $y = a + b x$ ] a los datos referidos, y añadiendo el diferencial ( $\pm k$ ), obtenemos la siguiente ecuación para la obtención de la estatura del sujeto:

• <b>Fórmula general</b>	$E = 69.74 + 2.693T \pm 8 \text{ cm}$
• <b>Para hombres</b>	$E = 85.807 + 2.279T \pm 6.9 \text{ cm}$
• <b>Para mujeres</b>	$E = 78.812 + 2.339T \pm 7.5 \text{ cm}$

Donde E es la Estatura (en cm.) y T es la longitud de la tibia (longitud máxima, en cm.).

La estatura obtenida a través de la aplicación de la fórmula es la estatura media estimada para el 95 % de los casos y estará comprendida en el intervalo de confianza. Sólo el 5% estará fuera de dicho intervalo.

Para la aplicación de estas fórmulas se debe tener en cuenta la diferencia de 2 mm que existe entre hueso fresco y hueso seco, en el que no existe cartílago articular, como constataron autores como Rollet (1888) y Manouvrier (1892) [5, 6, 21]. Los mismos autores, junto con Mendonça, establecen una diferencia de 2 cm. entre la talla de una persona viva y su cadáver, siendo ésta mayor por la ausencia de compresión de discos intervertebrales que tiene lugar en la posición bípeda, lo que también debe ser tenido en cuenta en la aplicación práctica de la fórmula que propone este estudio. Así pues, y dada la indudable afinidad entre población española y portuguesa, deben restarse 2 centímetros a la estatura máxima y mínima que proporcionan las fórmulas que se proponen.

**Por ejemplo:**

Si disponemos de una tibia masculina cuya longitud máxima es de 36,2 cm., para estimar la estatura de la persona a través de esta medida, utilizamos la fórmula regresiva específica para sexo masculino (si no dispusiéramos de ese dato, usaríamos la fórmula regresiva general). Se hace de la siguiente manera:

La fórmula a aplicar es:  $E = 85.807 + 2.279T \pm 6.9 \text{ cm}$ , sustituyendo la variable **T** por la medida de la tibia que tenemos:  $E = 85.807 + 2.279 * 36.2 \pm 6.9 \text{ cm}$ . La estatura propuesta sería:  $E = 85.807 + 82.50 \pm 6.9 \text{ cm}$ , es decir,  $E = 168,3 \pm 6.9 \text{ cm}$ . A este valor habría que restarle 2 cm. para obtener la estatura de la persona viva, con lo cual:

$$E = 166,3 \pm 6.9 \text{ cm}$$

La estatura media obtenida a través de la aplicación de la fórmula es la estatura media estimada para el 95 % de los casos y estará comprendida en el intervalo de confianza, es decir, entre 173,2 cm. y 159,4 cm. Sólo el 5% estará fuera de dicho intervalo.

Si la tibia de la que disponemos ha sido medida en fresco, el método se aplicaría según la forma descrita anteriormente. Si el hueso en cambio es seco, es decir, el hueso mide en seco 36,2 cm., el método se aplicaría de igual forma, solo que al valor de T, habría que sumarle 2 mm. , con lo cual sería 36,4 cm. el valor por el que habría que sustituirse la T de la fórmula.

Para la muestra total:

## Regresión

**Tabla 19: Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación típ.	N
Estatura	165,7595	8,38628	227
Tibia	35,6559	2,73695	227

**Tabla 20: Resumen del modelo(b)**

M o d e l o	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin- Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,879(a)	,772	,771	4,00970	,772	763,604	1	225	,000	1,522

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura

**Tabla 21: ANOVA(b)**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	12277,019	1	12277,019	763,604	,000(a)
	Residual	3617,488	225	16,078		
	Total	15894,507	226			

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura

Tabla 22: Coeficientes(a)

M o d e l o	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
	B	Error típ.	Beta			B	Error típ.
1 (Constante)	69,740	3,485		20,012	,000	62,873	76,608
Tibia	2,693	,097	,879	27,633	,000	2,501	2,885

a Variable dependiente: Estatura

Para la serie masculina:

## Regresión

Tabla 23: Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típ.	N
	Estatura	168,9455	6,53688
Tibia	36,4737	2,43702	167

Tabla 24: Resumen del modelo(b)

M o d e l o	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin-Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,850(a)	,722	,720	3,45615	,722	428,833	1	165	,000	1,934

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura



Tabla 25: ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5122,396	1	5122,396	428,833	,000(a)
	Residual	1970,918	165	11,945		
	Total	7093,314	166			

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura

Tabla 26: Coeficientes(a)

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
	B	Error típ.	Beta			B	Error típ.
1	(Constante)	85,807	4,024			77,862	93,751
	Tibia	2,279	,110	,850	20,708	,000	2,062

a Variable dependiente: Estatura

Para la serie femenina:

## Regresión

**Tabla 27: Estadísticos descriptivos**

	Media	Desviación típ.	N
Estatura	156,8917	6,36160	60
Tibia	33,3800	2,19628	60

**Tabla 28: Resumen del modelo(b)**

M o d e l o	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Estadísticos de cambio					Durbin- Watson
					Sig. del cambio en F	Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,808(a)	,652	,646	3,78423	,652	108,736	1	58	,000	1,751

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura

**Tabla 29: ANOVA(b)**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1557,142	1	1557,142	108,736	,000(a)
	Residual	830,583	58	14,320		
	Total	2387,726	59			

a Variables predictoras: (Constante), Tibia

b Variable dependiente: Estatura

Tabla 30: Coeficientes(a)

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
	B	Error típ.	Beta			B	Error típ.
1 (Constante)	78,812	7,504		10,503	,000	63,792	93,833
Tibia	2,339	,224	,808	10,428	,000	1,890	2,788

a Variable dependiente: Estatura

❖ **TABLAS DE CONSULTA:****Tabla 31**

Hombres		Mujeres	
Tibia (cm.)	Estatura (cm.)	Estatura (cm.)	Tibia (cm.)
28,2	150	140	26,2
28,6	151	141	26,6
29,0	152	142	27,0
29,5	153	143	27,4
29,9	154	144	27,9
30,4	155	145	28,3
30,8	156	146	28,7
31,2	157	147	29,2
31,7	158	148	29,6
32,1	159	149	30,0
32,6	160	150	30,4
33	161	151	30,9
33,4	162	152	31,3
33,9	163	153	31,7
34,3	164	154	32,1
34,7	165	155	32,6
35,2	166	156	33,0
35,6	167	157	33,4
36,1	168	158	33,9
36,5	169	159	34,3
36,9	170	160	34,7
37,4	171	161	35,1
37,8	172	162	35,6
38,3	173	163	36
38,7	174	164	36,4
39,1	175	165	36,8
39,6	176	166	37,3

<b>40,0</b>	177	167	37,7
<b>40,5</b>	178	168	38,1
<b>40,9</b>	179	169	38,6
<b>41,3</b>	180	170	39
<b>41,8</b>	181	171	39,4
<b>42,2</b>	182	172	39,8
<b>42,6</b>	183	173	40,3
<b>43,1</b>	184	174	40,7
<b>43,5</b>	185	175	41,1
<b>44</b>	186	176	41,6
<b>44,4</b>	187	177	42
<b>44,8</b>	188	178	42,4
<b>45,3</b>	189	179	42,8
<b>45,7</b>	190	180	43,3

### ❖ Comparación con otros métodos

Se han aplicado una serie de métodos de estimación de la estatura a la muestra de este estudio con objeto de comparar los resultados obtenidos. Para ello, se han elegido tres métodos clásicos de estimación y varios métodos modernos realizados sobre diferentes poblaciones europeas, asiáticas y sudamericanas con el fin de dar cuenta de la variabilidad poblacional en este parámetro.

Estos métodos son:

- Método de Pearson (1899) (9): por tratarse de un método clásico ampliamente utilizado hoy día y realizado con población europea (franceses) de ambos sexos.
- Método de Telkka (1950) (5,9): es un estudio clásico sobre estatura y se ha realizado con una población europea (finlandesa) de ambos sexos.
- Método de Sarajlic et. al (2006) (24): realizado en una población bosnia masculina.
- Método de Kieffer (2010) (28): aplicado recientemente en una población norteamericana femenina.
- Método de Pelin et. al (2006) (30): realizado en una población turca masculina. Para la comparación se ha elegido la fórmula general de estimación que los autores proponen, porque presenta menor número de errores de estimación que la fórmula específica según grupos de estatura.
- Método de Nath y Badkur (2002) (21): en una población india de ambos sexos.
- Método de Bhavna y Surinder Nath (2007) (17): también en una población india masculina.
- Método de Radoinova et. al (2002) (34): en una población búlgara de ambos sexos.

- Método de Trotter y Gleser (1951, 1952, 1958, 1970, 1977) (1): método clásico de estimación de la estatura, realizado sobre muestra americana de ambos sexos. Se han querido aplicar sobre la muestra las fórmulas de Trotter y Gleser para estudiar su comportamiento y poder extraer conclusiones sobre la aplicabilidad real de este método clásico en población española actual. Se ha tenido en cuenta el factor de corrección para la edad que proponen las autoras.
- Método de Mantilla et. al (2009) (32): en una población colombiana masculina.

Mediante el programa SPSS 15.0, se ha realizado un t-test para muestras pareadas (puesto que los métodos se aplican sobre la misma muestra [87]) relacionando la estatura real y la estatura estimada por las fórmulas de los distintos métodos que se han elegido para ello, con el fin de observar la relación entre ambas variables. También se ha comparado la estatura real y la estatura estimada por la fórmula que se propone en este estudio.

Para su comparación, los métodos han sido aplicados en igualdad de condiciones, es decir, se ha aplicado la fórmula que proponen los autores para estimar la estatura a partir de la tibia ( $y = a + b x$ ), sin añadir el diferencial ( $\pm k$ ). En aquellos casos en los que la fórmula de los autores se completara con este diferencial, no ha sido aplicado al resultado final con objeto de homogeneizarlo y hacerlo comparable.

De igual forma, se han tenido en cuenta todas las recomendaciones que los autores hacen a la hora de aplicar su método.

Para la serie masculina, se ha obtenido una correlación de 0,850 entre ambas variables, con una diferencia de medias entre ellas que oscila entre -2,45810 y 5,26041 centímetros, y un nivel de significación que oscila entre  $P = 0,00$  y  $P = 0,955$ . Estos datos se recogen en las 32 - 34.

**Prueba T, test pareado. Serie Masculina.**

**Tabla 32: Estadísticos de muestras relacionadas**

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	FórmulaPropuesta	168,9305	167	5,55397	,42978
Par 2	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Pearson	165,3254	167	5,79036	,44807
Par 3	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Telkka	169,9747	167	5,11774	,39602
Par 4	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Sarajlic et. al	168,6883	167	8,01779	,62044
Par 5	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Pelin et. al cm	167,3636	167	7,01618	,54293
Par 6	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	NathYBadkurcm	163,6851	167	4,33789	,33568
Par 7	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	BhavnaYNath	167,5352	167	5,53203	,42808
Par 8	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Radoinova et. al	171,4036	167	5,67825	,43940
Par 9	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	TyG	170,5336	167	6,14129	,47523
Par 10	Estaturacm	168,9455	167	6,53688	,50584
	Mantilla et. al	165,6283	167	6,62869	,51294



Tabla 33: Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Estaturacm y FórmulaPropuesta	167	,850	,000
Par 2 Estaturacm y Pearson	167	,850	,000
Par 3 Estaturacm y Telkka	167	,850	,000
Par 4 Estaturacm y Sarajlic et. al	167	,850	,000
Par 5 Estaturacm y Pelin et. al cm	167	,850	,000
Par 6 Estaturacm y NathYBadkurcm	167	,850	,000
Par 7 Estaturacm y BhavnaYNath	167	,850	,000
Par 8 Estaturacm y Radoinova et. al	167	,850	,000
Par 9 Estaturacm y TyG	167	,850	,000
Par 10 Estaturacm y Mantilla et. al	167	,850	,000

Tabla 34: Prueba de muestras relacionadas

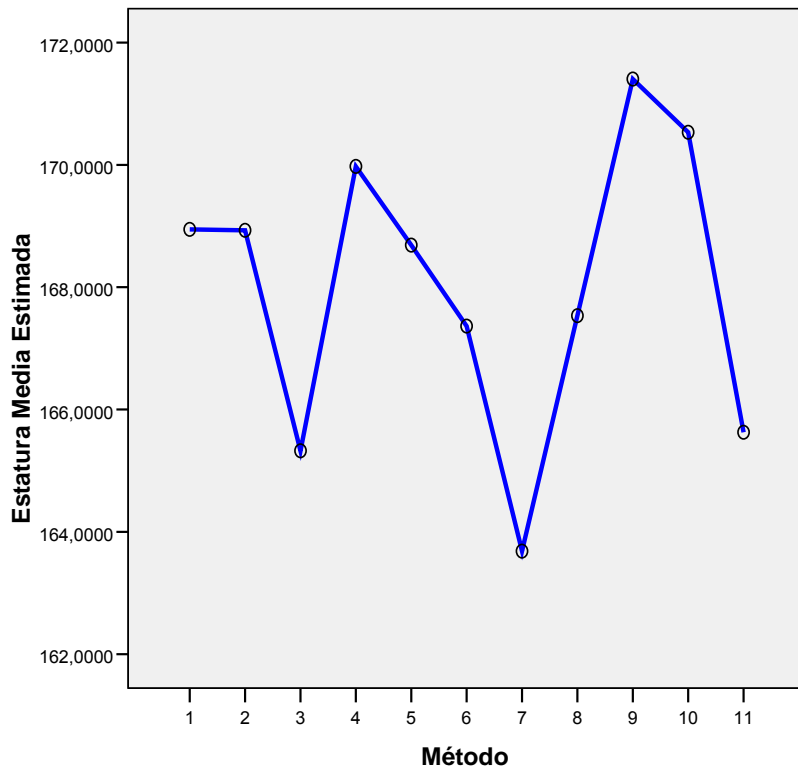
		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Superior				Inferior
Par 1	Estaturacm - FórmulaPropuesta	,01505	3,44572	,26664	-,51138	,54149	,056	166	,955
Par 2	Estaturacm - Pearson	3,62011	3,45375	,26726	3,09244	4,14778	13,545	166	,000
Par 3	Estatura - Telkka	-1,02916	3,47335	,26878	-1,55982	-,49850	-3,829	166	,000
Par 4	Estaturacm – Sarajlic et. al	,25719	4,23538	,32774	-,38989	,90427	,785	166	,434
Par 5	Estaturacm – Pelin et. al cm	1,58186	3,74274	,28962	1,01005	2,15368	5,462	166	,000
Par 6	Estaturacm - NathYBadkurcm	5,26041	3,65435	,28278	4,70209	5,81872	18,602	166	,000
Par 7	Estaturacm – BhavnaYNath	1,41032	3,44580	,26664	,88387	1,93677	5,289	166	,000
Par 8	Estaturacm – Radoinova et. al	-2,45810	3,44793	,26681	-2,98488	-1,93133	-9,213	166	,000
Par 9	Estaturacm – TyG	-1,58810	3,49525	,27047	-2,12210	-1,05409	-5,872	166	,000
Par 10	Estaturacm – Mantilla et. al	3,31717	3,60913	,27928	2,76577	3,86858	11,877	166	,000

