

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de toxicología y Legislación Sanitaria



**DETERMINACIÓN DE EDAD ÓSEA EN
ADOLESCENTES. ESTUDIO RADIOLÓGICO
DEL PIE Y ANÁLISIS DE IMAGEN EN EL
GRUPO DE 17 A 19 AÑOS.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

MARÍA DEL MAR ROBLEDO ACINAS

Bajo la dirección de los doctores
Dr. D. José Antonio Sánchez Sánchez
Dr. D. Bernardo Perea Pérez

Madrid, 2008

• ISBN: 978-84-692-5062-4

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA Y LEGISLACIÓN SANITARIA



**DETERMINACIÓN DE EDAD ÓSEA EN
ADOLESCENTES. ESTUDIO RADIOLÓGICO
DEL PIE Y ANÁLISIS DE IMAGEN EN EL
GRUPO DE 17 A 19 AÑOS.**

TESIS DOCTORAL

MARÍA DEL MAR ROBLEDO ACINAS

Dirigida por: Dr. D. José Antonio Sánchez Sánchez

Dr. D. Bernardo Perea Pérez

MADRID, 2008

*A Irene,
mi sobrina.*

*“Barco vacío, prenda abandonada,
los que te usamos, durante largo tiempo vivimos,
otro día, otra noche,
así dicen mis huesos por dentro.
Y de éste modo harán mi voluntad
ahora que todavía soy el amo,
y carne y alma, firmes de momento,
arrastrarán a los esclavos hoscos,
antes de que éste fuego me consuma el juicio,
de que este humo me lleve el pensamiento,
y deje solo con la noche antigua
al férreo y perdurable hueso”*

A. E. Housman, The Immortal Part

*"Dicen que los huesos de los muertos no cuentan cuentos.
En muchos casos hablan por sí mismos, narran historias
de dolor, de violencia y de abusos"*

Rigoberta Menchú, premio Nobel de la Paz.

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de los años en los que se ha desarrollado este trabajo, muchas han sido las dificultades encontradas, y por tanto resulta obligado a la vez que grato, mostrar mi agradecimiento desde estas líneas a todas las personas que, de una manera u otra, han contribuido a que este barco llegase a buen puerto.

En un lugar destacado, al Dr. José Antonio Sánchez Sánchez, Director de la Escuela de Medicina Legal de Madrid y Director de éste trabajo, son tantas las cosas que tengo que agradecerle que resulta difícil plasmarlas en pocas palabras. De su mano comencé a caminar por éste, a veces arduo, pero sin duda apasionante camino de la Medicina Legal y de la Antropología Forense, a él especialmente quiero agradecerle la oportunidad que me dió hace 3 años cuando accedió a dirigir este trabajo, su permanente disponibilidad para ayudarme, no solo con las dudas que mi trabajo me planteaba sino, también, para escuchar mis palabras de desconsuelo en muchas ocasiones, debo agradecerle todo lo que me ha enseñado en este tiempo y la confianza que ha demostrado tener en mi a lo largo de estos años, confianza que espero no defraudar nunca.

Al Dr. Bernardo Perea, le agradezco su ayuda, su apoyo y sus inestimables consejos en la elaboración de este trabajo.

A la Dra. M^a José Anadón, Directora del Departamento de Toxicología y Legislación Sanitaria, quiero agradecerle su apoyo, su ayuda, su confianza en mi, y, sus oportunas palabras de ánimo, sin ellas, hoy yo no estaría aquí.

Al Dr. César Borobia, al Dr. Andrés Santiago, a la Dra. Elena Labajo, a la Dra. Elena Albarrán y a todos mis compañeros del departamento de Toxicología y Legislación Sanitaria les agradezco su apoyo y sus palabras de aliento, tan necesarias en muchas ocasiones.

A Manuela Pumar, Técnico de laboratorio de la Escuela de Medicina Legal, le agradezco su ayuda en la recopilación de la muestra estudio de este trabajo, su alegría, su amistad y su paciencia, ella ha sufrido, en numerosas ocasiones, mi desaliento.

A Pedro Cuesta, Jefe de Proyecto del Departamento de Apoyo a la Investigación, del Área de Informática y Comunicaciones de la Universidad Complutense de Madrid, le agradezco su ayuda en la elaboración y comprensión del estudio estadístico.

No debo olvidarme de D. Jose Luís Lazaro, Subdirector de la Clínica Podológica Universitaria de la Universidad Complutense de Madrid, y de todo el personal que trabaja con él, gracias a ellos conseguimos la muestra necesaria para la realización de éste trabajo.

A mi madre, quiero agradecerle su apoyo y su ayuda en este difícil año, espero que en este momento, todos los sinsabores queden olvidados y lo viva con la misma ilusión que yo misma. No puedo dejar de mencionar a mi padre, que ya no está, pero que, sin ninguna duda, me habría apoyado en este proyecto y que, estoy convencida, de que, de estar hoy conmigo se mostraría como un padre orgulloso.

Y no sería justo no mencionar a Yannis a quién debo agradecer su apoyo, su comprensión y sobre todo su paciencia en estos últimos y difíciles meses.

A lo largo de estos años, ha habido momentos difíciles, momentos en los que nos encontrábamos puentes que parecían infranqueables, y que, sin duda alguna, yo sola no habría podido cruzar, por todo ello, gracias, espero, sinceramente, que a todos ellos les llegue todo el contenido que pongo en esta palabra, gracias.

Indice

1. JUSTIFICACIÓN

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Importancia de la Antropología Forense

2.2. Revisión histórica

2.3. Determinación de la edad en restos óseos

3. OBJETIVOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Material

4.2. Métodos

5. RESULTADOS

5.1 Estudio Morfológico

5.1.1. Resultados para mujeres

5.1.1.1. Por edad

5.1.1.2. Por hueso

5.1.2. Resultados para varones

5.1.2.1. Por edad

5.1.2.2. Por hueso

5.2. Estudio de Análisis de Imagen

6. DISCUSIÓN

7. CONCLUSIONES

8. ABREVIATURAS

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Justificación

Actualmente se plantea, en los tribunales de justicia, la necesidad de determinar la edad en personas jóvenes a fin de establecer si han alcanzado o no la mayoría de edad legal.

Este es un problema antiguo dentro de la Medicina Legal y Forense, que, además, tiene implicaciones dentro de la Antropología Forense, debido a que se plantea, en numerosas ocasiones, la necesidad de determinar la edad en sujetos esqueletizados.

En el ámbito de la Medicina Legal y Forense, la determinación de la edad ósea infantil tiene gran importancia a la hora de establecer, tanto en casos civiles como forenses, la posible identidad de un niño.

Por otro lado, la elección de este tema como objeto de estudio en mi Tesis Doctoral, viene justificada porque el estudio de la edad ósea es una de las líneas de investigación instaurada, desde hace años, en la Escuela de Medicina legal y Forense de Madrid.

2. Introducción

2.1. IMPORTANCIA DE LA ANTROPOLOGÍA FORENSE.

La Antropología Forense es la aplicación de la ciencia de la Antropología Física o Antropología Biológica al proceso legal (*American Board of Forensic Anthropology, 2003*). El Antropólogo Forense aplica normas técnicas científicas desarrolladas en la Antropología Física para la identificación de restos óseos y/o cadáveres en distintos estadios de conservación (con alteraciones de índole natural, accidental o intencional), asistencia para la localización y recuperación de restos humanos e identificación de sujetos vivos.

Para *Reverte* (1999), la Antropología Forense tiene como fines principales el estudio de los restos óseos esqueléticos con objeto de llegar a la identificación personal, averiguar la causa de la muerte, la data de la muerte, la edad, sexo, raza, estudio de la cavidad bucal y todo cuanto sea posible para proporcionar información a los investigadores policiales para que puedan llegar a la identificación del sujeto. Además, la Antropología Forense estudia al sujeto vivo y sus características biotipológicas así como su posible relación con los hechos delictivos.

La Antropología Forense junto con la Odontología Forense y la Patología Forense, se encuentran dentro del marco de actuación específico de las Ciencias Forenses.

Según *Krogman & Iscan* (1986) trata "...la reconstrucción de la biografía biológica antemortem incluyendo el intento de reconstrucción de la forma de vida de la víctima hasta el momento de su muerte."

Al igual que en la Medicina Legal y Forense, y por ser una rama dentro de ésta, la Antropología Forense intenta determinar, en primer lugar, la identidad del sujeto, y posteriormente, el diagnóstico de la muerte, data de la muerte y todas las circunstancias que ocurrieron en el momento de la misma.

Para llegar a la identificación del sujeto, uno de los primeros parámetros a determinar es la edad del mismo a partir de sus restos óseos, diferenciando si se trata de los restos de un individuo adulto, infantil o infanto-juvenil, para, a partir de aquí, determinar el sexo, data y causas de la muerte.

De entre los métodos utilizados por el Antropólogo Forense para la determinación de la edad de un individuo por sus restos óseos, la radiología juega un papel fundamental por la información que aporta sobre los huesos. Esto hace que, las técnicas radiológicas, resulten igualmente válidas para la determinación de la edad tanto de individuos vivos como de individuos fallecidos.

2.2. REVISIÓN HISTÓRICA.

La Antropología surge en España en 1860, por la influencia que ejerce en los primeros investigadores españoles, Paul Broca, Antropólogo francés creador de la Antropología Física, siendo en 1864 cuando, Pedro González de Velasco, constituye la Sociedad Española de Antropología, y poco mas tarde el Museo Antropológico Nacional.

Se crea, en 1884, el Museo y Laboratorio de Craniometría, gracias al trabajo del Dr. Federico Olóriz y Aguilera, que convierte ésta colección, no solo en una de las mas numerosas de Europa, consta de mas de 2.500 piezas, sino referente de numerosos estudios antropológicos.

En ésta misma época, a partir de 1880, surgen las primeras publicaciones de Antropología Criminal, influenciadas por las aportaciones de la Escuela Italiana de Antropología Criminal y la Antropología Jurídica Francesa.

La Escuela de Criminología, comienza a funcionar en 1906, contando, entre sus primeros profesores con el Dr. Olóriz, creador del nuevo sistema para el uso de huellas dactilares y su clasificación.

Y ya en la actualidad, el profesor José M. Reverte Coma será el impulsor de un laboratorio en la Escuela de Medicina Legal de Madrid dedicado al estudio de la Antropología Forense y la Paleopatología.

Fuera de España, *Thomas Dwight*, padre de la Antropología Forense, según *T. Dale Stewart* (1979), publicó en 1878 un artículo que lleva por título "*La identificación del esqueleto humano. Un estudio médico-legal*", artículo que establece una línea de trabajo para la actual Antropología Forense.

En 1920 *Todd* establece el estudio de la sínfisis del pubis como elemento para determinar la edad en el momento del fallecimiento de un sujeto. Será el maestro del que se considera el más importante Antropólogo Forense, *Wilton Marion Krogman*, autor del primer libro sobre Antropología Forense "*The Human Skeleton in Forensic Medicine*" en 1986, libro esencial para el estudio de esta ciencia.