Como se puede observar en la tabla 34, encontramos diferencias significativas (Significación bilateral igual a 0,000) entre la estatura real y la estatura estimada por los métodos de Pearson, Telkka, Pelin et. al, Nath y Badkur, Bhavna y Surinder Nath, Radoinova et. al, Trotter y Gleser y Mantilla et. al. No se encuentran diferencias significativas entre ambas variables con el método de Sarajlic et. al y con la fórmula que se propone en este estudio. Esto último, por otra parte, es lógico, puesto que se ha aplicado la fórmula sobre la población con la que se obtuvo dicha fórmula, pero se ha querido incluir en el estudio con fines comparativos.

En la población masculina, el método que al aplicarse sin diferencial ( $\pm k$ ) sobre la muestra de estudio proporciona una estatura estimada más similar a la estatura real es el de Sarajlic et. al.

En la tabla 35 y en el gráfico 22 podemos ver representadas la estatura media estimada por cada método (números del 3 al 11 del eje de abscisas), la estatura media real (1), y la estatura media estimada por la fórmula propuesta en este estudio (2), que se añade con fines comparativos y para completar el gráfico. Se observa que el método cuya estatura media estimada es más próxima a la real es el de Sarajlic et. al. seguido del método de Telkka.

**Gráfico 22: Estatura Media Estimada según Métodos. Serie Masculina.**



- |   |
|---|
| 1. Estatura Media <b>Real</b>                       |
| 2. Estatura Media Estimada <b>Fórmula Propuesta</b> |
| 3. Estatura Media Estimada <b>Pearson</b>           |
| 4. Estatura Media Estimada <b>Telkka</b>            |
| 5. Estatura Media Estimada <b>Sarajlic et. al</b>   |
| 6. Estatura Media Estimada <b>Pelin et. al</b>      |
| 7. Estatura Media Estimada <b>NathyBadkurcm</b>     |
| 8. Estatura Media Estimada <b>BhavnaYNath</b>       |
| 9. Estatura Media Estimada <b>Radoinova et. al</b>  |
| 10. Estatura Media Estimada <b>TyG</b>              |
| 11. Estatura Media Estimada <b>Mantilla et. al</b>  |

Este gráfico también nos muestra la tendencia a la sobrestimación o a la subestimación de la estatura de cada método. Así pues, observamos que los métodos de Telkka, Radoinova et. al, y Trotter y Gleser, tienen una clara tendencia a la sobrestimación; es decir, a proponer rangos de estimación de la estatura superiores a la

estatura real. Recordemos que estos métodos están basados en población finlandesa, búlgara y norteamericana, en las que, tradicionalmente, ha habido una talla media más alta que en nuestra población de estudio.

Por el contrario, los métodos de Pearson, Pelin et. al, Nath y Badkur, B. y S. Nath y Mantilla et. al, tienen una clara tendencia a la subestimación de la estatura, esto es, proponen rangos de estimación inferiores a la estatura real. En el método de Sarajlic, no existe una tendencia tan marcada como en el resto, aunque se observa una ligera infraestimación.

**Tabla 35: Estadísticos descriptivos. Estatura Media Estimada. Serie Masculina**

	Media	Desv. típ.	N
1.Estatura Real	168,9455	6,53688	167
2.Estatura Estimada Fórmula Propuesta	168,9305	5,55397	167
3. Estatura Estimada Pearson	165,3254	5,79036	167
4.Estatura Estimada Tellkka	169,9747	5,11774	167
5.Estatura Estimada Sarajlic et. al	168,6883	8,01779	167
6.Estatura Estimada Pelin et. al	167,36365	7,016177	167
7.Estatura Estimada NathyBadkurcm	163,68510	4,337893	167
8.Estatura Estimada BhavnaYNath	167,5352	5,53203	167
9.Estatura Estimada Radoinova et. al	171,4036	5,67825	167
10.Estatura Estimada TyG	170,5336	6,14129	167
11.Estatura EstimadaMantilla et. al	165,6283	6,62869	167

Para la serie femenina, se ha obtenido una correlación de 0,808 entre ambas variables, con una diferencia de medias entre ellas que oscila entre -2,66509 y 6,72453 centímetros, y un nivel de significación que oscila entre  $P = 0,00$  y  $P = 0,994$ . Estos datos se recogen en las tablas 36 – 38.

## Prueba T, test pareado. Serie Femenina.

**Tabla 36: Estadísticos de muestras relacionadas**

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	FórmulaPropuesta	156,8878	60	5,13711	,66320
Par 2	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	Pearson	153,2838	60	5,16566	,66688
Par 3	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	Telkka	157,3320	60	4,17294	,53872
Par 4	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	Kieffer	150,1671	60	5,49730	,70970
Par 5	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	NathYBadkurcm	150,7210	60	3,84350	,49619
Par 6	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	Radoinova	159,5568	60	4,39696	,56765
Par 7	Estaturacm	156,8917	60	6,36160	,82128
	TyG	158,3320	60	6,36922	,82226

**Tabla 37: Correlaciones de muestras relacionadas**

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Estaturacm y	60	,808	,000
	FórmulaPropuesta			
Par 2	Estaturacm y Pearson	60	,808	,000
Par 3	Estaturacm y Telkka	60	,808	,000
Par 4	Estaturacm y Kieffer	60	,808	,000
Par 5	Estaturacm y	60	,808	,000
	NathYBadkurcm			
Par 6	Estaturacm y Radoinova	60	,808	,000
Par 7	Estaturacm y TyG	60	,808	,000

Tabla 38: Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)		
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia			Desviación típ.	Error típ. de la media	
					Superior					Inferior
Par 1	Estaturacm - FórmulaPropuesta	,00385	3,75202	,48438	-,96540	,97310	,008	59	,994	
Par 2	Estaturacm - Pearson	3,60791	3,75213	,48440	2,63863	4,57718	7,448	59	,000	
Par 3	Estaturacm - Telkka	-,44033	3,87398	,50013	-1,44109	,56042	-,880	59	,382	
Par 4	Estaturacm - Kieffer	6,72453	3,76925	,48661	5,75083	7,69823	13,819	59	,000	
Par 5	Estaturacm - NathYBadkurcm	6,17067	3,96884	,51238	5,14541	7,19593	12,043	59	,000	
Par 6	Estaturacm - Radoinova	-2,66509	3,82438	,49372	-3,65303	-1,67715	-5,398	59	,000	
Par 7	Estaturacm - TyG	-1,44033	3,94908	,50982	-2,46049	-,42018	-2,825	59	,006	

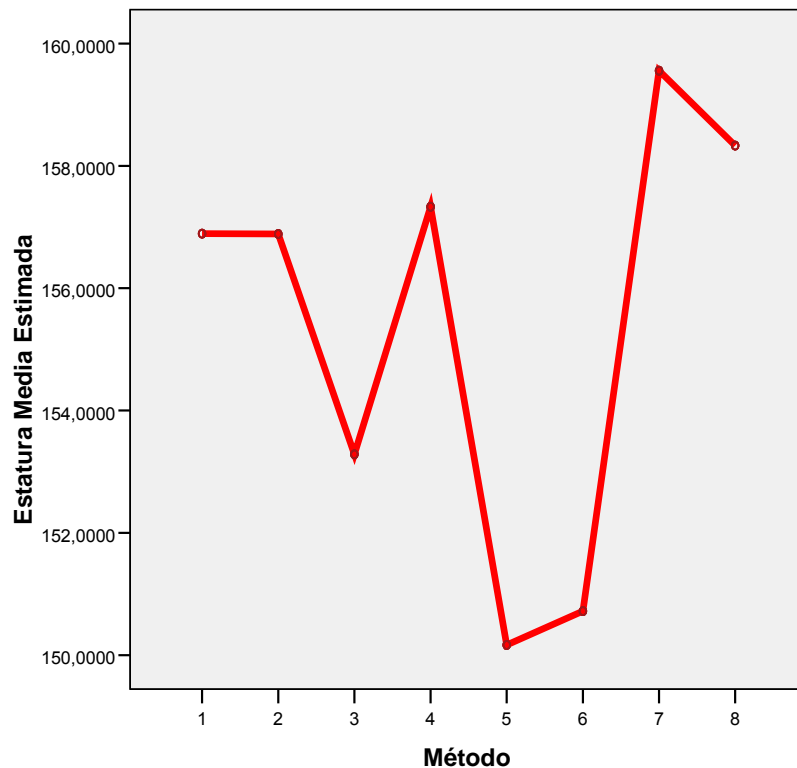
Como se puede observar en la tabla 38, encontramos diferencias significativas (Significación bilateral igual a 0,000) entre la estatura real y la estatura estimada por los métodos de Pearson, Kieffer, Nath y Badkur, Radoinova y Trotter y Gleser. No se encuentran diferencias significativas entre ambas variables con el método de Telkka y con la fórmula que se propone en este estudio.

En la población femenina, el método que proporciona estimaciones más fiables, es el de Telkka.

En la tabla 39 y en el gráfico 23 podemos ver representadas la estatura media estimada por cada método (números del 3 al 8 del eje de abcisas), la estatura media real (1), y la estatura media estimada por la fórmula propuesta en este estudio (2). Se

observa que el método cuya estatura media estimada es más próxima a la real es el de Telkka, seguido del método de Trotter y Gleser, es decir, dos de los tres métodos clásicos que se han elegido para estudio comparativo.

**Gráfico 23: Estatura Media Estimada según Métodos. Serie Femenina.**



1. Estatura Media **Real**
2. Estatura Media Estimada **Fórmula Propuesta**
3. Estatura Media Estimada **Pearson**
4. Estatura Media Estimada **Telkka**
5. Estatura Media Estimada **Kieffer**
6. Estatura Media Estimada **NathyBadkurcm**
7. Estatura Media Estimada **Radoinova**
8. Estatura Media Estimada **TyG**

En este gráfico podemos observar también la tendencia a la sobrestimación o a la subestimación de la estatura de cada método. Así pues, observamos que el método de Pearson, tiende a subestimar la estatura. Observamos también que el de Telkka tiene



una ligera tendencia a la sobrestimación, que en los métodos de Kieffer y Nath y Badkur esta tendencia es clara hacia la subestimación de la estatura y que, por último, los métodos de Radoinova et. al, y de Trotter y Gleser, tienen una clara tendencia a la sobrestimación; es decir, a proponer rangos de estimación de la estatura superiores a la estatura real. Al igual que pasa en población masculina, los métodos que tienden a sobrestimar la estatura con respecto a la real, corresponden a los confeccionados con población finlandesa, búlgara y norteamericana, que, tradicionalmente, han tenido una talla media más alta que nuestra población de estudio. De hecho, un estudio previo realizado con parte de la muestra femenina de este estudio (88), revela que la fórmula obtenida con dicha muestra mejora la estimación que proporciona el método de Telkka especialmente en los casos de estatura menor o igual a 150 cm. Esto es debido a la tendencia a la sobrestimación que tiene dicho método.

**Tabla 39: Estadísticos descriptivos. Estatura Media Estimada. Serie Femenina.**

	Media	Desviación típ.	N
1.Estatura Real	156,8917	6,36160	60
2.Estatura Estimada FórmulaPropuesta	156,8878	5,13711	60
3.Estatura Estimada Pearson	153,2838	5,16566	60
4.Estatura Estimada Telkka	157,3320	4,17294	60
5.Estatura Estimada Kieffer	150,1671	5,49730	60
6.Estatura Estimada NathYBadkurcm	150,7210	3,84350	60
7.Estatura Estimada Radoinova	159,5568	4,39696	60
8.Estatura Estimada TyG	158,3320	6,36922	60

Veamos el comportamiento pormenorizado de cada método cuando ha sido aplicado a la muestra de estudio. Para ello, se ha tenido en cuenta el diferencial ( $\pm k$ ) de la fórmula que cada autor propone si lo hubiera, y se ha considerado como *error en la*

*estimación* si el intervalo propuesto de estatura no comprende a la estatura real y esta diferencia es *superior a 1 mm*.

### **SERIE MASCULINA**

En la tabla 40 se detalla el error de la fórmula según rango de estatura. Como puede observarse en ella, al aplicar las fórmulas de Pearson sobre la muestra española masculina de este estudio, se obtienen errores de estimación superiores a 1 mm en 162 de los 167 casos, es decir en el 97% de ellos. Recordemos que, en este caso, el autor propuso una fórmula de estimación de la estatura mediante la longitud de la tibia sin diferencial ( $\pm k$ ). En el caso de Telkka, obtenemos errores de estimación superiores a 1 mm en 36 casos de los 167 de los que consta la población masculina. Esta cifra supone el 21,55 % de los casos. Para el método de Sarajlic et. al, son 56 los casos en los que existe error de estimación, esto supone el 33,53 % de los casos; para Pelin et. al, son 48 casos, es decir, el 28,74 %, al utilizar su fórmula general y 73 casos, el 43,71% al utilizar su fórmula específica según grupos de estatura; en Nath y Badkur se observa un alto nivel de errores, con 133 casos, el 79,64 % de la muestra; para B. y S. Nath los casos de error son 52, lo cual supone el 31,13 %. La fórmula de Radoinova et. al presenta 111 casos de error, el 66,46 % de los casos totales; el método de Trotter y Gleser, a pesar de su antigüedad, y de no haber sido confeccionado con la misma medida de referencia de la tibia, no presenta el número de errores más alto, 62 casos y 37,12 % del total. Por último, el número más alto de errores lo presenta el método de Mantilla et. al, con 164 errores, lo cual supone el 98,20% de la muestra.

Anteriormente, hemos inferido que el método que proporciona estimaciones más fiables, cuando lo hemos aplicado sin diferencial ( $\pm k$ ), es el de Sarajlic et. al., lo cual cambia cuando aplicamos la fórmula con el diferencial que los autores proponen, en este caso,  $\pm 4,01$  cms. Cuando tenemos en cuenta el diferencial de la fórmula para aplicarlo a la muestra, el método que menos porcentaje de error presenta es el de Telkka, puesto que su diferencial,  $\pm 4,6$  cms, es mayor al propuesto por el resto de autores, por lo que su rango de estimación es más amplio.

Tabla 40: comparativa de métodos. Serie Masculina.

Rangos de Estatura (cm.)	Casos según rangos	Pearson (1899)	Telkka (1950)	T. y G. (1952-1977)	Nath y Badkur (2002)	Radoinov a et. al (2002)	Sarajlic et. al (2006)	Pelin et. al (2006) Fórmula general	Pelin et. al (2006) Fórmula específica	B. y S. Nath (2007)	Mantilla et. al (2009)
		N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)
<b>E ≤ 160</b>	13	13 (100)	9 (69.23)	6 (46.15)	6 (46.15)	12 (92.30)	1 (7.69)	1 (7.69)	1 (7.69)	5 (38.46)	13 (100)
<b>160 &lt; E ≤ 170</b>	79	75 (94,93)	16 (20.25)	34 (43.03)	54 (68.35)	60 (75.94)	31 (39.24)	20 (25.31)	50 (63.29)	18 (22.78)	77 (97.46)
<b>170 &lt; E ≤ 180</b>	68	67 (98,52)	9 (13.23)	22 (32.35)	68 (100)	37 (54.41)	24 (35.29)	25 (36.76)	19 (27.94)	26 (38.23)	67 (98.52)
<b>E &gt;180</b>	7	7 (100)	2 (28.57)	0	7 (100)	2 (28.57)	0	2 (28.57)	3 (42.85)	3 (42.85)	7 (100)
<b>Ntotal</b>	167	162 (97)	36 (21.55)	62 (37.12)	133 (79.64)	110 (65.86)	56 (33.53)	48 (28.74)	73 (43.71)	52 (31.13)	164 (98.20)

Como podemos observar, los métodos basados en población francesa, india, búlgara y colombiana son los que más porcentaje de errores de estimación presentan cuando son aplicados a población española masculina, lo cual muestra la variabilidad poblacional en cuanto a estatura se refiere y la precaución que debe tenerse, y de la que numerosos autores alertan a la hora de aplicar un método sobre una población distinta a aquella con la que se confeccionó. Por otro lado, y al contrario de lo que concluyen y recomiendan Pelin et. al, su fórmula general presenta menos errores de estimación que la específica según grupos de estatura.

Los rangos de edad de la muestra estudiada para la confección de algunos de estos métodos difieren de los de la muestra masculina de este estudio. Para analizar este hecho, se ha repetido el test pareado, eliminando de la muestra aquellos casos cuya edad no está incluida en el rango estudiado en los diferentes métodos.

Como recoge la tabla 41, entre la estatura real y las estimaciones que proporciona el método de Sarajlic et. al, no existen diferencias significativas, dada su elevada significación bilateral. En el resto de métodos sí se observan diferencias, aunque se hayan acotado los casos al rango de edad estudiado en los diferentes métodos.

Tabla 41

Método	Rango de edad estudiado por el método	Casos de la muestra española incluidos en el rango	Correlación	Sig. (bilateral)
Sarajlic et. al	23-54	103	0.854	0.867
Pelin et. al (fórmula general)	18.1-44.6	58	0.869	0.000
Pelin et. al (fórmula específica)	18.1-44.6	58	0.828	0.000
B y S Nath	20-40	37	0.858	0.000
Radoinova et. al	20-66	145	0.838	0.000
Mantilla et. al	18-50	86	0.851	0.000

Pearson no proporciona el dato de edad de la muestra y Telkka no proporciona el rango de edad de su población diana, sino la media de edad del grupo masculino y femenino; por ello no han sido incluidos en el cuadro. Tampoco se ha incluido Trotter y Gleser, puesto que la población que estudiaron era mayor de 18 años y alcanzaba hasta los 91 (1), con lo cual quedaría incluida toda la muestra española, ni el de Nath y Badkur, puesto que no detalla el rango de edad de su muestra.

**SERIE FEMENINA**

Tabla 42: comparativa de métodos. Serie Femenina.

Rangos de Estatura (cm.)	Casos según rangos	Pearson (1899)	Telkka (1950)	T. y G. (1952-1977)	Nath y Badkur (2002)	Radoinova et. al (2002)	Kieffer (2010)
		N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)	N error (%)
<b>E ≤ 150</b>	12	12 (100)	8 (66.66)	7 (58.33)	5 (41.66)	12 (100)	3 (25)
<b>150&lt;E≤160</b>	28	28 (100)	5 (17.85)	9 (32.14)	22 (78.57)	19 (67.85)	19 (67.85)
<b>160&lt;E≤170</b>	20	20 (100)	5 (25)	8 (40)	20 (100)	13 (65)	19 (95)
<b>Ntotal</b>	60	60 (100)	18 (30)	24 (40)	47 (78.33)	44 (73.33)	41 (68.33)

Como se puede observar en la tabla 42, al aplicar la fórmula de Pearson a la muestra femenina de este estudio, se obtienen errores de estimación superiores a 1 mm en el 100% de los casos. Como se ha dicho en la muestra masculina, recordemos que, en este caso, el autor propuso una fórmula de estimación de la estatura mediante la longitud de la tibia sin diferencial ( $\pm k$ ). Al aplicar el método de Telkka obtenemos errores de estimación en 18 casos de los 60 de los que consta la población femenina. Esta cifra supone el 30 % de los casos. En la tabla 42 se detalla el error de la fórmula según rango de estatura; para el método de Kieffer, los casos de error son 41, el 68,33% del total; en Nath y Badkur se observa el más alto nivel de errores, con 47 casos, el 78,33 % de la muestra. La fórmula de Radoinova presenta 44 casos de error, el 73,33 % de los casos totales; el método de Trotter y Gleser, al igual que ocurre en población masculina, no presenta el número de errores más alto, 24 casos y 40 % del total.

En definitiva, tal y como apuntaba el test pareado que se ha realizado, los dos métodos clásicos presentan menor número de estimaciones erróneas que el resto de métodos en la serie femenina.

Como los rangos de edad de la muestra estudiada para la confección de algunos de estos métodos difieren de los de la muestra femenina de este estudio, en la serie femenina, al igual que se hizo para la masculina, se ha repetido el test pareado, eliminando de la muestra aquellos casos cuya edad supera al rango estudiado en los diferentes métodos.

Tabla 43

Método	Rango de edad estudiado por el método	Casos de la muestra incluidos en el rango	Correlación	Sig. (bilateral)
Radoinova et. al	20-66	53	0.819	0.000

En la tabla 43, podemos ver que entre la estatura real y las estimaciones que proporciona el método de Radoinova et. al, sí existen diferencias significativas, como ocurre en la serie masculina, a pesar de haber eliminado los casos en los que la edad está fuera del rango estudiado por el método.

El rango de edad en el método de Kieffer es 19-88, con lo cual, la muestra española que se está estudiando queda incluida en su totalidad y la relación entre la estatura real y la estimada por este método ya ha sido contemplada con anterioridad.

Así pues, en definitiva, y según los resultados obtenidos al comparar métodos de estimación, es el de Telkka el que proporciona mejores resultados (menos porcentaje de casos estimados erróneamente) tanto en población masculina (21,55% de errores) como femenina (30% de errores), seguido de la fórmula general de estimación de Pelin et. al (28,74% de errores) en población masculina y del método de Trotter y Gleser (40%) en femenina.

### ❖ Comparación poblacional de la estatura.

Se ha comparado la estatura media obtenida en población española, con la estatura media obtenida por otros autores en diferentes poblaciones en estudios actuales. Aunque el valor de la estatura media depende del rango de estatura estudiado, podemos observar el comportamiento del parámetro a nivel poblacional (tablas 44 y 45).

**Tabla 44: Estatura media para sexo masculino (en centímetros)**

Población española (2012)	Población bosnia (2006) (24)	Población turca (2006) (30)	Población india (2002) (21)	Población colombiana (2009) (32)	Población búlgara (2002) (34)	Población croata (2007) (16)	Población portuguesa (2000) (6)	Población española (2001) (64)	Población nigeriana (2009) (31)
168,94	175,24	174,39	166,12	170,17	170,91	173,6	167,9	175,3	183,44

**Tabla 45: Estatura media para sexo femenino (en centímetros)**

Población española (2012)	Población norteamericana (2010) (28)	Población india (2002)(21)	Población búlgara (2002)(34)	Población croata (2007)(16)	Población portuguesa (2000)(6)	Población española (2001)(64)	Población nigeriana (2009)(31)
156,89	160,88	154,29	161,22	162,4	157,7	161,2	162,96

Se observan diferencias entre las distintas poblaciones, y mucha similitud entre las poblaciones española y portuguesa, lo cual es lógico porque se trata de un mismo grupo poblacional humano, grupo mediterráneo en sentido amplio.

### ❖ **Sobre la muestra de estudio**

A partir de una muestra de 30 casos ya se puede obtener resultados estadísticos aceptables de la distribución lineal (84). En este estudio, tanto la muestra masculina (N=167) como la femenina (N=60) superan ese número mínimo de casos, con lo que podemos concluir que los resultados obtenidos son válidos y fiables.

Existe una descompensación entre el número de casos de los que consta la serie masculina y el número de casos que componen la serie femenina. Este hecho está motivado por la diferencia que existe en la casuística de muertes violentas o sospechosas de criminalidad en hombres y en mujeres en general en los Institutos de Medicina Legal, y en concreto en aquellos en los que se ha recogido muestra, Almería y Granada. Estadísticamente, mueren menos mujeres en estas circunstancias (en las cuales está indicada la autopsia judicial), que hombres. Por tanto, la muestra femenina, por lo laborioso y dificultoso de su recolección, aunque menos numerosa que la masculina, es una muestra valiosa e igualmente útil.

### ❖ **Relación entre estatura y edad**

Trotter y Gleser, propusieron la aplicación de un factor de corrección (1) para sujetos mayores de 30 años, por considerar que a partir de esa edad empieza la disminución de la estatura total del individuo por efecto de la edad, a razón de 1 mm por año. Para Reverte Coma (9), el proceso de regresión de la estatura se inicia entre los 40 y 60 años de edad y se acelera entre los 65 y los 70 años. Para este autor, la talla disminuye 0,06 cm por año. Otros autores como Giles (1991, citado en Krenzer, 2006 [4]) señalan que la disminución es más acusada en mayores de 70 años. Estos datos, unidos a que a partir de 80 años la pérdida de estatura se hace más evidente y significativa debido, entre otros factores, a la osteoporosis (pérdida de hasta el 50% de masa ósea en mujeres y entre 15% y 30% en hombres), disminución de los discos intervertebrales y aumento de la lordosis y cifosis de la columna vertebral (78,79), han motivado que los casos de edad superior a 80 años no hayan sido tenidos en cuenta para el estudio.