La Antropología Forense moderna surge de los estudios realizados en Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial, en 1947, la Armada de Estados Unidos abrió el primer Laboratorio Central de Identificación en Hawai, siendo el Dr. *Charles Snow* de la Universidad de Kentucky el encargado como Antropólogo físico de las tareas de identificación.

Otros autores europeos a tener en cuenta por su contribución a la Antropología Forense son *R. P. Helmer*, *I. G. Fazekas*, *F. Kosa*. y *A. Boddington*.

2.3. DETERMINACIÓN DE LA EDAD EN RESTOS ÓSEOS.

El avance de las ciencias forenses en las últimas décadas ha propiciado el desarrollo de nuevas y mejores técnicas de estimación de la edad en el esqueleto. La estimación de la edad implica la observación de rasgos morfológicos en los restos esqueléticos, la comparación de esta información con los cambios obtenidos de estudios sobre poblaciones recientes de edad conocida, y la consideración de los posibles factores de confusión (raza, sexo,...) que puedan existir entre la población desconocida y la población a estudiar.

Para estimar la edad debemos utilizar los conocimientos sobre los cambios cronológicos que se suceden en el esqueleto. Estos cambios no se desarrollan a la vez o con el mismo ritmo en diferentes huesos y estructuras, lo que nos llevará al cálculo de estimación de la edad.

Durante la primera infancia, la mayoría de los cambios afectan a la apariencia y crecimiento de los huesos y dientes. Durante la segunda infancia y adolescencia, el crecimiento óseo, la erupción dental, y la calcificación continúan; además, se desarrollan y fusionan las epífisis del esqueleto postcraneal. Sobre los 20 años la mayor parte del desarrollo se ha completado, la mayoría de las epífisis están unidas, y casi todos los dientes han erupcionado y están completamente calcificados. Después de los 20 años, las indicaciones nos las proporcionan la progresiva unión de las suturas craneales, los cambios en la apariencia de la superficie sinfisaria del pubis, los cambios degenerativos (artrosis, desgaste dental), cambios en la extremidad esternal de la costilla y los cambios en la estructura microscópica de los huesos y dientes. Por tanto, el primer paso al examinar un espécimen de edad desconocida es determinar si se trata de un niño pequeño, un niño mayor, un adolescente o un adulto, y seleccionar el criterio apropiado para definir la edad con mayor exactitud en cada categoría, también se incluyen estudios actualizados sobre los cambios histológicos y radiológicos del hueso.

Por tanto, en los últimos años se han desarrollado nuevas y mejores técnicas de estimación de la edad en el esqueleto que podemos agrupar en métodos morfológicos, histológicos, radiológicos y otros métodos que incluyen el análisis dental.

1.) Los métodos morfológicos para la determinación de la edad se basan en las transformaciones que experimenta el hueso durante el crecimiento y con el paso de los años. Estas son muy marcadas en los periodos extremos de la vida, infancia y senectud, pero paulatinos y poco evidentes en las edades intermedias.

2.) Los métodos histológicos están basados en el estudio microscópico de las osteonas en secciones de hueso, es útil cuando el material del que disponemos para estudio son fragmentos de hueso.

Ortner (1975) sugiere que la utilización de este método de determinación de la edad entraña riesgo metodológico, y que cabe la posibilidad de que la índole de la actividad física en la vida de un individuo, las variaciones en la dieta y el estado endocrino podría influir en el cuadro histológico.

Brothwell (1987) en su libro "Desenterrando huesos" describe métodos microscópicos para la determinación de la edad, y siguiendo los estudios iniciales de Kerley (1978), apunta como ha habido un creciente interés en la posibilidad de determinar la edad de los huesos mediante los cambios que se producen a nivel histológico (número de osteonas, fragmentos de osteona y conductos no haversianos). La estimación del tejido lamelar en cuatro campos seleccionados de 100 aumentos se hizo a partir del tercio exterior del hueso cortical en secciones de fondo de la diáfisis media del fémur, la tibia y el peroné. La edad se estimó utilizando fórmulas de regresión establecidas con relación a los cambios histológicos observados.

Una importante aportación a este campo es el estudio presentado por Prieto, J.L. (1993) en su tesis doctoral, realizada sobre una muestra de individuos infantojuveniles, de población española actual. Prieto cuantifica una serie de parámetros histomorfométricos óseos, apunta que sus resultados son diferentes a los obtenidos en estudios realizados sobre población danesa y estadounidense, atribuyendo estas diferencias, probablemente, al uso de una nomenclatura diferente así como a la utilización de diferentes aumentos en las mediciones, concluyendo que se diferencian cuatro fases, según las variaciones histomorfométricas, durante la etapa de crecimiento: de 0-5 años (fase de maduración), de 6-10 años (fase de crecimiento femenino), de 11-15 (fase de crecimiento masculino) y de 16-20 años (fase de detención del crecimiento).

3.) Los métodos radiológicos se basan en que el tejido óseo es una estructura dinámica, en la que la aposición y la reabsorción se hallan equilibradas, y, se desequilibran, con predominio de uno de los procesos, en situaciones patológicas o en determinados momentos de la evolución fisiológica del individuo. Los elementos de estudio, tienen en su base la involución o cambios sufridos por la esponjosa y la cortical de los huesos largos con la edad (Nemeskéry, Harsányi y Acsádi, 1960).

4.) Métodos odontológicos. En determinados momentos de la vida del individuo, existen otros métodos que pueden utilizarse para la determinación de la edad, en la infancia, el método que puede ayudarnos con una gran fiabilidad es el análisis dental. Los criterios empleados para la estimación de la edad, deben guardar relación con la madurez del individuo. La información sobre la erupción dental no será válida para diferenciar un adulto de 30 años de uno de 50, sin embargo, permite saber si se trata de un niño de 6 u 8 años. Por tanto, el primer paso al examinar un sujeto de edad desconocida es determinar, si se trata de un niño pequeño, un niño, un adolescente o un adulto, y seleccionar el criterio apropiado para definir la edad con mayor exactitud en cada categoría. El desarrollo de los dientes, la unión de las epífisis y la longitud de los huesos largos son los criterios principales para estimar la edad en inmaduros. El desarrollo dental

proporciona los resultados más fiables, especialmente entre el nacimiento y los 12 años de edad.

Para Gam, Lewis y Polacheck (1960) la calcificación y la erupción dental son los indicadores más fiables de la edad cronológica en inmaduros. Los estándares para estimar la edad en niños blancos modernos han sido elaborados por Moorrees, Fanning y Hunt (1963). Este y otros trabajos relacionados los recoge Ubelaker en su libro "Enterramientos Humanos, excavación, análisis, interpretación" (2007).

Respecto al tercer molar y su interés para la determinación de la edad debido a su gran variabilidad, Stewart (1979), en sus estudios de antropología y otros autores como Reverte (1991) ó Krogman (1986), comentan como el examen externo de los niños centrado en la existencia o no de erupción de los terceros molares, es demasiado impreciso dada la alta variabilidad de aparición de este fenómeno fisiológico. Sin embargo, Nambian et al (1996), sugiere en sus estudios que resultaría más adecuado valorar la evolución de la maduración y osificación de los terceros molares, ya que es un fenómeno más estable aún dentro de su alto grado de variabilidad.

Dermijian y Col (1973), describieron un método para cuantificar el grado de maduración de los terceros molares, un método gráfico muy original, reproduciéndolo en 8 estadios:

Estadio 1: Las puntas de las cúspides están mineralizadas, pero aún no están unidas.

Estadio 2: Las cúspides están unidas y la morfología coronal está bien definido.

Estadio 3: La corona formada a medias; son evidentes la cámara pulpar y la aposición de dentina.

Estadio 4: La corona está completa hasta el límite amelo-cementario. La cámara pulpar es de forma trapezoidal.

Estadio 5: Se inicia la bifurcación interradicular. La longitud de la raíz es menor que la longitud de la corona.

Estadio 6: La longitud de la raíz es tan grande como la corona. Las terminaciones de las raíces tienen forma de embudo.

Estadio 7: Las paredes de las raíces son paralelas, pero los ápices de las raíces permanecen abiertas.

Estadio 8: Los ápices de las raíces se hallan cerrados completamente. La anchura de la membrana periodontal es constante alrededor de las raíces.

5.) Estudios de crecimiento. La investigación sobre el envejecimiento del esqueleto dista mucho de haberse completado. En su mayoría, los periodos de osificación y edades de erupción se han elaborado sobre la base de muestras norteamericanas y europeas y es posible que no sean aplicables exactamente a otras poblaciones de otras partes del mundo.

La determinación de la edad en restos esqueléticos tiene bastantes más probabilidades de ser exacta cuando se trata de individuos que no han alcanzado la madurez o de adultos jóvenes, los restos de personas de más edad presentan un problema mayor, y cuando se trata de poblaciones no contemporáneas resulta difícil estar seguros de que los cambios producidos por la edad se produjeron a las mismas edades que en poblaciones modernas y que presentaban idéntica variabilidad grupal.

La mayoría de estudios de crecimiento basados en restos esqueléticos se han limitado principalmente a material arqueológico cuya edad se ha estimado a partir de la dentición, de manera que, una determinación de la edad derivada de la longitud de un hueso largo no sólo incluye los errores resultantes de la variabilidad en el crecimiento, sino también los errores incorporados en la estimación original de la edad basada en la dentición.

Con la excepción de los huesos intramembranosos del cráneo, los huesos del esqueleto son de origen endocondral, conformados primero en tejido cartilaginoso con la misma forma de hueso que se formará tras su reemplazo por tejido óseo. El cartílago llega a tener un aspecto característico del hueso y se reemplaza por tejido óseo. A ambos extremos, entre la diáfisis y la epífisis hay un disco de cartílago hialino (zona diáfisis-epifisaria o metáfisis), es en esta zona donde de hecho, se produce el crecimiento longitudinal del hueso, hasta la unión definitiva de las epífisis con las diáfisis. Es aquí donde el crecimiento ocurre hasta que la epífisis se une con la diáfisis.

En un principio, las epífisis son completamente amorfas, generalmente redondeadas, no más grandes que una cabeza de alfiler. Conforme avanza el crecimiento, el hueso va adquiriendo su forma final, mostrando los detalles óseos de las estructuras que se van desarrollando.

Cuando los dientes están ausentes, la edad puede estimarse utilizando las longitudes de los huesos largos. Este método no es muy exacto porque los ritmos de crecimiento varían ampliamente entre poblaciones, e incluso entre individuos del mismo grupo social. El principal error en la estimación se acrecienta por el hecho de que la mayoría de los datos han sido registrados a partir de niños vivos, mientras que las estimaciones prehistóricas se efectúan sobre huesos secos.