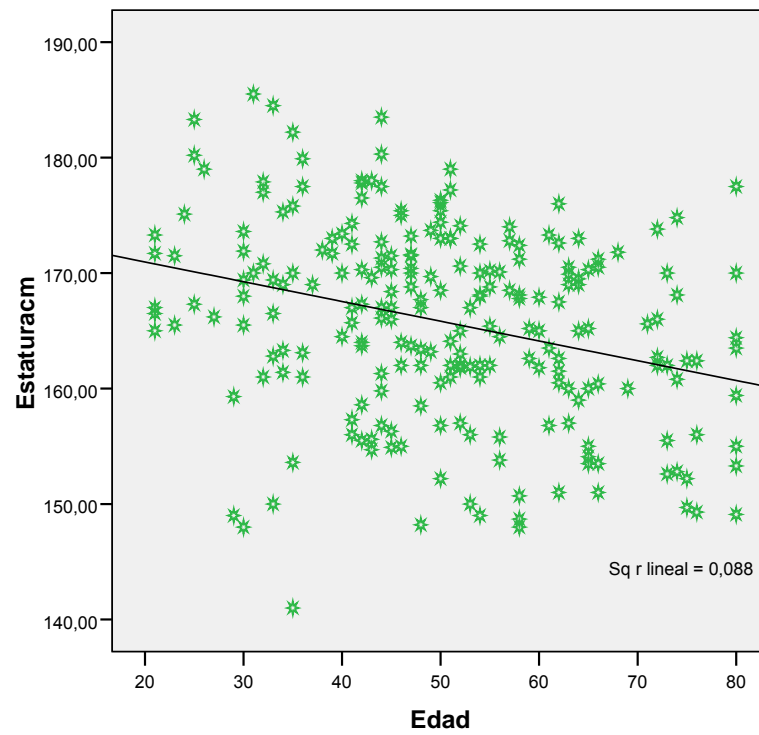
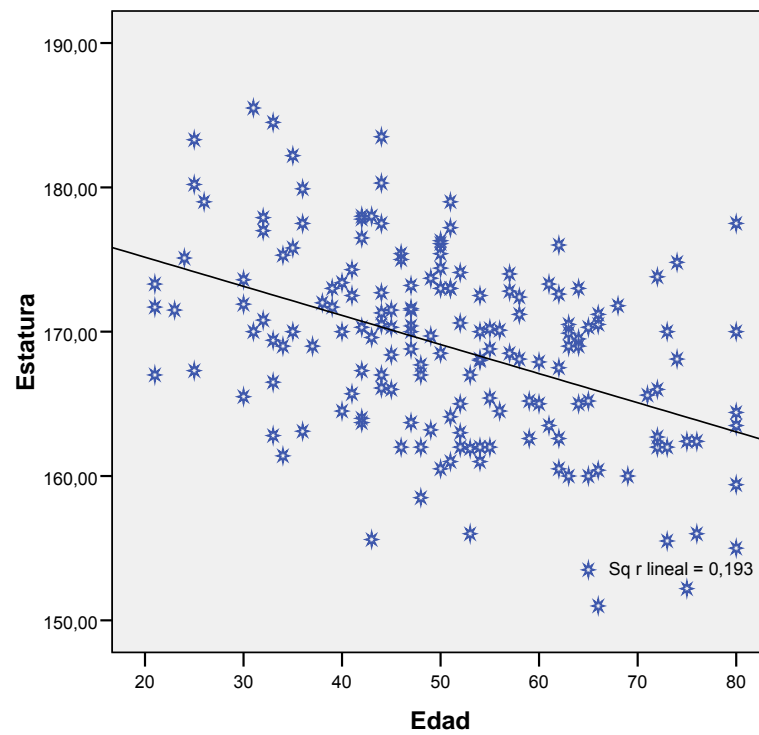
Para obtener el dato sobre pérdida de estatura con la edad, tendríamos que comparar la estatura que tenían en su juventud los casos de personas con más edad y observar la diferencia con su estatura actual, pero eso es difícil por la falta de registros fiables previos.

La muestra original era de 171 casos para la serie masculina y 62 casos para la femenina, y se han eliminado del análisis 6 casos, que corresponden a casos atípicos que introducían error en la muestra ya que poseen residuos grandes (grandes diferencias entre las estaturas reales y las estimadas mediante regresión) en valor absoluto. (87)

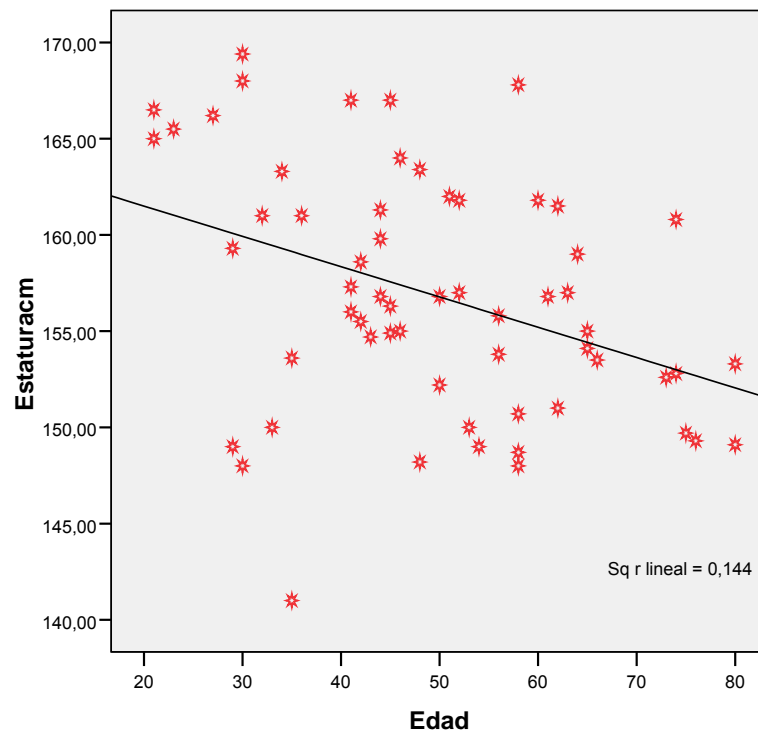
. Cabe destacar que, en el caso masculino, de los 4 casos eliminados, 1 corresponde a personas mayores de 70 años, y en el femenino, de los 2 casos eliminados, ninguno corresponde a mayores de esa edad. Es decir, no corresponden exclusivamente a personas de edad avanzada. Los estudios de estatura revisados, toman en cuenta un rango muy concreto de edad, generalmente hasta los 66 años, dejando fuera el comportamiento de la estatura y su relación con la medida de la tibia para mayores de esa edad. En nuestro estudio se ha ampliado el rango, y por tanto el margen de aplicabilidad de las fórmulas. Éstas recogen la relación entre estatura y edad hasta los 80 años, por discreta que sea esta relación, puesto que para su elaboración no se han apartado los casos mayores de 70 y la fórmula da un margen amplio que recoge las posibles variaciones de estatura por efecto de la edad.

En la muestra estudiada se observa una ligera tendencia a la baja de la estatura a medida que aumenta la edad (gráficos 24 - 26), sin que exista entre ambas variables una relación regresiva claramente definida. Este hecho no tiene por qué estar relacionado con una pérdida de estatura por efecto de la edad, sino que también puede ser explicado por diferencias de nutrición, desigual acceso a sanidad y diferencias demográficas e históricas de infancia y juventud, que hacen que la persona haya alcanzado una menor estatura final que otras personas de generaciones posteriores.

La relación regresiva entre estatura y edad es ligeramente mayor en la serie masculina; esto se debe a que el tamaño de la muestra masculina es mayor que la femenina. Aun así, los valores del coeficiente de Pearson ( $r$ ) son muy bajos tanto en la muestra total ( $r = 0,296$ ), como en la masculina ( $r = 0,440$ ) y la femenina ( $r = 0,379$ ), lo que indica que no existe relación lineal clara y definida entre ambas variables.

**Gráfico 24: Diagrama de dispersión. Muestra total.****Gráfico 25: Diagrama de dispersión. Serie Masculina.**

**Gráfico 26: Diagrama de dispersión. Serie Femenina.**



#### ❖ Comparación de fórmulas regresivas

Cuando se propone una fórmula regresiva para la estimación de la estatura, es importante que ésta sea aplicable y contemple la variabilidad del parámetro estudiado ofreciendo determinados márgenes de error, que en la fórmula regresiva vienen dados por el diferencial ( $\pm k$ ).

Autores como Mendonça, proponen unas fórmulas regresivas para mujeres según la longitud del húmero con un diferencial de  $\pm 7.70$  cm., superior al que se propone en este estudio. En el caso de fórmulas regresivas para determinar la estatura de hombres según el húmero, el diferencial es superior al propuesto ( $\pm 8.44$  cm.), y en el caso de la longitud fisiológica y perpendicular del fémur, los resultados son similares a los obtenidos ( $\pm 6.90$  cm. y  $\pm 6.96$  cm. respectivamente).

Por tanto, el diferencial obtenido para la tibia es aceptable, puesto que, las fórmulas propuestas en este estudio completan las obtenidas por otros autores para determinar la estatura a partir de otros huesos largos.

Por otro lado, puesto que no se puede olvidar el carácter práctico que pretende alcanzar el método propuesto, se ofrece una fórmula general para cuando exista duda o no se pueda atribuir un sexo definido a los restos encontrados. Siempre que se disponga de este dato, para estimar la estatura de la persona a la que pertenecían y poder hacer así una identificación, se debe usar la fórmula específica de sexo, que proporciona una estimación más precisa.

#### ❖ Comparación de tablas de consulta

**Tabla 46: Comparación para el sexo masculino.**

<b>Estatura (cm.)</b>	<b>Tabla Propuesta (cm.)</b>	<b>Manouvrier* (cm.)</b>	<b>Telkka (cm.)</b>	<b>Trotter y Gleser (cm.)</b>	<b>Sarajlic (cm.)</b>
150	28,1	-	-	-	30.8
155	30,3	32,4	29,3	30,3	32.3
160	32,5	34	31,7	32,3	33.9
165	34,7	36,2	34,1	34,3	35.4
170	36,9	38,3	36,5	36,3	36.9
175	39,1	40	38,9	38,3	38.4
180	41,3	41,5	41,2	40,2	39.9
185	43,5	-	43,5	42,2	41.5
190	45,7	-	-	44,2	43.0

En la tabla 46, se observa que las longitudes de la tibia de la tabla de Manouvrier son superiores en todos los apartados a las de la tabla propuesta; esta diferencia disminuye a medida que va aumentando la talla, y es más acusada en las tallas pequeñas. Sin embargo, en la tabla de Telkka y Trotter y Gleser observamos la tendencia contraria. Las medidas de la tibia que estos autores proponen en sus respectivas tablas, son

menores o iguales que las que se proponen en este estudio. En el caso de Telkka, las diferencias van disminuyendo conforme aumenta la talla, y el caso de Trotter y Gleser, van aumentando. Los valores de la tabla de Sarajlic et. a. (2006) son superiores a los propuestos en este estudio en estaturas inferiores o iguales a 165 cm., que es el punto en el que se invierte la tendencia y los valores de Sarajlic et. al. empiezan a ser inferiores a los propuestos.

**Tabla 47: Comparación para el sexo femenino.**

<b>Estatura (cm.)</b>	<b>Tabla Propuesta (cm.)</b>	<b>Manouvrier* (cm.)</b>	<b>Telkka (cm.)</b>	<b>Trotter y Gleser (cm.)</b>
140	26,1	28,4	-	27,1
145	28,3	29,9	26,8	28,8
150	30,4	31,4	29,5	30,5
155	32,5	33,4	32,1	32,2
160	34,7	35,2	34,8	34
165	36,8	37	37,4	35,7
170	38,9	38,2	40	37,4
175	41,1	-	42,6	39,1
180	43,2	-	-	40,9

\*Para ambos sexos, los valores de Manouvrier se han tomado de forma aproximada, puesto que el autor no refleja en su tabla las mismas medidas que aquí se recogen para la comparación, por ejemplo, en la tabla de Manouvrier para sexo femenino, la medida de la tibia para 150 cm. de talla no aparece, pero sí para 149,7 y para 151,3. Para la comparativa, se ha tomado la medida de la tibia para 149,7 por ser el más aproximado a 150 cm.

En la tabla 47, para el sexo femenino, se observa que la tendencia es más variable: con respecto a los valores de la tabla de Manouvrier, éstos son mayores que los valores de la tibia que se proponen. Esta diferencia va disminuyendo conforme aumenta la talla hasta que, en 170 cm., la tendencia se invierte y el valor propuesto es mayor que el de Manouvrier. Los valores de Telkka son menores a los propuestos hasta que, a partir de 160 cm. de estatura, empiezan a ser mayores, aumentando de forma gradual la diferencia con respecto a los propuestos a medida que se incrementa la estatura. Las longitudes de la tibia de Trotter y Gleser son mayores que las propuestas, y esta diferencia va disminuyendo cuando aumenta la estatura hasta que, a partir de 155 cm., la tendencia se invierte, y el valor propuesto supera al de estas autoras. Esta diferencia va subiendo de forma gradual a medida que aumenta la talla.

**RESUMEN**

La estatura es un parámetro importante para el estudio e identificación de individuos a partir de restos óseos. Es una característica poblacional e individual, exclusiva de la especie humana, en la que intervienen factores diversos como la genética, el sexo, o la alimentación. Dada la relación que existe entre la estatura de una persona y la longitud de sus huesos largos, en este estudio se propone un método de estimación de la estatura en base a la longitud de la tibia en población española contemporánea de ambos sexos. La muestra de estudio está compuesta por las medidas de talla y tibia de 227 cadáveres, 167 corresponden a hombres y 60 a mujeres, todos de acreditada procedencia peninsular, sin ningún factor de alteración de estos parámetros (fracturas, patologías que afecten al crecimiento, etc.). Se ha diseñado un instrumento específico de medida de la tibia para este estudio.

Cuando a la muestra recogida se le aplica alguno de los métodos que proponen otros autores, se observa una tendencia a la sobrestimación o subestimación de la estatura, lo cual revela la precaución que se debe tener a la hora de aplicar sobre una muestra de una población actual un método confeccionado con otra diferente o una población antigua, dados los cambios seculares en la proporción de los miembros que ocurre a lo largo del tiempo.

Mediante el programa estadístico SPSS 15.0 se han obtenido fórmulas regresivas para hombres, para mujeres, y una fórmula general para estimar este parámetro cuando exista duda o no se disponga del sexo de los restos estudiados. También se proporcionan tablas de consulta para la estimación de la estatura a partir de la medida de la tibia en esta población. Siempre que se disponga de los recursos necesarios, se deben aplicar las fórmulas regresivas más que las tablas de consulta, pues éstas proporcionan una estimación aproximada con mayor error.