Hasta la pubertad las diáfisis de los huesos largos están separadas de las epífisis en ambos extremos (y a veces en ciertas estructuras de las diáfisis). En torno a la pubertad, las epífisis se unen con las diáfisis poniendo fin al crecimiento longitudinal del hueso y al aumento de la estatura. Como estas uniones tienen lugar en los distintos huesos en momentos diferentes, son útiles para estimar la edad especialmente entre los 10 y 20 años, cuando los datos de la dentición y longitud de los huesos ven limitado su valor. La unión de las epífisis es fácil de observar, porque la superficie diafisaria aún sin unir tiene una apariencia característicamente rugosa e irregular.

Los datos sobre la aparición y unión de las epífisis están disponibles en muchas fuentes bibliográficas, así, los estándares para la clavícula han sido desarrollados por Todd y D'Errico (1928), la mano y muñeca por Greulich y Pyle (1950) y la rodilla por Pyle y Hoerr (1955), proporcionando definiciones netas del desarrollo medio.

Son Mckern y Stewart (1957) quienes documentan el rango de variación, aportan datos de la unión de una variedad de epífisis en su estudio de jóvenes varones americanos muertos en la Guerra de Corea. Analizaron una amplia muestra de 450 varones de edad comprendida entre 17 y 50 años, una contribución importante del estudio es su demostración de que normalmente transcurren varios años entre el comienzo y el final del cierre. Enfatizan la importancia de definir el estadio exacto de unión para cada epífisis, frente al uso de un sencillo “unido” o “no unido”. Su estudio también demuestra que para la estimación de la edad no tienen el mismo valor en todas las epífisis, Los mejores indicadores son la porción proximal del húmero, el epicóndilo medial, la porción distal del radio, la cabeza femoral, la porción distal del fémur, la cresta ilíaca, la porción medial de la clavícula, la articulación $\frac{3}{4}$ del sacro, y las articulaciones laterales del sacro, recomiendan valorar el patrón total de maduración del esqueleto y proporcionan un método útil para hacerlo.

Stewart establece que la evaluación de la unión epifisaria tiene lugar en cinco estadios:

- 0- Ausencia de unión
- 1- $\frac{1}{4}$ de unión
- 2- $\frac{1}{2}$ de unión
- 3- $\frac{3}{4}$ de unión
- 4- unión completa

Posteriormente, Stewart (1979) realiza observaciones de la variación en el intervalo de unión epifisaria entre diferentes poblaciones, también observó que una inspección directa de la unión generalmente provoca estimaciones ligeramente más altas que la valoración radiológica.

Pueden encontrarse resúmenes de éstos y otros trabajos en Krogman (1986) y Stewart (1979).

Todos estos trabajos han mostrado una marcada diferencia sexual en el momento en que se produce la unión epifisaria. Krogman (1986) y Stewart (1979) han indicado que la unión de la mayor parte de las epífisis ocurre entre uno y dos años antes en las mujeres que en los varones. Por ello, cuando sea posible, debería determinarse el sexo con anterioridad a la determinación de la edad por la unión epifisaria. Si se desconoce el sexo, deberían emplearse los estándares para varones y mujeres e incluir un margen de error apropiado.

Krogman (1986), estudia la edad ósea en edades tempranas y comienza a hablar de la aparición de los centros de osificación. En su libro hace referencia a los huesos humanos y de los esqueletos de mamíferos, dándonos alguna idea sobre el problema de osificación que puede ser considerada para la estimación de los huesos humanos. Describe que los huesos se desarrollan a partir de una serie de centros de osificación y crecimiento. A las 11 semanas de vida intrauterina, el ser humano posee unos 806 centros de crecimiento óseo, y unos 450 en el momento del nacimiento, mientras que el esqueleto adulto posee tan sólo 206 huesos. La desaparición de unos 600 centros desde la semana once de vida intrauterina hasta el momento del fin de crecimiento es debida a las uniones entre centros adyacentes de las que surgen los huesos adultos definitivos, tal como lo conocemos. Este proceso de aparición y unión sigue, en el esqueleto humano normal, una secuencia y calendario claramente definidos, lo que le confiere una buena fiabilidad como elemento diagnóstico de la edad.

El tamaño de los huesos es también útil para predecir la edad de fetos o de niños muy pequeños, autores como Oliver y Pinneau (1960) y Fazekas y Kosa (1978) en sus numerosas publicaciones correlacionan estándares para valorar la longitud fetal y consiguientemente la edad a partir de huesos independientes.

Los estándares desarrollados por Fazekas y Kosa (1978) son especialmente valiosos, ya que se basan en 138 esqueletos fetales con un rango de edad desde el tercero al duodécimo mes lunar. Se han elaborado empleando 67 medidas sobre 37 huesos, incluyendo no solamente los componentes más importantes del esqueleto, sino también el cornete inferior, el vómer, y los osículos del oído. Las medidas están claramente definidas y las ecuaciones de regresión aportan estimaciones de la longitud del cuerpo en centímetros que pueden convertirse a la edad fetal.

Scheuer y cols (1980) formulan ecuaciones de regresión para el cálculo de la edad en fetos directamente a partir de la longitud del fémur, tibia, humero, radio y cubito. Su aplicación a muestras inglesas arroja un error estándar de tan sólo 1,24 semanas para el húmero cuando se combinan los sexos. Sin embargo, la aplicación de estas y otras fórmulas de regresión a diferentes huesos de cuatro antiguos esqueletos fetales Europeos fue menos satisfactoria, con una variación de hasta 13 semanas.

Reverte (1999) realiza una estimación de la edad en el esqueleto fetal, en el recién nacido, y, establece estudios sobre variabilidad de la osificación y determinación de la edad ósea en pubertad, adolescentes y adultos.

Por otro lado, el clima y la dieta ejercen un considerable efecto sobre el proceso de maduración ósea, como sugieren Weiner y Thambipillai (1952) en su estudio realizado con una muestra de niños de África occidental, en consecuencia, las estimaciones acerca de las expectativas de vida en poblaciones no contemporáneas hay que aceptarlas con reservas.

Uno de los métodos mas utilizados, actualmente, para la estimación de la edad ósea es el estudio radiológico del carpo de la mano izquierda. Respecto a su aplicabilidad como factor de predicción de la edad cronológica, surgen varias cuestiones:

- 1- Qué mide realmente el parámetro obtenido de edad ósea
- 2- Qué método de interpretación de los resultados entre los varios disponibles sería el más adecuado.
- 3- Como interpretar los resultados en el sujeto de estudio, dado que parece demostrar en múltiples estudios que la fiabilidad varía de unas poblaciones a otras y que sus resultados precisan ajustes.

El parámetro obtenido por estos y otros métodos de edad ósea es un término estadístico recogido de la experiencia clínica que resulta útil con fines estrictamente clínicos en la estimación del ritmo madurativo individual de un sujeto y en la predicción de fenómenos como la talla previsible.

La maduración de los caracteres sexuales secundarios suele cuantificarse siguiendo el sistema propuesto por Tanner JM (1962). Dentro de este sistema se valoran el desarrollo del vello axilar, vello pubiano, desarrollo mamario, desarrollo de genitales externos, volumen testicular (mediante orquidómetro de Prader), longitud del pene flácido, menarquia, espermaquia y características de la voz.

Con independencia de la dificultad de interpretación de los resultados por diferencias Inter e intraobservador, no bien estudiadas, son muy escasas las series que analizan la evolución con la edad cronológica de estos parámetros en diversas poblaciones y las pocas existentes se hallan centradas fundamentalmente en países desarrollados, destacando los estudios realizados por Koc y Col (2001) y Cameron N. (1993).

Bueno M. Y Col (1996) apreciaron en algunos estudios que los sujetos con talla más alta y mayor peso y aquellos de biotipo atlético e IMC superior a la media se hallan entre los que en una población concreta pueden presentar los mayores adelantos en la edad ósea frente a la edad cronológica.

Schemeling (2000), apunta a que parece ser que la maduración progresiva de la osificación del carpo sigue una secuencia común en todas las series estudiadas, sugiriendo que existiría una “ley natural” que marca la secuencia de osificación. No obstante, en estas mismas series se aprecian diferencias, en ocasiones muy significativas, al constatar a qué edad cronológica se alcanza un estado madurativo determinado en diversas poblaciones.

En cierto modo, no sabemos bien qué mide realmente este parámetro. La interpretación de los resultados obtenidos de la edad ósea por cualquiera de los métodos disponibles debe ser adaptada a las características de la población del sujeto de estudio. Los factores que podrían modificar la evolución de la edad ósea en un sujeto determinado no están perfectamente definidos, aunque se han identificado diferencias en diversos estudios asociados con factores patológicos, raciales y socioeconómicos. La impresión general de las investigaciones más recientes es la de que serían los factores socioeconómicos, que influyen en la forma de nutrición y condiciones higiénico-sanitarias del sujeto, los más significativos en cuanto a su capacidad de modificar los resultados.

Kulman L (1995) en sus estudios a adolescentes y Benso L (1996) en sus casos sobre problemas asociados con la maduración ósea, reflejan que dicha maduración está influida por factores ambientales, de población y patológicos, pero no saben qué reflejan realmente estos cambios, pese a que influyen en su ritmo de evolución, factores madurativos como los periodos de aceleración del crecimiento, evolución de caracteres sexuales secundarios o la menarquia, sabemos que no se correlacionan de forma absoluta con ellos. Ambos autores llegaron a la conclusión de que la maduración ósea es un proceso fisiológicamente más estable que la

maduración dental, pero poco definido y en realidad poco fiable. No obstante, hasta el momento, es el principal parámetro del que podemos disponer con fines clínicos y forenses para estimar con cierta precisión la edad cronológica al final de la adolescencia.

Diferentes autores no presentan un acuerdo sobre qué método de interpretación ha de utilizarse para la estimación de la edad.

El profesor Todd (1937) publicó su Atlas de Maduración esquelética de la mano, en él incluía una serie de criterios morfológicos para definir los cambios que se producen sucesivamente en los distintos huesos en su evolución hacia la madurez adulta, a los que denominó indicadores de madurez. La introducción de este concepto y la descripción, por primera vez, de los estadios o fases evolutivas de los distintos huesos han servido de base para todos los estudios posteriores sobre maduración ósea.

Posteriormente dos de sus discípulos William Greulich y S. Idell Pyle, autores del Atlas que llevan su nombre, publicado por primera vez en 1950 y posteriormente en 1959. Sobre este Atlas se basa uno de los métodos de predicción de Talla adulta más difundidos, el de Bayley-Pinneau.

El primer intento de asignar una edad ósea comparando el aspecto de los huesos en la radiografía de la mano y muñeca con las placas de Todd y posteriormente con el Atlas de Maduración esquelética de Greulich y Pyle, presenta varios inconvenientes:

- El observador tiene que hacer una comparación global y completa de dos radiografías utilizando múltiples criterios y ésta es una técnica de comparación muy pobre, como saben los expertos en psicometría y los radiólogos.

- Los estándares de Greulich y Pyle están basados en un pequeño número de niños de una clase social privilegiada y fuertemente seleccionados.