Han sido descartados aquellos casos mayores de 80 años, en los que la influencia de la edad en la pérdida de estatura puede ser más acusada, por tanto no es necesario hacer correcciones de edad.

## **CONCLUSIONES**



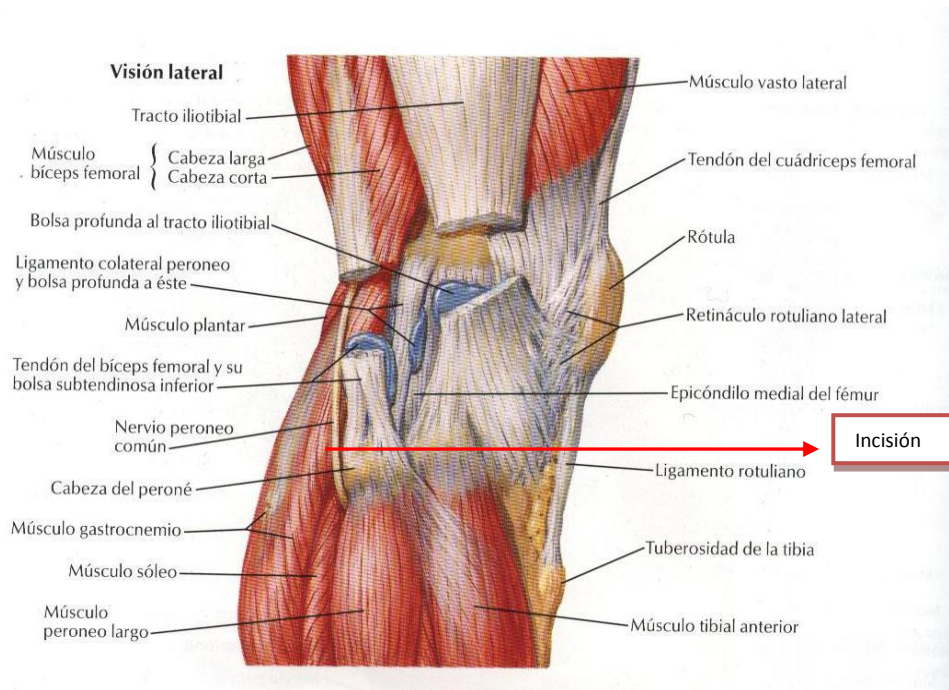
- La tibia proporciona resultados satisfactorios para la determinación de la estatura, tal y como se demuestra en el presente estudio, con un coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) de 0,850 en hombres y de 0,808 en mujeres, y de 0,879 en la muestra general combinada.
- La muestra objeto de estudio, ofrece una valiosa información de esta población actual, puesto que los métodos tradicionalmente utilizados están basados en población antigua, lo cual exige actualización y adecuación de los métodos a poblaciones actuales.
- Los métodos analizados no proporcionan en su mayoría estimaciones fiables cuando se aplican en esta población, puesto que tienden a sobrestimar o subestimar la estatura.
- El método propuesto es aplicable a población de toda la Península Ibérica, dada la afinidad entre población española y portuguesa.
- A partir de 80 años la pérdida de estatura se hace más evidente y significativa. Se ha ampliado el rango de edad de la muestra con respecto a otros estudios, y por tanto el margen de aplicabilidad de las fórmulas.
- Al incluirse un rango de edad tan amplio (de 21 a 80 años), queda recogida la posible influencia de la edad en la estatura, y por tanto no es necesario introducir un factor de corrección por la edad.
- Las fórmulas propuestas, son aplicables a toda la población española puesto que proporcionan un rango de estatura mínima y máxima, que es fundamental para hacer que un método de estimación sea fiable y práctico. Este rango viene dado por el diferencial que consta al final de la fórmula y es completamente aceptable. De igual forma, las fórmulas obtenidas completan las dadas por distintos autores para determinar la estatura a partir de otros huesos largos en esta población. Para la aplicación de estas fórmulas se debe tener en cuenta la diferencia de 2 mm que existe entre hueso fresco y hueso seco, en el que no

existe cartílago articular. También debe restarse 2 centímetros a la estatura máxima y mínima que proporcionan las fórmulas que se proponen.

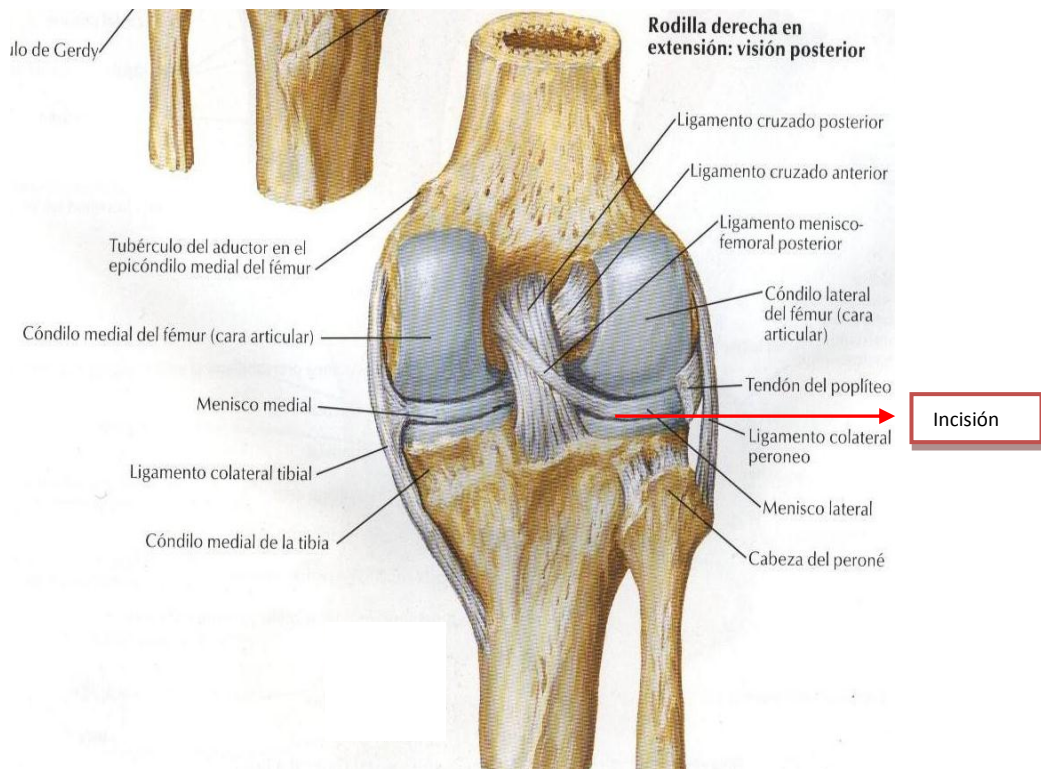
- La fórmula general propuesta debe aplicarse exclusivamente cuando se tenga duda o no se disponga del sexo de los restos que se estudian. Siempre que este dato esté disponible, debe aplicarse la fórmula específica según el sexo, que estima la estatura de forma más precisa que la general.
- La estatura obtenida a través de la aplicación de las fórmulas es la media estimada para el 95% de los casos (intervalo de confianza del 95%). Solo el 5% está fuera del intervalo.
- Las tablas de consulta obtenidas, ofrecen una herramienta rápida de consulta para aquellas ocasiones en las que no se disponga de tiempo o de medios necesarios para usar las fórmulas; estas tablas, como todas las de iguales características, proporcionan resultados con un mayor error de estimación. Por tanto, se recomienda usar las fórmulas más que las tablas siempre que sea posible.

**Anexo A: Detalle de las zonas anatómicas en las que se ha realizado incisión quirúrgica para tomar la medida de la tibia (89).**

1. Incisión de acceso a cóndilo lateral.

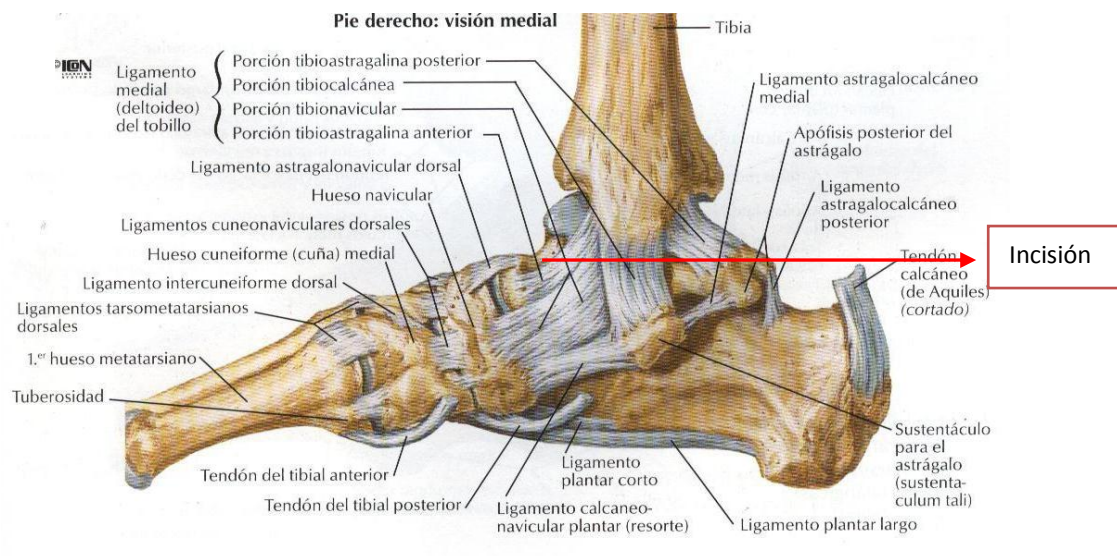


Visión lateral de rodilla derecha en extensión. Imagen tomada de *Atlas de Anatomía Humana* (F.H. Netter, 2000) (89)

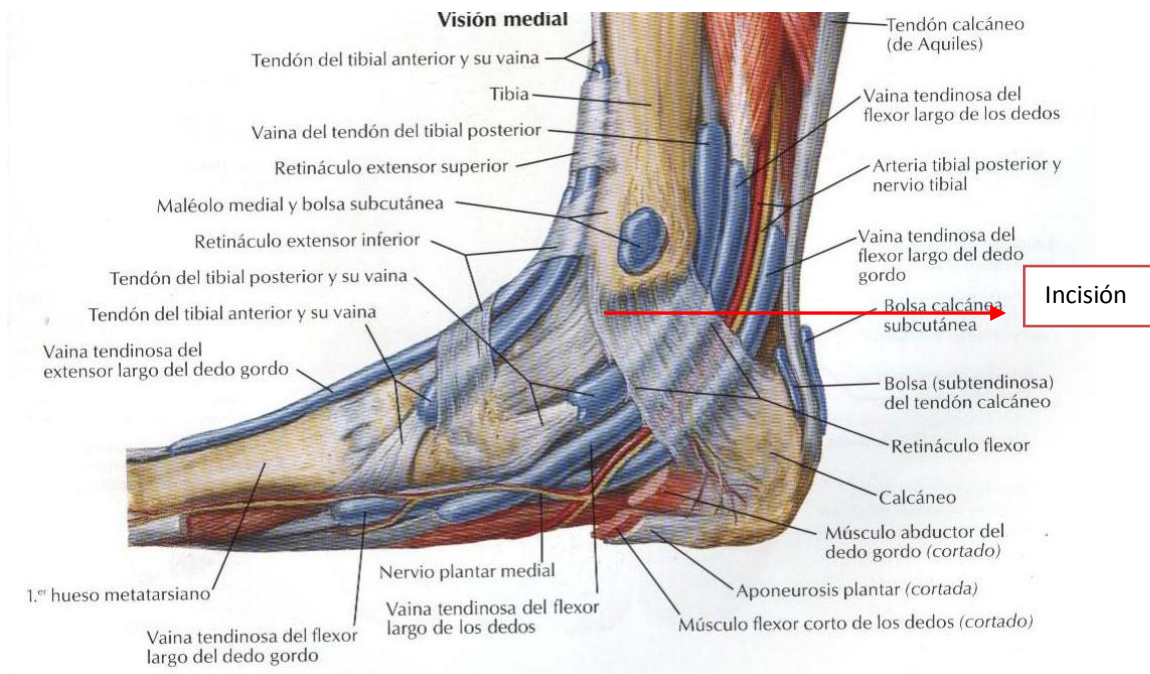


Visión posterior de rodilla derecha en extensión. Imagen tomada de *Atlas de Anatomía Humana* (F.H. Netter, 2000) (89)

2. Incisión de acceso a maléolo tibial.



Visión medial de pie derecho. Imagen tomada de *Atlas de Anatomía Humana* (F.H. Netter, 2000) (89)



Visión medial de pie derecho. Imagen tomada de *Atlas de Anatomía Humana* (F.H. Netter, 2000) (89)



## **Anexo 1: Instrumento de medida de la tibia. Prototipo en madera**

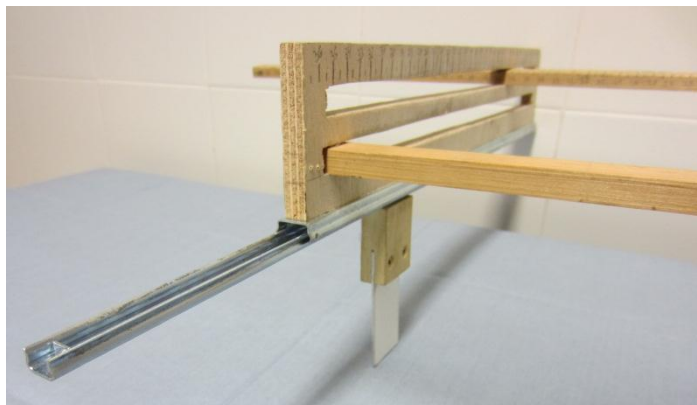
1: Vista general. Máxima longitud



2: Máxima longitud con desplazamiento lateral      3: Longitud central acortada



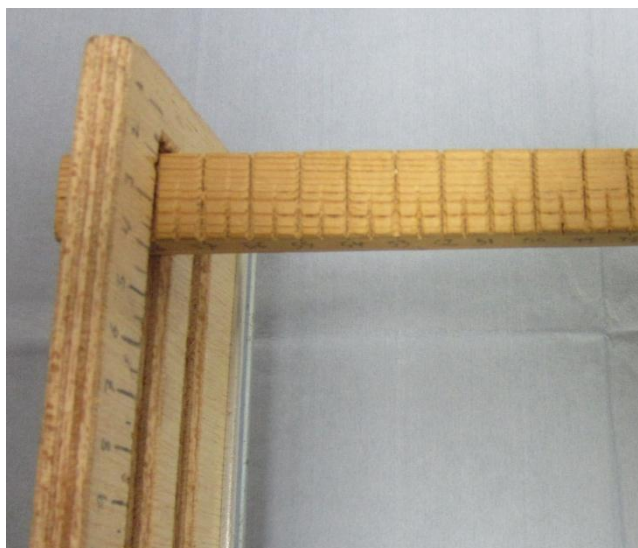
4: Vista detalle. Corredera situada en extremo, inserción de láminas centrales y pletina perpendicular (1)



5: Vista detalle. Corredera situada en extremo, inserción de láminas centrales y pletina perpendicular (2)



6: Vista detalle. Graduación lámina central y extremo lateral.

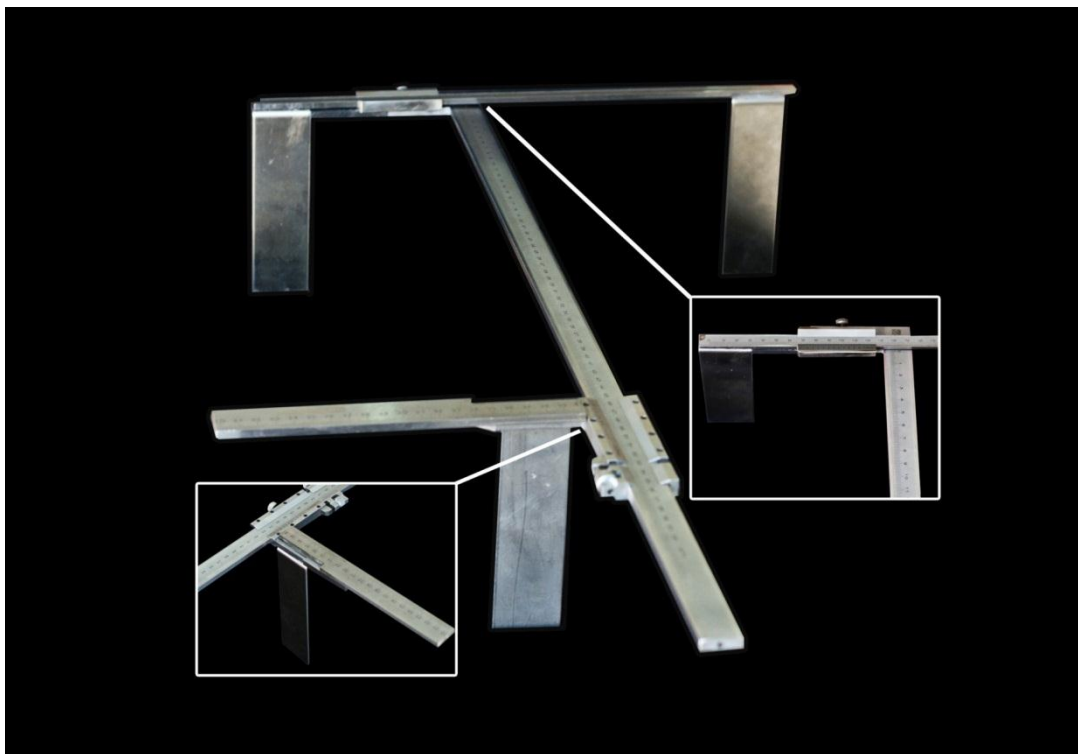


7. Disposición para tomar la medida de la tibia en ambas piernas.

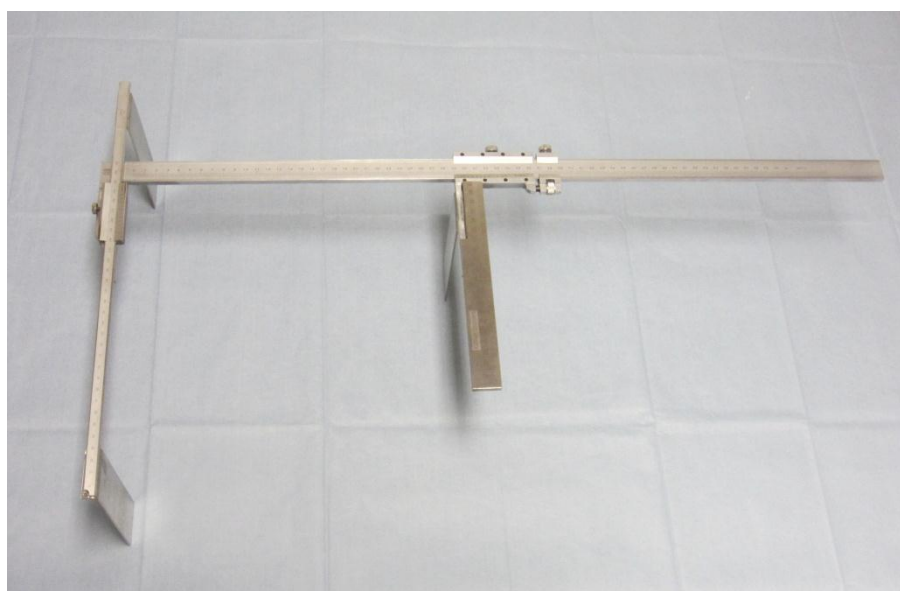


## Anexo 2: Instrumento de medida de la tibia. Versión definitiva en acero inoxidable

1: Vista general y detalles



2: Vista general



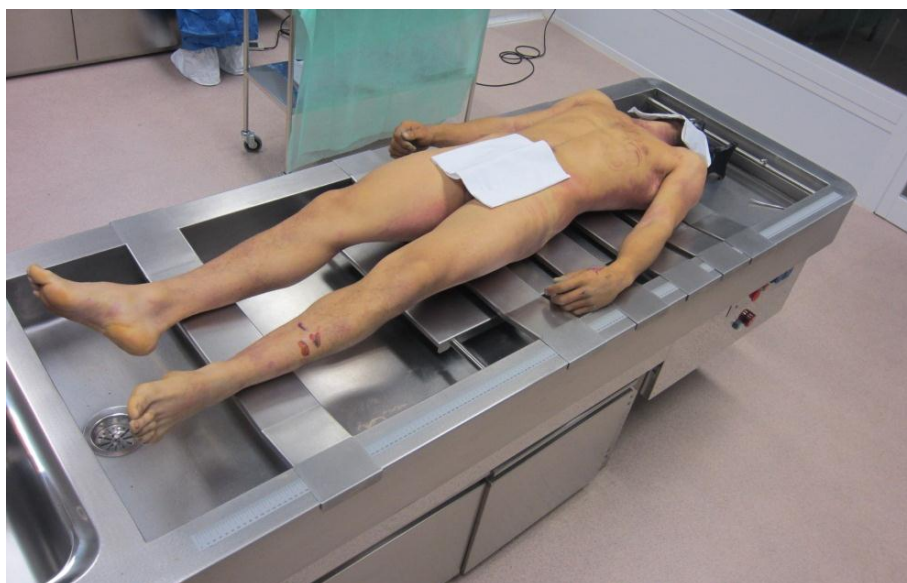


### 3: Desplazamiento lateral de la zona con corredera



### Anexo 3: Proceso de medida de la estatura

A. Vista general de la mesa de autopsias y tallímetro incorporado a la misma.

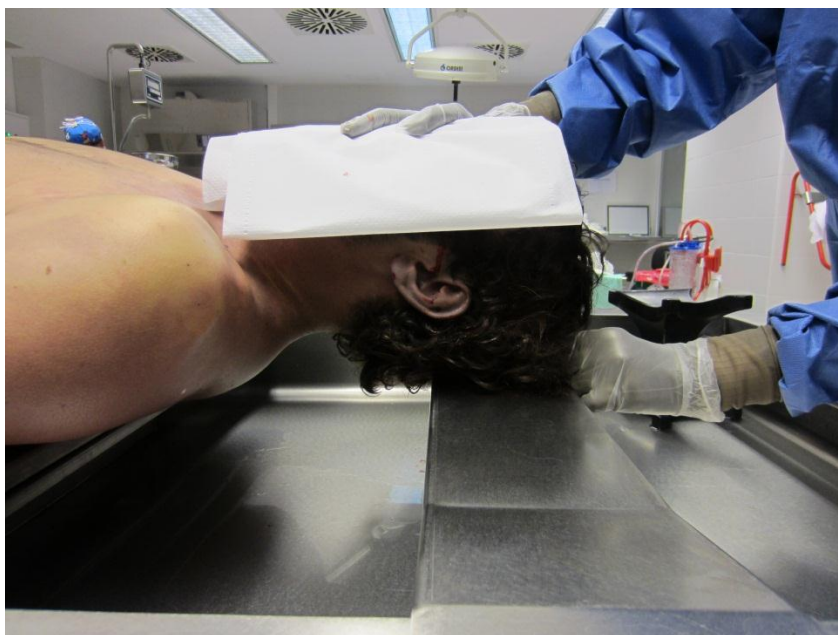


B. Vista general de la mesa de autopsias y colocación de baldas

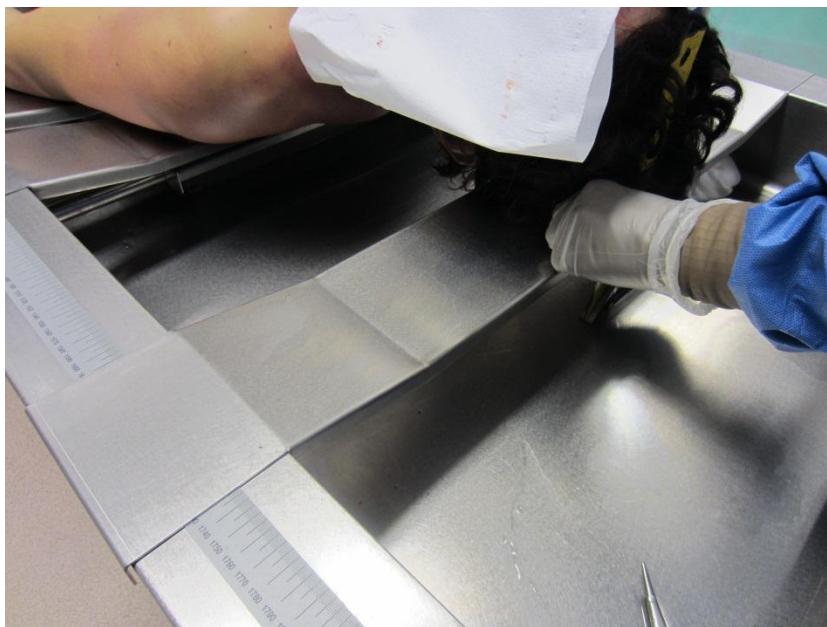


C. Ajuste de baldas a vertex craneal (fotos C1 y C2) y a talón (Fotos C3 y C4)

C1: ajuste de balda a vertex craneal. Visión lateral.

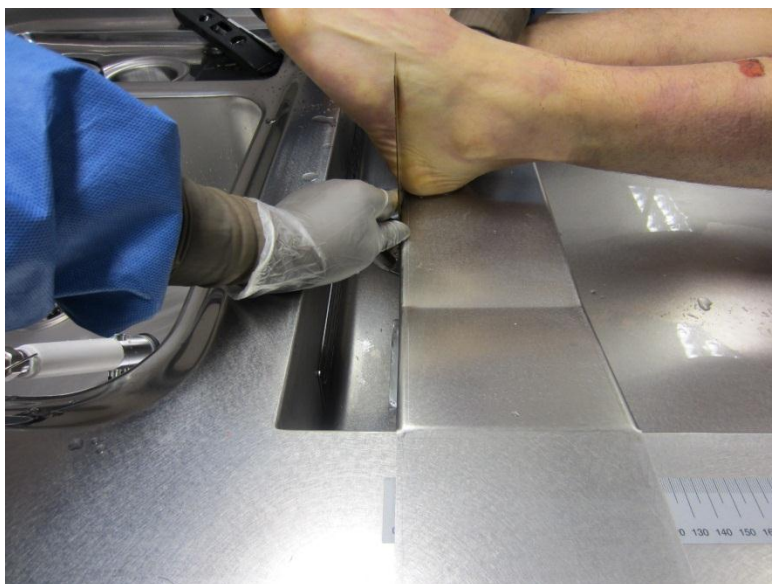


C2: ajuste de balda a vertex craneal. Perspectiva. Tallímetro en mesa de autopsias.