Un cambio cualitativo en la manera de valorar la maduración ósea fué la introducción de los denominados métodos numéricos, que al igual que los anteriores utilizan para el análisis de la situación de cada hueso los indicadores de madurez de Todd, pero introducen un método matemático para valorar mediante una puntuación las distintas etapas evolutivas del hueso. De esta forma un fenómeno cualitativo, que se expresa por cambios morfológicos, se transforma en un dato numérico, que puede ser tratado ya con las técnicas de la estadística y adquirir un significado más preciso, al poder conocer en qué percentil o desviación estándar se encuentra en relación con los valores de referencia.

El prototipo de los métodos numéricos, por el rigor con que se ha realizado, es el Método de Tanner-Whitehouse, que en su segunda versión es el que se utiliza en la mayoría de los países y en el que se basa su método de estimación de la Talla adulta, es el denominado Sistema TW (Tanner-whitehouse), en el cual cada hueso es comparado separadamente con su estándar y la puntuación total obtenida de la serie de huesos se valora utilizando un método matemático adecuado y bastante sofisticado. Esta puntuación varía de 0 a 100 y puede ser analizada exactamente igual que el peso o talla. Así se pueden establecer percentiles para la población normal igual que para la altura y como sucede con ésta los percentiles varían de unas poblaciones a otras. Se ha publicado percentiles de maduración ósea para poblaciones de Suecia, Suiza, Reino Unido y Holanda.

Básicamente, el GP (Greulich & Pyle) es el método más generalizado, si bien TW2 (Tanner-Whitehouse) es el más utilizado en países europeos.

Los niños normales, sanos, presentan diferencias marcadas en lo que se ha denominado tiempo de crecimiento; es decir, en la rapidez con la que pasan a través de los diferentes hitos de la infancia y alcanzan la pubertad y la talla final, una niña

tiene la menarquia a los 10 años y medio, otra a los 14 años; ambas están bien y la talla final suele ser la misma en ambas, lo que las diferencia es el grado de maduración que es el que se valora en la clínica por la puntuación de la maduración esquelética, usada frecuentemente por los clínicos como edad ósea.

Actualmente, el estudio de maduración ósea sigue siendo el método más útil en la clínica para enjuiciar el nivel de desarrollo alcanzado o, si se prefiere expresarlo de otra forma, para estimar la edad fisiológica. Este dato fundamental para realizar una estimación de la talla final, para valorar la situación y las posibilidades terapéuticas de un niño con patología del crecimiento y para controlar los efectos del tratamiento. El atlas de maduración ósea de la mano, conserva su utilidad a pesar de las ventajas de los métodos numéricos, cuando no es necesario valorar con precisión el significado de la desviación.

Hernández y col (1991) elaboran un atlas con una selección de radiografías elegidas entre 5266 procedentes de 1.800 niños y jóvenes de ambos sexos incluidos en el estudio de crecimiento de Bilbao. El estudio se realizó durante los años 1978-87 y la muestra estaba integrada por niños procedentes de todos los estratos socioeconómicos pero predominaban en ella los de clase media y media-baja en una proporción similar a la que existe en la población de nuestro país. Por esto y por estar integrada por familias procedentes de casi todas las regiones, la muestra puede considerarse representativa de la población española actual. Los criterios utilizados para seleccionar las radiografías fueron los descritos por Greulich y Pyle. En una primera fase se valoraron las radiografías de cada edad y se hizo una distribución eligiendo como modelo de las distintas edades una que fuera representativa de la maduración media y tuviera una buena calidad técnica. Entre los indicadores de madurez o signos valorables para asignar a una radiografía una determinada edad ósea eligieron los más objetivos y fáciles de reconocer. Para facilitar la comparación de la radiografía problema con los estándares el tamaño de las figuras es el mismo que tenía la placa original. También se respetó la

presentación tradicional en las obras de esta naturaleza, en una página el texto y en la opuesta la reproducción de la radiografía.

Los intervalos cronológicos entre los distintos estándares son variables; cada 3 meses durante el primer año; posteriormente cada 6, y en aquellos años, en los cuales los cambios son muy lentos, cada 12 meses.

Para valorar la maduración ósea con este método se compara la radiografía problema con los modelos del atlas, poniendo atención especial a los indicadores que se describen en el texto que acompaña a cada radiografía. Para hacer más fácil su interpretación se incluyó junto al texto un dibujo en el que se señalaban los cambios más importantes. Aconsejan que la lectura debe seguir el siguiente orden: carpo, epífisis del radio y del cúbito, metacarpianos y falanges, y cuando la radiografía que se desee valorar no sea superponible a ninguno de los modelos se le asignará una edad ósea intermedia entre las dos en que se encuentre.

Beunen G (1980), refiere en sus estudios que pese a que TW2 (Tanner-Whitehouse) es un método más sofisticado en su aplicación técnica, puede ser aprendido sin instrucción específica.

En 1994 King y col recomiendan la aplicación de GP (Greulich-pyle) en lugar de TW2 con fines clínicos basándose en un criterio de economía de medios al haber comprobado que TW2 es mucho más costoso en tiempo y que sus resultados son similares a GP (Greulich-Pyle), sin embargo, Tanner en sus intentos de desarrollar aplicaciones informáticas sobre el sistema numérico TW2 (sistema CASAS) ofrecía en sus inicios promesas de ventajas evidentes. Teóricamente, permitirían cuantificar los resultados de forma uniforme y sin interferencia de los factores de distorsión derivados del observador.

Cox (1996), describe como en la práctica se hallan sometidos estos métodos a errores intra e ínter observadores similares a los del GP (Greulich-Pyle) y se hallan

influido negativamente por fallos técnicos derivados de una posición incorrecta de la mano en el momento de realizar la radiografía, que pueden ser solventados de forma más correcta por los métodos gráficos.

Oestreich (1997), describe que en realidad, cada método tiene sus ventajas y desventajas, tanto el de Tanner-Whitehouse como el de Greulich & Pyle y debe ser el médico el que decida por su experiencia personal qué método es el más útil para los fines concretos de la interpretación buscada, también nos apunta este autor que los factores raciales no serían por sí mismos capaces de justificar diferencias significativas de la edad ósea y que no existen datos indubitables que permitan de forma absoluta afirmar o descartar la influencia específica de este factor.

Suanes (1999), sin embargo, describe, que sus resultados todavía no son equiparables con los del método manual, y aún es necesario la colaboración entre radiólogos e informáticos para mejorar los sistemas de hardware y software.

En el contexto de la influencia étnica y racial, existen múltiples estudios, algunos de ellos con bases metodológicas discutibles y con resultados a menudo contradictorios, que principalmente se han realizado en poblaciones de europeos caucásicos norteamericanos, otros grupos étnicos norteamericanos (incluido el genéticamente dudoso grupo racial de los hispanos), distintas poblaciones mongoloides y caucásicas de Asia y algunos estudios incompletos en poblaciones negroides centro y sudafricanas.

Los estudios de Europa más recientes parecen indicar que los caucasoides europeos, se acercan a los ritmos de maduración marcados por el sistema GP (Greulich-Pyle) y el de TW2 o se hallan ligeramente retrasados o adelantados frente a estos. En Europa, caben destacar los siguientes autores:

En Italia, Benso L (1997) y Vignolo M (1990), en Bélgica a Beunen G (1990) y Malina RM (1986), en Holanda Van Rijn RR (2001), en Finlandia Koski (1961), en

Dinamarca Andersen E (1971) y wenzel A (1982), en Suecia, Taranger y Col (1987), en España, Hernández M y Col al (1991), en Austria Wenzel A y Col (1984).

Melsen y col (1986) sobre poblaciones de menores extranjeros adoptados en Dinamarca, identifican claramente a los factores socioeconómicos y la pobreza como productores de retrasos significativos en el ritmo de la secuencia de la maduración ósea durante la fase prepuberal.

En algunos casos, las diferencias con los métodos originales han sido pequeñas pero estadísticamente tan significativas que se ha propuesto la necesidad de elaborar tablas y atlas específicos para estas poblaciones, entre ellos, el estudio español de Hernández y Col, condujo a la elaboración de tablas, series radiográficas y manuales específicos para la población de la Comunidad Autónoma del País Vasco basados en los métodos originales tanto de GP (Greulich Pyle) como de TW2-RUS.

Los estudios clásicos de las décadas de los setenta y ochenta en población mongoloide de Asia indicaban que los chinos y japoneses presentaban un retraso en su edad ósea frente a la cronológica en la fase prepuberal, pero en la fase postpuberal existía una aceleración hasta culminar la maduración a una edad similar a los europeos y americanos caucasoides.

En las series más actuales sobre poblaciones modernas con mejores condiciones socioeconómicas, se aprecia una tendencia a ajustar aún más los resultados con los ritmos de maduración de la edad ósea de las poblaciones occidentales, cabe destacar los siguientes autores:

Muramata (1997), Takai S y Col (1984), Ashizana K (1996), Yin-yan Y (1992), Low WD y Col (1964), Kimura K (1976, 1977,1997) en Tokio y China. En la India, Banejee kk (1998) y Prakash S (1991), y en Pakistán Rikhasor RM (1999), los hallazgos han sido similares, apreciándose adelantos en la edad ósea frente a la

cronológica durante la fase postpuberal, más evidentes en sujetos de clase social alta.

Las series de Marshall (1970) en negros jamaicanos indican un retraso de la edad ósea desde los 13 años de edad con independencia de factores socioeconómicos. Marshall no apreciaba variaciones en función de la clase social alta o baja de los sujetos.

Melsen y Col (1986) sobre poblaciones de menores extranjeros adoptados en Dinamarca, identifican claramente a los factores socioeconómicos y la pobreza como productores de retrasos significativos en el ritmo de la secuencia de la maduración ósea durante la fase prepuberal.

Gilsanz (1988) realizó un estudio entre sujetos de raza negra y blanca en USA, no apreciando diferencias significativas entre la edad ósea y la edad cronológica.

Tanner y Col (1997) en EEUU (USA), los estudios indican que los sujetos caucasoides se ajustan bien a los Standard de GP (Greulich-Pyle) y TW2 o suelen presentar un cierto adelanto madurativo. Por el contrario, los resultados en sujetos negroides arrojan resultados contradictorios en las series. Para Gross y Col (1995) la raza negra se ajusta mejor que la blanca al Standard de GP. En las series de Ontell y Col (1996) y de Lodler y Col (1993), la raza negra se halla adelantada para el Standard de GP (Greulich-Pyle)

Theintz y Col (1993) llegaron a la conclusión y evidenciaron un retraso significativo de la maduración ósea durante la fase prepuberal en niñas con hábitos deportivos de alta competición.

Vallejo Bolaños y Col (1999), realizaron un estudio de cómo influye el déficit de GH. Jahari y Col (2000), realiza un estudio en los niños de Indonesia reflejando

los efectos de los suplementos y los micronutrientes en la maduración de los huesos del esqueleto.

Fleshman (2000), destaca en sus series sobre población africana y sus estudios del estado nutricional de los huesos.

Dundaroz y Col (2001), realizó un estudio sobre los factores patológicos identificativos claramente como factores del ritmo de evolución de la edad ósea, entre otros la enuresis nocturna.

Freyschmidt y Col (2001) observaron como influían las malformaciones óseas produciendo un retraso en la maduración ósea y la exposición a agentes físicos, como en el caso de las congelaciones.

Guerrero Fernández (2001), describe en sus artículos que la edad ósea hace referencia al grado de desarrollo de los huesos (grado de maduración ósea). Conocer este grado de desarrollo óseo, comparándolo con la edad ósea cronológica, puede ser fundamental en algunos niños, para saber cuanto les queda por crecer. Lo normal es que la edad ósea se corresponda más o menos con la cronológica. Y destaca que ciertas enfermedades crónicas pueden retrasar la edad ósea al igual que ciertos fármacos (corticoides) tomados de forma muy prolongada pueden adelantarla acusando baja talla final. Concluye que conocer la edad ósea también tiene otras utilidades como la de predicción de la talla final en el niño sano, y el conocer la repercusión de una enfermedad crónica en el desarrollo óseo.

Souguir y Col (2002), en un estudio sobre los habitantes de los países musulmanes de Oriente próximo y del Norte de África y las poblaciones de estos países emigradas a países desarrollados no han sido estudiados sistemáticamente y no se puede afirmar si su ritmo de maduración ósea sigue o no la evolución marcada en otras poblaciones.

Sobradillo (2000), de la sección de Endocrinología del Hospital de Basurto (Bilbao), apunta que frecuentemente hablamos de crecimiento y de maduración como formando parte de una actividad común, pero aunque están muy relacionados, son, de hecho, sucesos separados.

Durante décadas los investigadores han buscado un indicador de la maduración del individuo ya que la edad cronológica no es un indicativo del grado de maduración de un niño. Algunos indicadores bien establecidos tienen muy poco valor clínico como la edad de la menarquia, la edad dental, los caracteres sexuales, pero el único indicador del desarrollo que es válido, desde el nacimiento hasta la madurez, es la edad ósea. Es un parámetro de gran importancia en el estudio de las alteraciones del crecimiento y además es la base para el cálculo del pronóstico de talla final.

En general, podemos clasificar los diferentes métodos de valoración de la maduración ósea según la:

1) **Técnica utilizada:**

Radiografía: la técnica habitualmente empleada

Ecografía: Aunque se ha empleado en diferentes zonas anatómicas (cabeza femoral), la única utilizada en la actualidad es la ecografía de rodilla en el recién nacido descrita por Shunk y col (1987) siendo de gran utilidad en algunos casos de hipotiroidismo neonatal, ya que es capaz de detectar pequeñas calcificaciones no visibles en la radiografía.

2) **Zona anatómica** empleada: hemicuerpo, mano, codo, hombro, rodilla, cadera, pie.

De todas ellas la más empleada es la mano por su fácil accesibilidad, escasa radiación y la existencia de un amplio número de huesos en una pequeña zona corporal.

3) **Método**

a) Planimétricos: utilizan el tamaño o superficie de determinados huesos. Son indicativos de crecimiento pero no de maduración.

b) Atlas: se basan en la comparación de una radiografía problema con una serie de radiografías estándares, tomadas de una muestra de la población general y se le adscribe la edad ósea que corresponda al estándar más parecido o a una edad intermedia entre dos estándares sucesivos.

Aunque existen atlas para la rodilla, codo y pie, el más conocido y utilizado es el de Greulich y Pyle para la mano y muñeca.

Hay que tener en cuenta que la maduración ósea está influenciada por diferentes factores: genéticos, ambientales, socioeconómicos, etc. Por lo que se recomienda la adaptación de los estándares a cada población. Se ha publicado variantes del Atlas de maduración de Greulich- Pyle: Hernández M (1991) Y Thiemann (1991).

c) Numéricos: describen una serie de indicadores de maduración ósea para cada núcleo de osificación, y se les asigna una puntuación a cada uno de los estadios evolutivos según el sexo. La suma de las puntuaciones nos dará la maduración ósea. Para valorar si una radiografía problema tiene una maduración ósea avanzada, normal o retrasada en relación con la población general, la debemos de comparar con los estándares de la población (bien sea representada en percentiles o en desviaciones estándar). Así podemos decir que un niño tiene una maduración ósea correspondiente al P90 para su edad cronológica o bien que tiene una maduración ósea que correspondería al P50 de una determinada edad (esta puede ser menor o mayor que la cronológica).

Tanner Y Col, describieron 3 métodos de maduración ósea, utilizando la mano y muñeca: carpo (emplea solamente los 7 núcleos del carpo), RUS (13 núcleos: radio, cubito, y los huesos cortos de la mano, y 20 huesos, los 7 del carpo más los 13 del RUS, siendo el RUS el más empleado.

Se han descrito patrones de maduración ósea de referencia para el método de TW (Tanner- whitehouse) de las diferentes poblaciones.

En la tabla I. vienen reflejados algunos de los diferentes métodos de evaluación de la maduración ósea, la zona anatómica utilizada, y la edad a la cual son más útiles. Entre todos ellos destacar que:

1. El método FELS (Roche y Cols 1975) se basa en el umbral al cual los indicadores de maduración están presentes en el 50% de la población de referencia.
2. Índice metacarpiano (IMC) Sinclair (1960) y Col: es la relación entre la longitud media y la anchura media de los metacarpianos segundo al quinto; medidos en su punto medio. Así como la maduración ósea de la mano y muñeca es útil como un índice del desarrollo del resto del esqueleto, es razonable pensar que el IMC podría ser utilizado como un índice de las proporciones de los otros huesos largos del cuerpo.
3. CASAS (Tanner- Gibbons 1994) (Computer Aided Skeletal Age Scores), realmente se trata del método TW (Tanner- Whitehouse) pero utilizando una lectura de la Rx mediante ordenador.

A pesar de que tanto el atlas de Greulich-Pyle como el TW (Tanner- Whitehouse) son dos métodos muy antiguos, siguen siendo los más utilizados en la clínica, pero hay una época en la que no son válidos, como es el primer año de vida, ya que al nacimiento no existe ningún núcleo de osificación en la radiografía de la

mano y éstos van apareciendo a lo largo del primer año. Por ello, se han publicado diferentes trabajos que proponen métodos para la evaluación de la maduración ósea no solamente en el recién nacido sino en los primeros años de vida.

Cuando valoramos la maduración ósea de un niño, nos vamos a encontrar con una serie de problemas que van a interferir, pudiendo dar lugar a grandes diferencias de evaluación. Entre estos problemas destacamos:

1. Técnica de la radiografía: la posición de la mano del paciente, la oblicuidad en el momento de realizar la Rx, la calidad de la radiografía
2. Método utilizado:
 - ATLAS: los estándares de comparación van a intervalos de medio año o 1 año, y en algunas edades el atlas de Greulich-Pyle tiene intervalos entre dos estándares consecutivos de más de un año, además, no estamos valorando la maduración ósea, sino comparando con la maduración que presentan la media de la población a esa determinada edad cronológica.
 - NUMERICOS: TW (Tanner-Whitehouse). Peso diferente de los núcleos de osificación, siendo el de algunos de ellos tan grande, que la asignación de un estadio de diferencia, por ejemplo del radio, (por la visualización o no de alguna carilla articular) nos puede dar una diferencia en algunas edades de hasta un año. En radiografías en las que o bien por su calidad o porque se encuentran varios de los núcleos en estadios más o menos intermedios, las diferencias poco importantes en cada uno de los núcleos se van a magnificar al sumarse con las diferencias de los otros.

Sin embargo hay varios trabajos en los cuales no encuentran diferencias significativas entre diferentes observadores entre el Atlas y el método numérico de Tanner y cols.

Un error habitual es considerar que la edad ósea es una característica mensurable como la talla, el peso, la glucemia etc. y, cuando asignamos una determinada edad ósea, estamos valorando la maduración ósea, que es un proceso en continua evolución, en un momento puntual.

Hay que resaltar que la mayoría de los métodos de valoración de la maduración ósea existentes, han utilizado para su elaboración, radiografías de niños normales sanos. Clínicamente muchos individuos tienen una maduración que cae fuera de los límites de estos métodos y por lo tanto, sus resultados deben ser interpretados con suma prudencia.

A pesar de las dificultades que plantean los diferentes métodos existentes (calidad de la Rx, modificaciones mínimas de la proyección, variabilidad intra e ínter observador, errores en la lectura de los sistemas computerizados, población en la que se basa el método etc.) la valoración de la edad ósea es imprescindible en la práctica clínica, ya que de momento representa el único sistema de “echar una ojeada” en el grado de los cambios madurativos que se producen a lo largo del periodo de crecimiento.

Para poder considerar que un método de predicción es bueno, éste debería cumplir los siguientes criterios:

- 1.- Tener una precisión razonable en un amplio rango de edades.
- 2.- Que el error de predicción sea pequeño, y si fuera posible
- 3.- Que fuera válido no solamente para los casos de crecimiento normal, sino también en las diferentes patologías.

Aunque los 3 métodos más conocidos y utilizados en la actualidad son: el método de Bayley-Pinneau (BP), Roche-Wainer-Thissen (RWT), y Tanner-Whitehouse (TW), así como las modificaciones de éste último: el TW-Mark I y II existen otros, entre los que podemos destacar:

1.- La Talla Relativa (TR) también denominada Talla Proyectada: Se basa en el hecho conocido de que los niños tienen tendencia a seguir su “propio canal genético de crecimiento” y asume que el SDS (Standard Deviation Score) de la talla final será el mismo que el SDS (Standard deviation score) actual (LYON AJ 1985).

2.- El Índice de Talla Potencial (ITP), que teóricamente mejoraría los datos obtenidos con la TR (Talla relativa), y que asume que la SDS (Standard deviation score) de la talla final es la misma que la SDS de la talla actual para la edad ósea.

3.- Métodos de Walker (W1, W2 y W3) que utilizan la altura y la edad cronológica (W1) y la velocidad de crecimiento el último año (W2) y la edad del pico máximo de velocidad puberal (W3). WALKER RN (1980)

4.- Método de Ebri- carpal: Utiliza ecuaciones de regresión múltiple, empleando los siguientes parámetros: el índice carpiano, la talla, y la talla media de los padres. EBRI TORNE B (1995).

5.- HAPO (**H**eight **A**adjusted for **P**ubertal **O**nset) KARLBERG J (1989):

Se basa en el modelo de curva de crecimiento ICP, que divide el crecimiento matemáticamente en 3 componentes que se suman y en parte se superponen: Infancy-Childhood-Puberty. Basado en éste, se han publicado modificaciones del mismo como:

a) ICP- N se basa en 3 parámetros:

1. Edad
2. Talla estimadas según el modelo ICP al inicio del estirón puberal
3. Talla paterna

b) FLGC (Fitted Longitudinal Growth Curve) es un programa de ordenador, basado también en el modelo ICP de KARLBERG (1989)

6.- Bayley- Pinneau (BP) (1950), por todos conocidos, y que se basa en el porcentaje de la talla adulta que ha alcanzado a una determinada edad ósea.