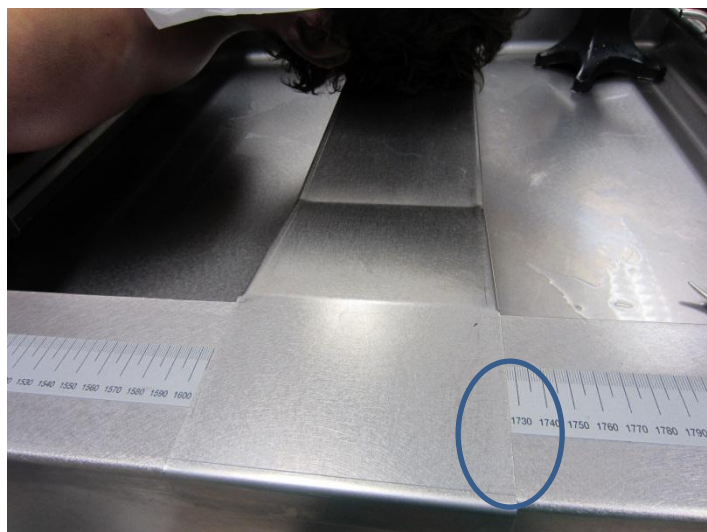
C3: ajuste de baldas a talón. Visión lateral.



C4: Ajuste de balda a talón. Perspectiva.



C5: Detalle de la medida en el vertex craneal (medida final de la estatura)



C6: Detalle de la medida en el talón (ajuste a 0 cm.)



## Anexo 4: Proceso de medida de la tibia

### D. Marcaje de zonas de incisión

D1: palpación de la rótula



D2: marcaje del borde inferior de la rótula



D3: borde inferior de la rótula marcado





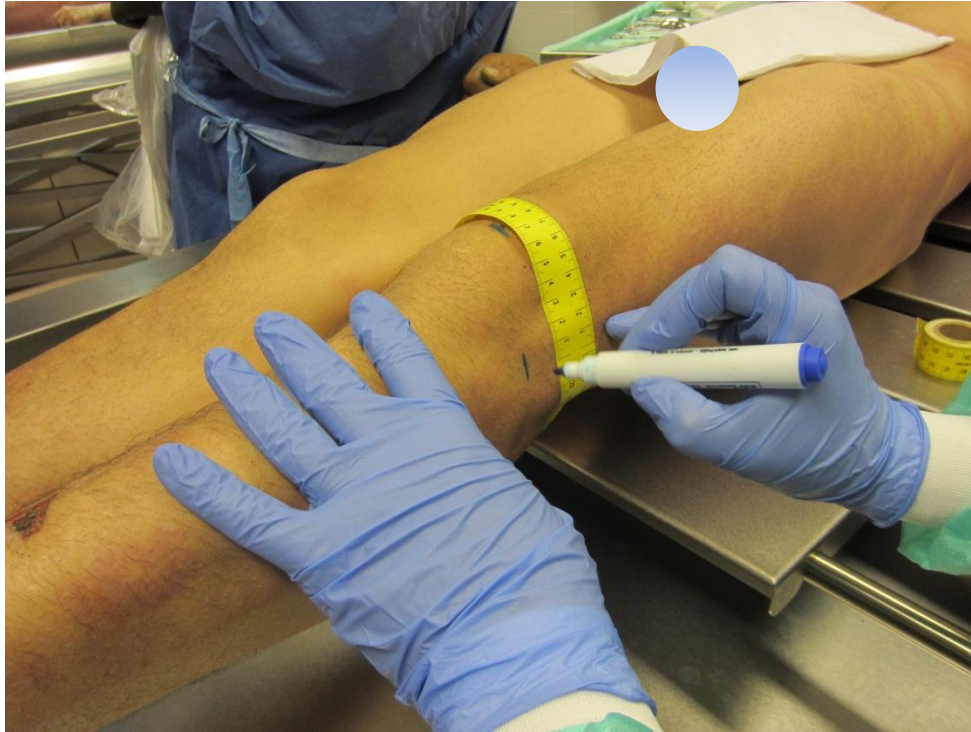
D4: Acople de la cinta métrica adhesiva en las regiones anterior y lateral de la rodilla



D5: Marcaje a 2 cms. del borde inferior de la rótula



D6: Marcaje de la incisión de la rodilla





D7: palpación del maléolo tibial



D8: marcaje del maléolo tibial



D9: maléolo tibial marcado



E: Incisiones realizadas.

E1: incisión en la rodilla (acceso al cóndilo lateral)



E2: incisión en la rodilla. Acceso a través de la epidermis.



E3: incisión en la rodilla. Uso de separadores quirúrgicos.

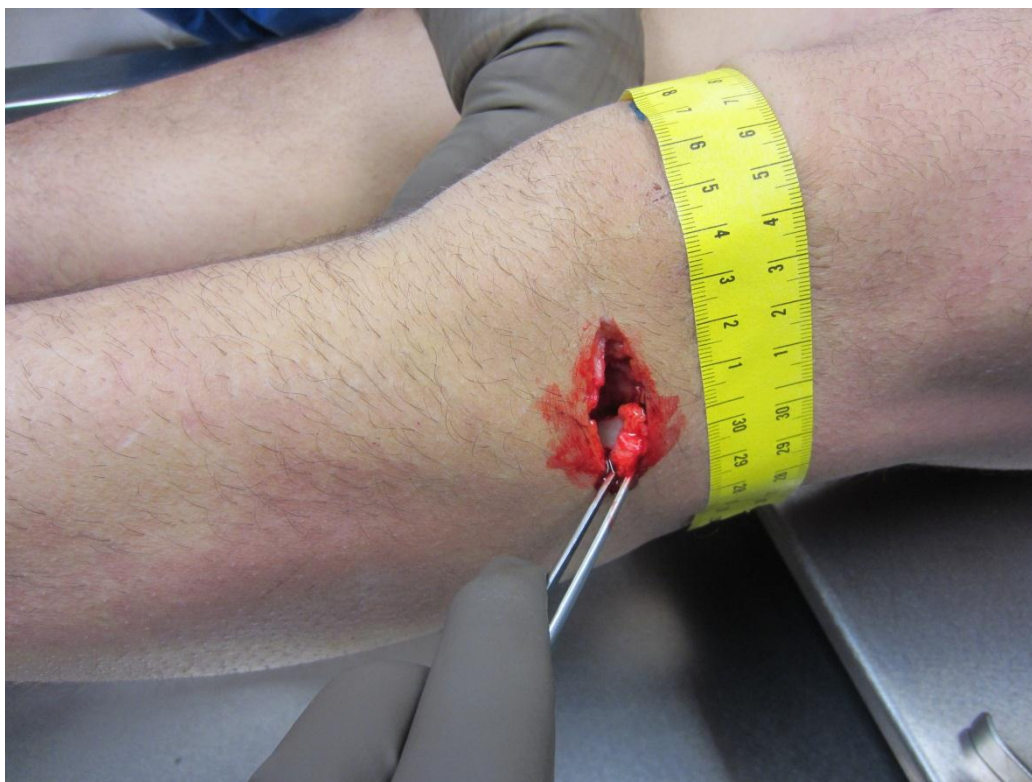


E4: incisión en la rodilla. Vista de acceso a la interlínea entre el cóndilo lateral y el menisco.





E5: Incisión en la rodilla. Extirpación del menisco.



E6: Incisión en la rodilla. Vista del cóndilo lateral (sin el menisco).



E7: Incisión en el tobillo. Acceso al maléolo tibial.



E8: Incisión en el tobillo. Acceso a través de la epidermis.





E9: Incisión en el tobillo. Uso de separadores quirúrgicos. Exposición del maléolo tibial.



E10: Incisión en el tobillo. Vista del maléolo tibial.



## F. Medida de la tibia. Uso del instrumento de medida.

F1: Ajuste del instrumento en el cóndilo lateral.



F2: Ajuste del instrumento en el maléolo tibial.

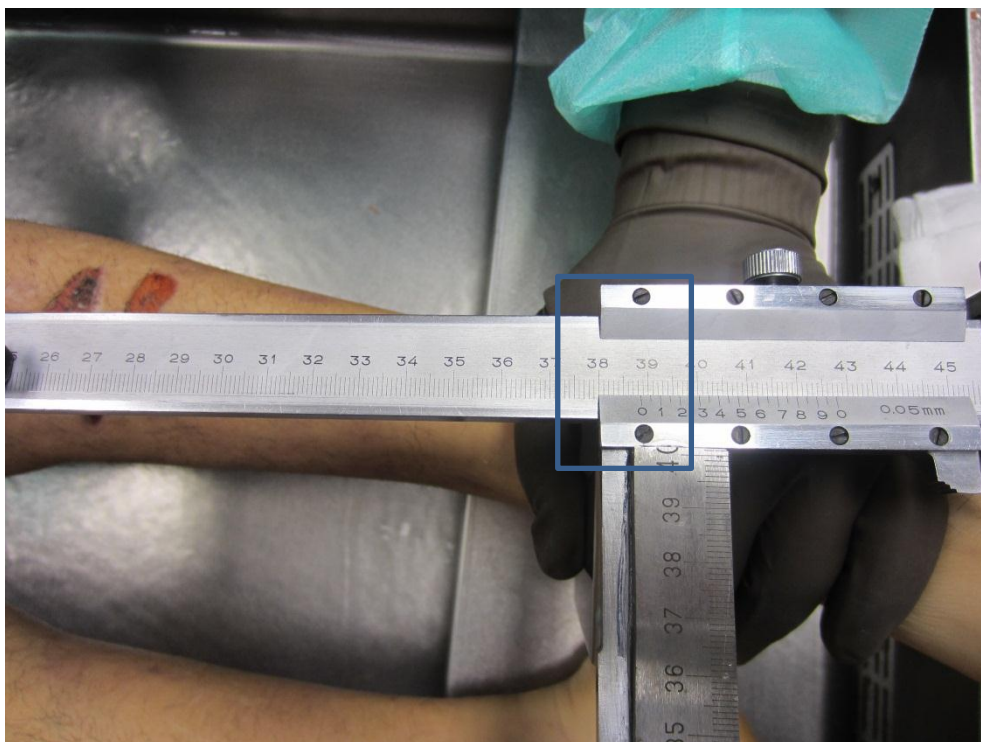




F3: Instrumento de medida. Estructura completa. Vista general.



F4: Instrumento de medida. Detalle de la medida en centímetros.





G. Cierre de incisiones realizadas.

G1: Sutura del cóndilo lateral



G2: Sutura del maléolo tibial.



## **Anexo 5: Lavado y desinfección del instrumento de medida**

H. Lavado y desinfección con solución en polvo.



**BIBLIOGRAFÍA**

1. **Trotter, M.** *Estimation of stature from intact long bones*. En: Stewart, T. D., *Personal Identification in Mass Disasters*. Museo Nacional de Historia Natural de Washington. 1970. 71- 84.
2. **Ramey Burns, K.** *Manual de Antropología Forense*. Ed. Bellaterra. 2008. 1-34, 187-191, 250, 270-273.
3. **Bogin, B Y Keep, R.** *Eight thousand years of economic and political history in Latin America revealed by anthropometry*. *Annals of Human Biology*. 1999, 26 (4): 333- 351.
4. **Krenzer, U.** *Compendio de Métodos Antropológicos Forenses. Tomo V: Características Individualizantes*. Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas. Guatemala. 2006. 4-7, 10, 11, 26.
5. **De Mendonça, M. C.** *Determinación de la talla a través de la longitud de los huesos largos*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1998. 14-34, 68.
6. **De Mendonça, M. C.** *Estimation of Height from de Length of Long Bones in a Portuguese Adult Population*. *American Journal of Physical Anthropology*. 2000. 112: 39-48.
7. **Bass, W.** *Human Osteology. A Laboratory and Field Manual*. 3ª edición. Columbia: Missouri Archaeological Society. 1987. 22-28. 228- 235.
8. **Jantz, L.M. y Jantz, R.L.** *Secular change in Long Bone Length and Proportion in the United States, 1800-1970*. *American Journal of Physical Anthropology*. 1999. 110:57-67.
9. **Reverte Coma, J. M.:** *Antropología Forense*. Ministerio de Justicia. Centro de Publicaciones. Madrid. 1991. 619- 664.

10. **Rodríguez Cuenca, J.V.** *Introducción a la Antropología Forense: análisis e identificación de restos óseos humanos*. Anaconda editores. Capítulo VII. Colombia. 1994. 76-83.
11. **Manouvrier, L.** *La détermination de la taille d'après les grand os des membres*. 1893. En: **Krogman, W. M. e Iscan, M. Y.** *The human skeleton in forensic medicine*. Ed. Charles C. Thomas. Springfield. 1986. 302- 351.
12. **Auerbach, B. M. y Ruff, C.B.** *Human Body Mass Estimation: A Comparison of "Morphometric" and "Mechanical" Methods*. *American Journal of Physical Anthropology*. 2004. 125: 331- 342.
13. **Jantz, R.L., Hunt, D.R. y Meadows, L.** *Maximun Length of the Tibia: How did Trotter measure it?* *American Journal of Physical Anthropology*. 1994: 93: 525-528.
14. **Jantz, R.L., Hunt, D.R. y Meadows, L.** *The measure and mismeasure of the tibia: implications for stature estimation*. *Journal of Forensic Sciences*. 1995: 40 (5): 758-61.
15. **Bennett, K. A.** *A field guide for human skeletal identification*. Ed. Charles C. Thomas. Sprinfield. 1993. 62- 78.
16. **Petrovecki, V., Mayer,D., et al.** *Prediction of Stature Based on Radiographic Measurements of cadaver long bones: a study of the Croatian Population*. *Journal of Forensic Sciences*. 2007. 52 (3): 547-552.
17. **Nath, S. Y B.** *Estimation of Stature on the Basis of Measurements of the Lower Limb*. *Kamla-Raj Enterprises*. 2007. *Anthropologist Special*. 3: 219- 222.
18. **Agnihotri, A.K. et al.** *Estimating stature from percutaneous length of tibia and ulna in Indo-Mauritian population*. *Forensic Science International*, 2009. 187: 109e1-109e3.