7.- Roche- Wainer- Thissen (RWT), publicado en 1975, los autores estudiaron una serie de variables potencialmente predictoras, que pudieran ser útiles en ecuaciones de predicción. Utilizan los siguientes parámetros: Longitud, peso, talla media de los padres, y edad ósea según el método de Greulich- Pyle. Pero los propios autores consideran que en los casos en que no se disponga de la talla de los padres se puede utilizar la de la población adulta general sin que signifique pérdida de precisión. Asimismo consideran que se puede prescindir de la edad ósea o de la talla paterna sin que afecte a la precisión del método.

8.-Tanner- Whitehouse (TW- Mark I Y II). Se basa también en ecuaciones de regresión. Fue publicada por primera vez en 1975. En 1983 hicieron una revisión de las mismas incluyendo en la muestra, niños con tallas muy bajas y niños con tallas muy altas (Mark I). Además introdujeron nuevas variables: incrementos de la talla y de la maduración ósea en el último año (Mark II).

Garamendi (2003) realiza una revisión bibliográfica actualizada sobre el estado de la cuestión de la determinación forense de la edad en supuestos menores indocumentados. Las conclusiones a las que llega Garamendi, para la estimación forense de la edad cronológica mayor o menor de 18 años, en ésta revisión bibliográfica, son:

1. El método más fiable para la estimación de la edad forense sería el estudio radiográfico del carpo de la mano izquierda (edad ósea). La elección del método de evaluación de resultados depende de la experiencia personal del investigador. No obstante, con independencia del método de interpretación utilizado, la fiabilidad de este método no parece ser óptima.

2. El método de estimación de la edad forense basado en el estudio radiográfico de los terceros molares (edad dental) es también un método fiable, aunque menos preciso que el anterior dada la alta variabilidad individual de la evolución de este factor (agenesia, hipoplasia, extracciones previas, etc.) Son recomendables como método de evaluación de este parámetro los métodos gráficos derivados del método original de Dermijian.

3. La evaluación de los parámetros de maduración de caracteres sexuales secundarios, las variables antropométricas básicas y el examen externo de la dentición carecen de eficacia como métodos de estimación de la edad forense.

No obstante, son necesarios para realizar una adecuada descripción del aspecto externo del sujeto y, en caso de discrepancia con la edad estimada por otros métodos, pueden resultar útiles como indicadores de la existencia de factores patológicos responsables de estados de maduración precoz o maduración retardada.

4. Los resultados directos obtenidos por los métodos de estimación de la edad ósea y edad dental, deben ser puestos en relación con estudios previos de población adecuados al sujeto de estudio, cuando se disponga de ellos.

5. Entre los factores que se han detectado como principales modificadores de los ritmos de maduración ósea y dental, los estudios más recientes destacan a las variables de patología previa y las de factores de nivel socioeconómico.

6. Los estudios sobre grupos socioeconómicos más bajos y grupos étnicos englobados en niveles socioeconómicos inferiores sugieren que, cuando se compara los resultados de estimación de edad ósea con métodos de edad ósea o dental elaborados en poblaciones de un nivel socioeconómico superior, conducen a una infraestimación de la edad (edad cronológica real superior a la edad estimada) en edades entre los 14 a los 18 años.

Respecto a la determinación de la edad en niños con patologías, Se han publicado diferentes estudios comparando los métodos existentes, aplicándolos a niños normales y a niños con diferentes patologías, Zachman y Col (1978) y Harris (1980).

En la clínica, la predicción de talla no se hace habitualmente para grupos de niños sanos sin afectación del crecimiento, sino que, habitualmente, interesa conocer la predicción de la talla final, en aquellos niños que no siguen un patrón de crecimiento normal, y/o para valorar la mayor o menor eficacia sobre el crecimiento, de un determinado tratamiento.

Se ha intentado adaptar los métodos de predicción ya existentes mediante factores de corrección para cada patología y se han propuesto métodos específicos para determinadas patologías, es el caso del Síndrome de Turner, Talla Alta Constitucional, Pubertad Precoz, Retraso de Crecimiento y Pubertad.

En otros síndromes como las displasias óseas o el síndrome de Down parece que lo más adecuado es emplear la talla proyectada. En éstos, al igual que ocurre en el síndrome de Turner, y especialmente en las displasias óseas, la maduración ósea es de muy dudoso valor, por lo que lo más lógico sería utilizar los métodos que prescinden de ésta y que además empleen valores de crecimiento específicos para cada uno de los procesos.

Se han publicado gráficas de crecimiento para: S. Down, Acondroplasia, Pseudoacondroplasia, Displasia diastrófica, Displasia espondiloepifisaria congénita, Hipocondroplasia, etc.

En resumen, el método de predicción de elección debe aquel que esté desarrollado a partir de un grupo de niños que crecieron de una manera lo más similar posible al individuo en estudio.

Tabla I. Algunos métodos de evaluación de la maduración ósea.				
Zona anatómica	Autor (año)	Técnica	Método	Edad útil
Mano	Greulich-Pyle (1959)	Rx	Atlas	0-18 años (Poco 0-1 a.)
	Tanner-Whitehouse (1962,1975,1983)	Rx	Numérico	1-18 años (Poco 0-2 a.)
	Roche y cols (Método Fels) (1988)	Rx	Numérico	0-18 años (Poco 0-1 a.)
	Tanner-Gibbons Método CASAS (1994)	Rx	Numérico+ PC-video-cámara	0-18 años (Poco 0-2 a.)
	Sinclair y cols (1960)	Rx	Índice Metacarpiano	2-11 años
Codo	Sauvegrain y cols (1962)	Rx	Atlas	Adolescencia
Rodilla	Pyle-Hoerr (1955)	Rx	Atlas	0-18 años
	R-W-T (1975)	Rx	Numérico + PC	0-5 años
	Shunk y cols (1987)	Ecografía	Planimétrico	Recién nacido
Tobillo y Pie	Hoerr-Pyle (1962)	Rx	Atlas	0-5 años
	Erasmie-Ringertz (1980)	Rx	Numérico + planimétrico	0-1 años
	SHS (1988)	Rx	Numérico	0-2 años
	Argemi-Badia (1997)	Rx	Planimétrico+° PC	Recién nacido

Estudios realizados en pie y tobillo.

M. Hernández y col. (1988) Presentaron un estudio de población española sobre la utilidad de las radiografías del pie en el diagnóstico del ritmo de maduración, estudiaron las epífisis distales de tibia y peroné, el calcáneo y las cuñas en una muestra de 1357 radiografías de niños de 0 a 2 años y concluyeron que en ese tramo de edad el método era altamente preciso.

K. Banerjee, L y B. B. Agarwal (1998) estudiaron la relación de la edad con la fusión epifisaria de las epífisis distales de tibia y peroné en población hindú y valoraron su eficacia como método diagnóstico de edad hasta los 16 a 17 años.

J. M. Whitaker, L. Rousseau, T. Wiliamns, R.A. Rowan, W. C. Hartwig (2002), valoraron la utilidad de un método radiográfico de valoración de la fusión de los núcleos epifisarios y diafisarios de calcáneo, metatarsianos y falanges del pie. Indicaron en sus resultados que éste método tendría utilidad entre el nacimiento y los 150 meses de edad en mujeres y 200 meses de edad en varones.

C. Crowder, M.A. and D. Austin (2005), estudiaron una muestra de población multiracial Americana obteniendo resultados similares a los obtenidos por Banerjee y Agarwal.

3. Objetivos

Los objetivos planteados en éste estudio son los siguientes:

1.- Realizar estudio morfológico de placas radiográficas, de diferentes huesos, pertenecientes a niños y niñas de entre 12 y 20 años de edad, de población española, a fin de comprobar si se cumplen los estándares actuales de crecimiento facilitados por diferentes autores.

2.- Realizar estudio de Análisis de Imagen midiendo la densidad de gris, en el grupo entre los 17-19 años, para estudiar si aparecen diferencias que nos puedan ayudar a determinar la edad en ese grupo y con ese método.

3.- Realizar estudio estadístico, análisis descriptivo y análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante que nos elige las variables más significativas, a partir de los resultados medidos de densidad de gris en el grupo entre los 17-19 años, para estudiar si aparecen diferencias significativas que nos permitan discriminar entre los tres grupos de edad, 17 años, 18 años y 19 años de edad.

4. Material

Y

Métodos

Material

El material utilizado para el presente estudio han sido 1055 placas radiográficas de pie y tobillo procedentes del archivo de la Clínica Podológica Universitaria (UCM) y pertenecientes a niños y niñas de entre 12 y 20 años de edad de población española.

Del total se han seleccionado 990, excluyendo las 65 restantes por no visualizarse bien la zona de estudio, según la siguiente distribución:

<u>Base de datos</u>							
Edad	Pié derecho		Pié izquierdo		Total		Total
	M	V	M	V	M	V	
12a	42	50	43	54	85	104	189
13a	38	25	38	25	76	50	126
14a	24	35	32	32	56	67	123
15a	27	23	33	26	60	49	109
16a	26	46	20	38	46	84	130
17a	16	17	22	15	38	32	70
18a	10	12	13	13	23	25	48
19a	39	15	48	17	87	32	119
20a	22	15	26	13	48	28	76
Total							990

Métodos

Los métodos utilizados para la realización de éste trabajo han sido:

1. Estudio morfológico de las uniones metafisarias de los diferentes huesos del pié, tibia y peroné, en la muestra estudiada, siguiendo el método de Stewart (1957), asignando valores numéricos a los diferentes grados de unión metafisaria.

2. En el grupo de 17 a 19 años, 108 placas, se realiza estudio de análisis de imagen midiendo la densidad de gris, en tibia, en la zona inmediatamente superior a la zona de unión metafisaria de la epífisis distal, y, en calcáneo, para ver si existen diferencias entre los tres grupos de edad que nos permitan la determinación de la edad en éste grupo de edad y con éste método.

El área seleccionada en tibia y calcáneo es de, aproximadamente, 1cm^2 . Así mismo, se mide la densidad de gris del fondo de la placa para determinar si los valores obtenidos afectan a los valores obtenidos en las medidas obtenidas en hueso, y de ser así hacer las correcciones oportunas.

Este estudio se realiza con el software KS300 3.0, sistema operativo Microsoft Windows 98, segunda edición.

3. Estudio estadístico: análisis descriptivo y análisis discriminante de los resultados obtenidos en la medición de la densidad de gris.

5. Resultados

5.1.- Estudio Morfológico

5.1.1.- Los resultados obtenidos para mujeres, se muestran en las tablas 1.a y 1.b.

<i>Tabla 1.a Mujeres Derecho</i>						
Edad	Calcáneo (Tuberosidad)	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2°-5° metatarsiano	Falanges
12a	Ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal abierta	Epífisis distales abiertas	Epífisis proximales abiertas
13a	Fusionada	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distales han comenzado a fusionarse	Epífisis proximales han comenzado a fusionarse
14a	Fusionada	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis proximal fusionada mas del 50%	Epífisis distales fusionadas mas del 50%	Epífisis proximales fusionadas mas del 50%
15a	Fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis proximal practicamente fusionada	Epífisis distales practicamente fusionadas	Epífisis proximales practicamente fusionadas
16a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
17a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
18a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
19a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
20a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas

Tabla 1.b Mujeres Izquierdo

Edad	Calcáneo (Tuberosidad)	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2°-5° metatarsiano	Falanges
12a	Ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal abierta	Epífisis distales abiertas	Epífisis proximales abiertas
13a	Fusionada	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distales han comenzado a fusionarse	Epífisis proximales han comenzado a fusionarse
14a	Fusionada	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis proximal fusionada mas del 50%	Epífisis distales fusionadas mas del 50%	Epífisis proximales fusionadas mas del 50%
15a	Fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis proximal practicamente fusionada	Epífisis distales practicamente fusionadas	Epífisis proximales practicamente fusionadas
16a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
17a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
18a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
19a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
20a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas

Asignando valores numéricos a las diferentes situaciones de la unión epifisaria, en cinco estadios, tal y como establece Stewart (1957):

- 0 - Ausencia de unión
- 1 - $\frac{1}{4}$ de unión
- 2 - $\frac{1}{2}$ de unión
- 3 - $\frac{3}{4}$ de unión
- 4 - unión completa

Tabla 1.a Mujeres Derecho

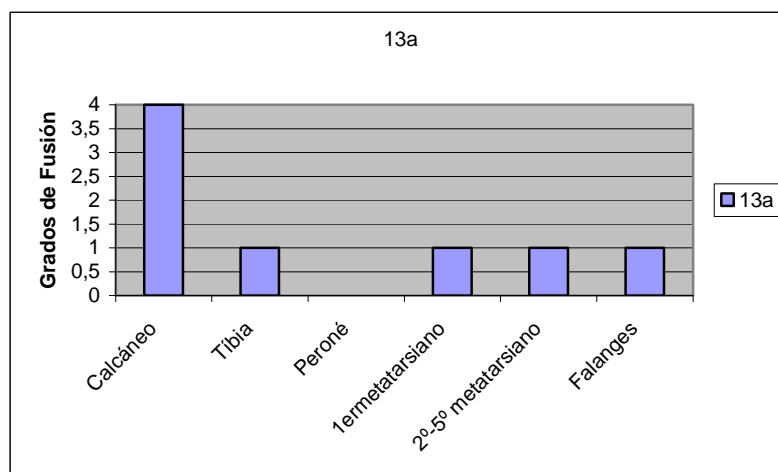
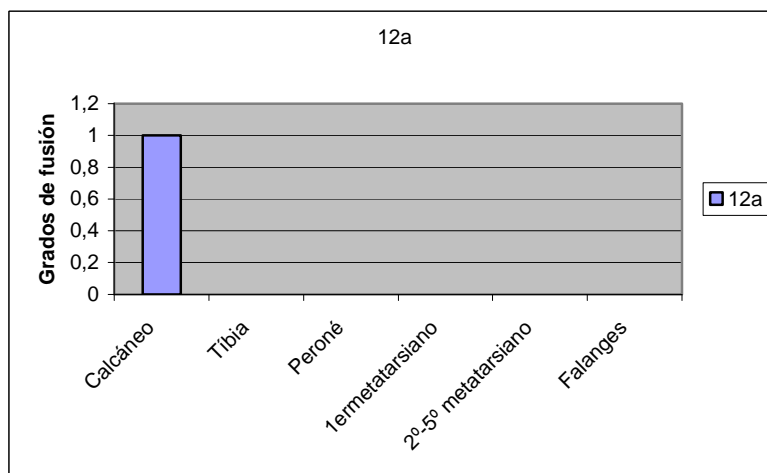
Edad	Calcáneo	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2 ^o -5 ^o metatarsiano	Falanges
12a	1	0	0	0	0	0
13a	4	1	0	1	1	1
14a	4	2	1	2	2	2
15a	4	3	3	3	3	3
16a	4	4	4	4	4	4
17a	4	4	4	4	4	4
18a	4	4	4	4	4	4
19a	4	4	4	4	4	4
20a	4	4	4	4	4	4

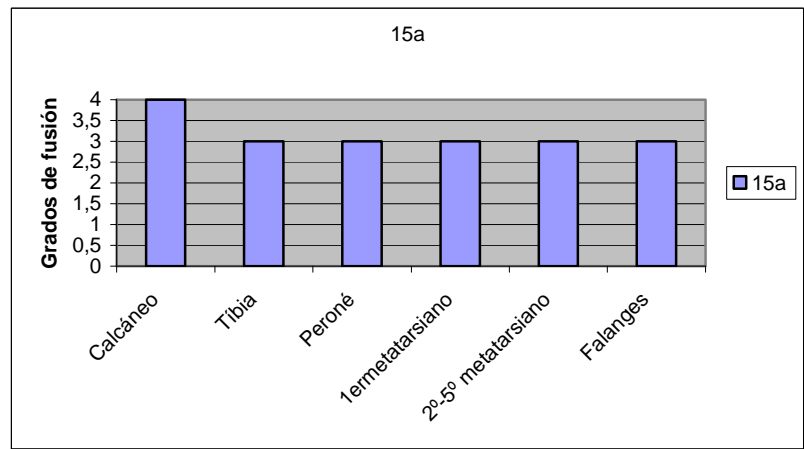
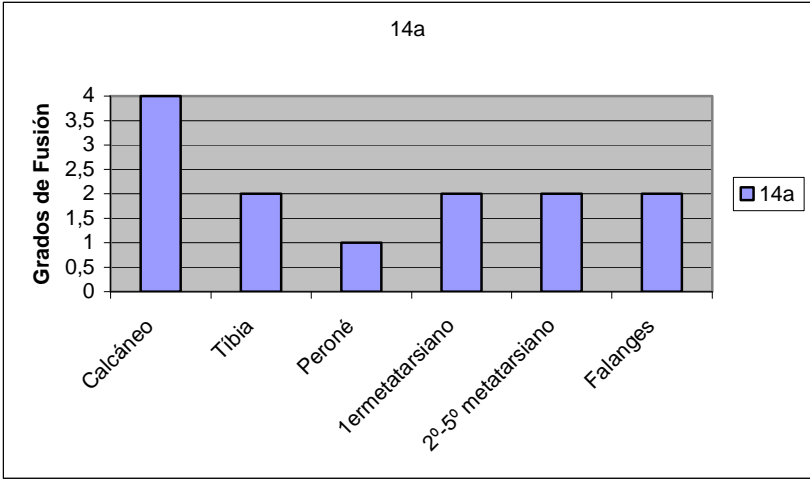
Tabla 1.b Mujeres Izquierdo

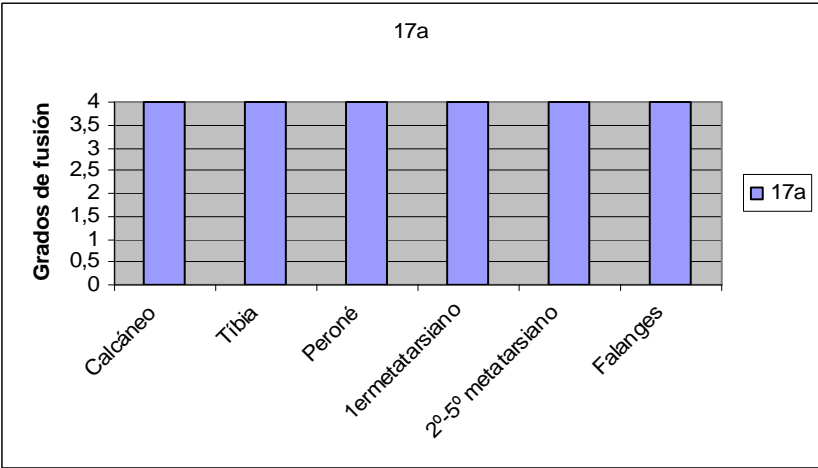
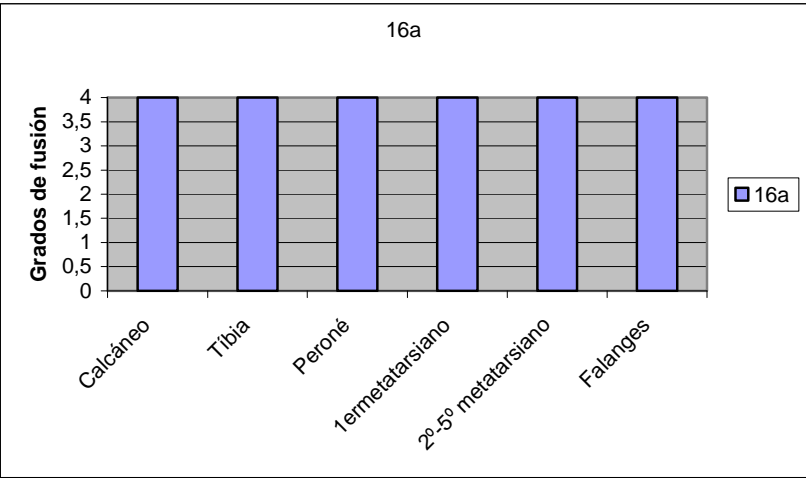
Edad	Calcáneo	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2 ^o -5 ^o metatarsiano	Falanges
12a	1	0	0	0	0	0
13a	4	1	0	1	1	1
14a	4	2	1	2	2	2
15a	4	3	3	3	3	3
16a	4	4	4	4	4	4
17a	4	4	4	4	4	4
18a	4	4	4	4	4	4
19a	4	4	4	4	4	4
20a	4	4	4	4	4	4

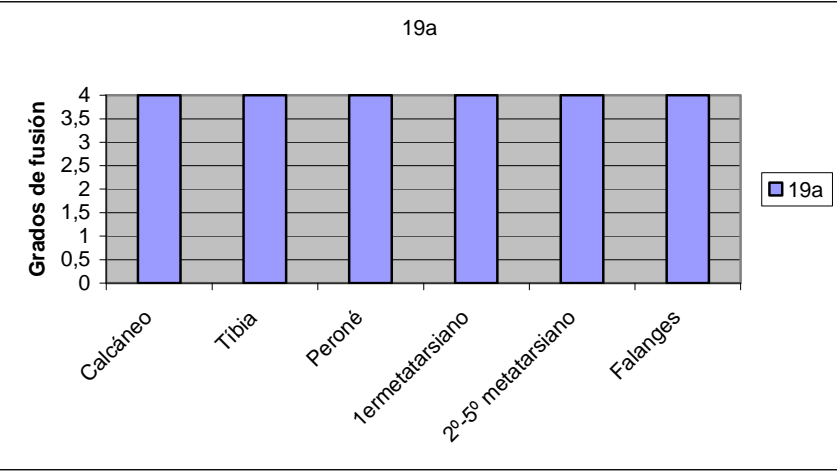
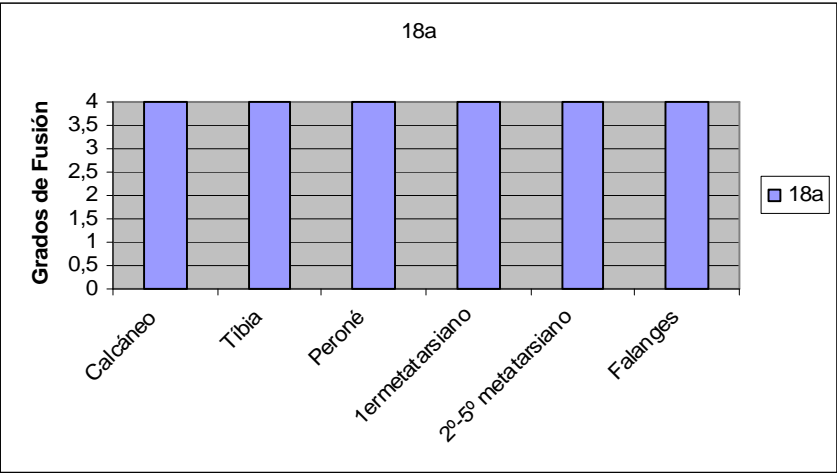
No se observan diferencias en los grados de unión metafisaria en pié derecho o pié izquierdo.