- 19. Spradley, M.K., Jantz, R.L., Robinson, A. y Peccerelli, F.** *Demographic Change and Forensic Identification: Problems in Metric Identification of Hispanic Skeletons.* Journal of Forensic Sciences. 2008. 53(1): 21-28.
- 20. Wilson, R.J., Herrmann, N.P. y Jantz L.M.** *Evaluation of stature estimation from the Database for Forensic Anthropology.* Journal of Forensic Sciences. 2010. 55(3):684-689.
- 21. Nath, S. y Badkur, P.** *Reconstruction of Stature from Long Bone Lengths.* Kamla-Raj. 2002. Anthropologist. 4 (2). 109-114.
- 22. Bermúdez, O.I, Becker, E. K. y Tucker, K.L.** *Development of sex-specific equations for estimating stature of frail elderly Hispanics living in the northeastern United States.* American Journal of Clinical Nutrition. 1999. 69; 992-998.
- 23. Martínez Carrión, J.M.** *Niveles de vida y desarrollo económico en la España Contemporánea: una visión antropométrica.* Revista de Historia Económica. 1994. 3; 685-716.
- 24. Sarajlic, N., Cihlarz, Z., Klonowski, A.E., Selak, I.** *Stature Estimation for Bosnian Male Population.* Bosnian Journal of Basic Medical Sciences. 2006; 6(1): 62-67.
- 25. Shields, K. J.** *The Importance of individual and population variation to human stature estimation.* Tesis Doctoral. Missoula, Montana (EEUU). Universidad de Montana. 1995. 26-35.
- 26. Ousley, S.D. y Jantz, R.L.** *Fordisc 2.0: Personal computer forensic discriminant functions.* International journal of Osteoarchaeology. 1998. 8:128-133.
- 27. Ubelaker, D.H., Ross, A.H., Graver, S.M.** *Application of forensic Discriminant functions to a Spanish Cranial sample.* Forensic Science Communications. 2002. 4:3.

- 28. Kieffer, C.L.** *Tibia and Fibula stature formulae for modern female populations based on digital radiographic measurements.* Journal of Forensic Sciences. 2010. 55(3):695-700.
- 29. Duyar, I. y Pelin, C.** *Body height estimation based on tibia length in different stature groups.* American Journal of Physical Anthropology. 2003. 122: 23-27.
- 30. Duyar, I., Pelin, C. y Zagyapan, R.** *A new method of stature estimation for forensic anthropological application.* Anthropological Science. 2006. 114:23-27.
- 31. Didia, B.C., Nduka, E. C. y Adele, O.** *Stature Estimation Formulae for Nigerians.* Journal of Forensic Sciences. 2009. 54(1): 20-21.
- 32. Mantilla Hernández, J.C., Cárdenas Durán, N. y Jacomé Bohórquez, J.M.** *Estimación de la talla a partir de la medida de la tibia en población colombiana.* International Journal Morphology. 2009. 27(2):305-309.
- 33. Jantz, R.L., Kimmerle, E.H. y Baraybar, J.P.** *Sexing and Stature estimation criteria for Balkan population.* Journal of Forensic Sciences. 2008. 53 (3): 601-605.
- 34. Radoinova, D., Tenekedjiev, K. y Yordanov, Y.** *Stature Estimation from long bones lengths in Bulgarian.* Homo. 2002. 52(3): 221-232.
- 35. Ross, A.H. y Manneschi, M.J.** *New identification criteria for the Chilean population: Estimation of sex and stature.* Forensic Science International. 2011. 204: 206e1-206e3.
- 36. Martínez Carrión, J.M.** *Estatura, salud y bienestar en las primeras etapas del crecimiento económico español. Una perspectiva comparada de los niveles de vida.* Asociación española de historia económica. 2001. Nº 102.
- 37. Martínez Carrión, J.M.** *Estaturas y desigualdad regional y desarrollo económico en Italia y España durante el siglo XX.* Colección Mediterráneo Económico. Mediterráneo e Historia Económica. 2005. Nº 7.

- 38. Martínez Carrión, J.M. y Moreno Lázaro, J.** *Was there an urban height penalty in Spain, 1840-1913?* *Economics and Human Biology*. 2007. 5: 144-164.
- 39. Martínez Carrión, J.M.** *La talla de los europeos desde 1700: tendencias, ciclos y desigualdad*. Sociedad Española de Historia Agraria. 2011. Documentos de Trabajo. Nº 11-06.
- 40. Komlos, J.** *¿Qué es la historia antropométrica?* *Revista Historia Económica*. 1994. Nº 3.
- 41. Steckel, R.H.** *Health and nutrition in the Preindustrial Era: insights from a millennium of average heights in Northern Europe*. NBER. 2001. Working Paper Nº 8542.
- 42. Spijker, J., Pérez, J. y Cámara, A. D.** *Cambios generacionales de la estatura en la España del siglo XX a partir de la Encuesta Nacional de Salud*. *Estadística Española*. 2008. 50 (169): 571-604.
- 43. Escudero, A. y Simón, H.J.** *El bienestar en España: Una perspectiva en el largo plazo, 1850-1991*. *Revista de Historia Económica*. 2003. 3: 525-565.
- 44. García, J. y Quintana-Domeque, C.** *The evolution of adult height in Europe: a brief note*. *Economics and Human Biology*. 2007. 5: 340-349.
- 45. Cavelaars, A.E.J.M. , Kunst, A. E., Geurts, J. J. M., Crialesi, R., Grötvedt, L., Helmert, U., Lahelma, E., Lundberg, O., Mielck, A., Rasmussen, N. Kr., Regidor, E., Spuhler, Th. y Mackenbach, J. P.** *Persistent variations in average height between countries and between socio-economics groups: an overview of 10 European countries*. *Annals of Human Biology*. 2000. 27 (4): 407-421.
- 46. Martínez Carrión, M.C. y Puche Gil, J.** *La evolución de la estatura en Francia y en España, 1770-2000- Balance historiográfico y nuevas evidencias*. *Dynamis*. 2011. 31 (2): 429-452.
- 47. Ballester Añón, R. y Perdiguero Gil, E.** *Ciencia e ideología en los estudios sobre crecimiento humano en Francia y en España (1900-1950)*. *Dynamis*. 2003. 23: 61-84.



- 48. Mauro Machuca, R.** *Cambios de la pobreza en el Perú: 1991-1998. Un análisis a partir de los componentes del ingreso.* Consorcio de investigación económica y social. 2002. Investigaciones breves. 11-20.
- 49. Meisel Roca, A. y Vega Acevedo, M.** *Los orígenes de la antropometría histórica y su estado actual.* Cuadernos de Historia Económica y Empresarial. 2006. 18.
- 50. Cámara Hueso, A.D.** *Fuentes antropométricas en España: problemas metodológicos para los siglos XVIII y XIX.* Historia Agraria. 2006. 38: 105-118.
- 51. Moreno Lázaro, J. y Martínez Carrión, J.M.** *La evolución de la estatura en una región atrasada de la España interior: Castilla y León, 1830-1960.* Hispania. Revista Española de Historia. 2009. 69 (231): 209-234.
- 52. García Montero, H.** *Antropometría y niveles de vida en el Madrid rural, 1837-1915.* Historia Agraria. 2009. 47: 95-117.
- 53. Quiroga Valle, G.** *Estatura, diferencias regionales y sociales y niveles de vida en España (1893-1954).* Revista de Historia Económica. 2001. 19.
- 54. Quiroga Valle, G.** *Diferencias regionales de estatura y procesos migratorios en la España del siglo XX.* VII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica. 2005.
- 55. Quintana Domeque, C., Bozzoli, C. y Bosch, M.** *The evolution of adult height across Spanish Regions, 1950-1980: a new source of data.* Economics and Human Biology. 2012. 10: 264-275.
- 56. Krogman, W. M. e Iscan, M. Y.** *The human skeleton in forensic medicine.* Ed. Charles C. Thomas. Springfield. 1986. 5- 51 , 302- 351.
- 57. Stewart, T.D.** *Essentials of Forensic Anthropology.* Ed. Charles C. Thomas. Springfield. 1979. 190-226.
- 58. Sarvesvaran, R. y Knigth, B. H.** *The examination of skeletal remains.* Malaysian Journal Pathology. 1994. 16: 117- 126.

- 59. Waxenbaum, E.B., Hunt, D.R. y Falsetti, A.B.** *Intercondylar eminences and their effect on the maximum length measure of the tibia.* Journal of Forensic Sciences. 2010. 55 (1): 145-148.
- 60. Ríos Frutos, L.** *Estimación de la estatura en restos óseos: problemas metodológicos.* En XVII Simposio de investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003, editado por Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala. 2004. 110- 116.
- 61. Raxter, M. H., Auerbach, B. M. y Ruff, C. B.** *Revision of the Fully Technique for Estimating Statures.* American Journal of Physical Anthropology. 2006. 130: 374-384.
- 62. Raxter, M. H., Auerbach, B. M. y Ruff, C. B.** *Technical Note: Revised Fully Stature Estimation Technique.* American Journal of Physical Anthropology. 2007. 133: 817-818.
- 63. Steele, D. G.** *Estimation of Stature from Fragments of Long Limb Bones.* En: Stewart, T. D. Personal Identification in Mass Disasters. Museo Nacional de Historia Natural de Washington. 1970. 85- 97.
- 64. Muñoz Barús, J.I., Liñares Iglesias, M., Suárez Peñaranda, J.M., Mayo, M., Miguéns, X., Rodríguez Calvo, M.S., Concheiro, L.** *Stature Estimation from Radiographically Determined Long Bone Length in a Spanish Population Sample.* Journal of Forensic Sciences. 2001. 46.2. 363-366.
- 65. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España.** *Programa Nacional de Tecnificación Deportiva.* Consejo Superior de Deportes. 2006
- 66. Steyn, M. y Smith, J.R.** *Interpretation of ante-mortem stature estimates on South Africans.* Forensic Science International. 2007. 171: 97-102.
- 67. Celbis, O. y Agritmis, H.** *Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample.* Forensic Science International. 2006. 158: 135-139.

- 68. Kimmerle, E.H., Jantz, R.L., Konigsberg, L.W y Baraybar, J.P.** *Skeletal Estimation and Identification in American and East European Populations*. Journal of Forensic Sciences. 2008. 53 (3): 524-532.
- 69. Lippert, H.** *Anatomía con orientación clínica*. Editorial Marban. 2006. 26-33.
- 70. White, T.D y Folkens, P.A.** *The Human Bone Manual*. Editorial Elsevier. 2005. 46,47, 279.
- 71. Thali, M.D., Viner, M.D. y Brogdon, B.G.** *Brogdon's Forensic Radiology*. Editorial CRC Press. Taylor y Francis Group. 2011. 87
- 72. Cunningham, C.A. y Stephen, A.** *The Appearance of Harris Lines at the Iliac Crest*. Axis. 2010. 2 (1): 13-21.
- 73. Lazala V., O.** *Artículo Corto. Líneas de Harris*. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología. 2009. 23 (2): 127-128.
- 74. Aufderheide, A. C. y Rodríguez Martín, C.** *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press.1998. 422-423.
- 75. Brothwell, D. y Sandison, A.T.** *Diseases in Antiquity*. Ed. Charles C. Thomas. Springfield. 1967. 390-404.
- 76. Sánchez Sánchez, J.A., Gómez Bellard, F. y Arroyo Pardo, E.** *Estudio de las Líneas de Harris en los restos óseos medievales de la iglesia de San Francisco, Medina de Rioseco (Valladolid)*. Munibe. 1992. 8: 213-216.
- 77. Martin, R. y Knußmann, R.** *Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Band I: Wesen und Methoden der Anthropologie*. Ed. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. New York. 1988. 220-221.
- 78. Tideiksaar, Rein.** *Caídas en el anciano. Prevención y tratamiento*. Editorial Masson. 2005. 7-26.
- 79. Guillén Llera, F. y Pérez del Molino, J.** *Síndromes y cuidados en el paciente geriátrico*. Editorial Elsevier Masson. 2008. 32-45.

- 80. Delgado Bueno, S.** *Tratado de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Tomo III: Patología y Biología Forense.* Editorial Bosch. 2011. 17-19.
- 81. Saukko, P. y Knight, B.** *Knight's Forensic Pathology.* Editorial Arnold. 2004. 60-63.
- 82. Gisbert Calabuig, J.A.** *Medicina Legal y Toxicología.* Editorial Masson. 2004. 195-197.
- 83. Di Maio, V. J. M. y Dana, S.E.** *Manual de Patología Forense.* Editorial Díaz de Santos. 2003. 24-25.
- 84. Carrasco de la Peña, José L.** *El método estadístico en la investigación médica.* Editorial Ciencia. 1995. 127-326.
- 85. Pérez López, César.** *Técnicas Estadísticas Multivariantes con SPSS.* Editorial Garceta. 2009. 1-8.
- 86. Pérez López, César.** *Técnicas y análisis de datos con SPSS 15.* Editorial Prentice-Hall. 2009. 299-333.
- 87. Martín Andrés, A. y Luna del Castillo, J.** *Apuntes de bioestadística. Primer curso de Medicina.* Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada. 2011.
- 88. Belmonte Expósito, M.T., Sánchez Blanque, J.L., Inmaculada Alemán Aguilera y Botella López, M. C.** *Estimación de la estatura a través de la tibia en población contemporánea española adulta femenina.* Cuadernos de Medicina Forense. 2011. 17 (2): 83-89.
- 89. Netter, F.H.** *Atlas de Anatomía Humana.* Editorial Masson. 2000. 503, 506, 522 y 524.