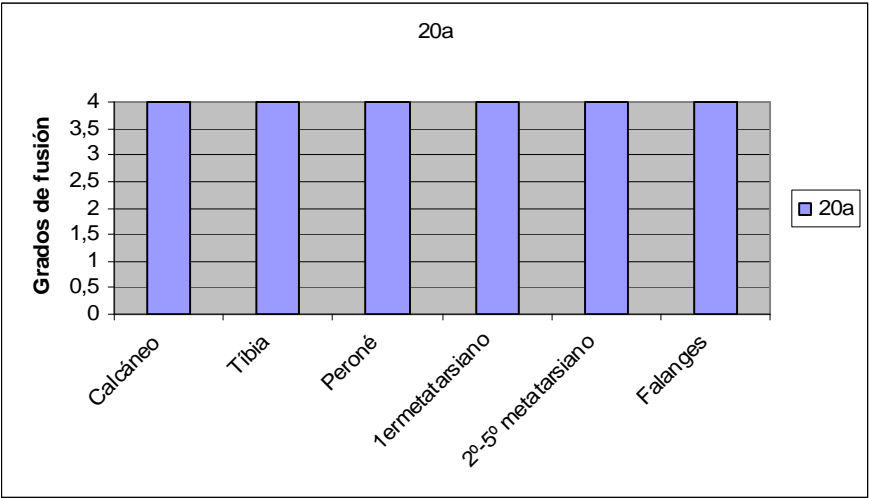
5.1.1.1.- Resultados, para mujeres, por edades:



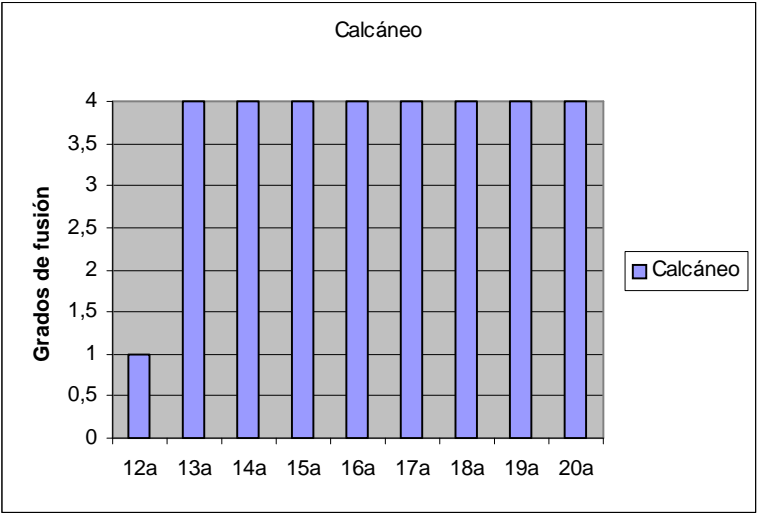


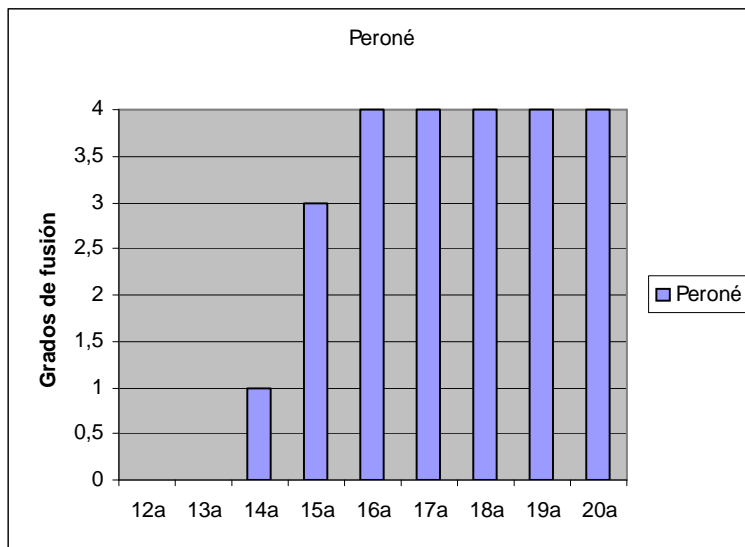
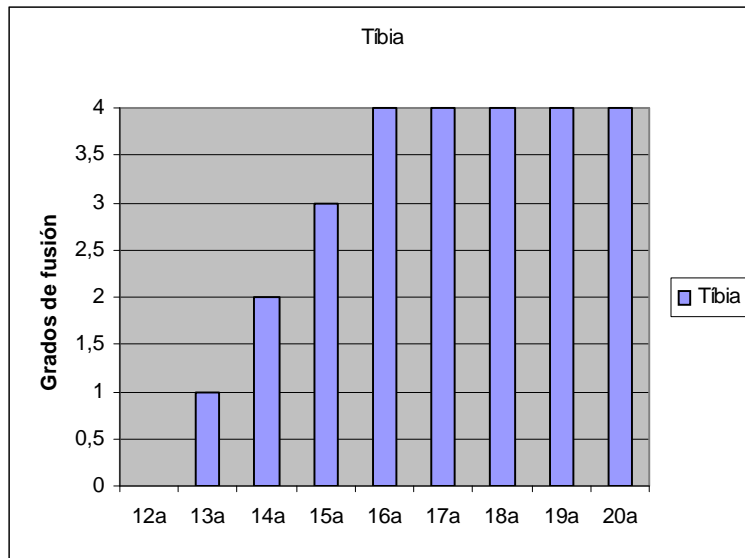


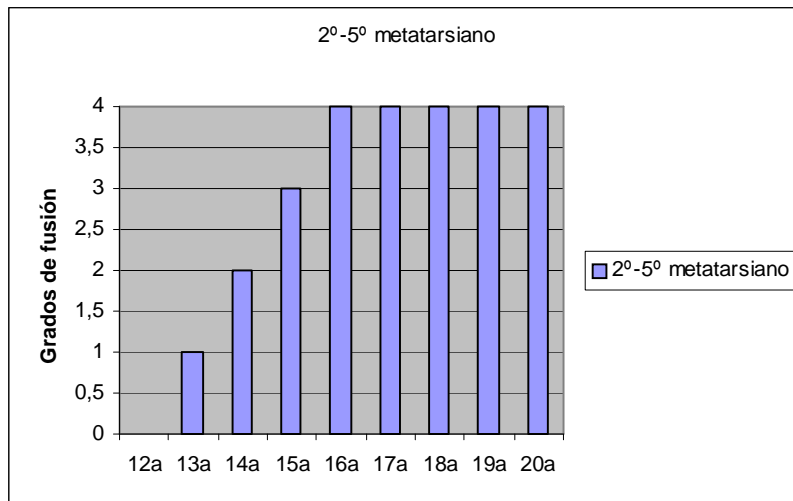
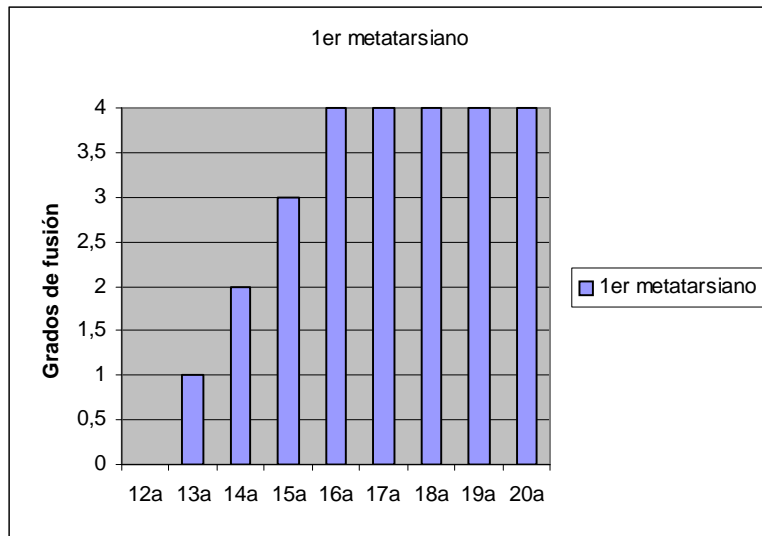


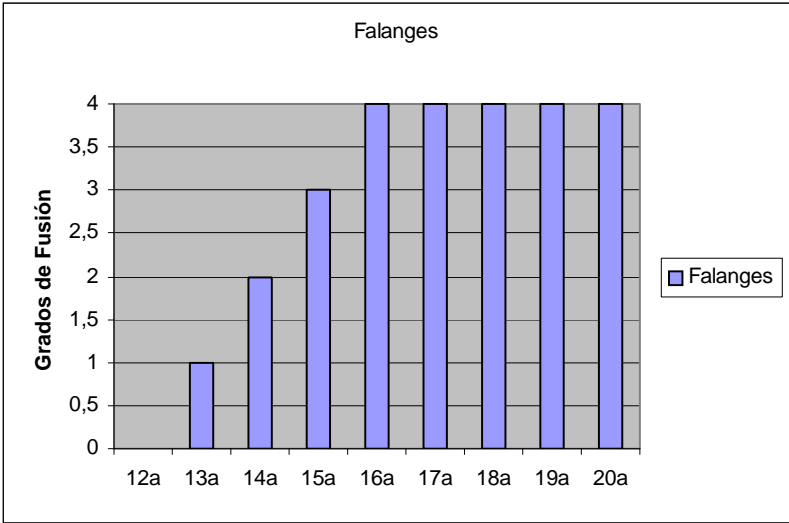


5.1.1.2.- Resultados para mujeres por hueso:









5.1.2.- Los resultados obtenidos, para varones, se muestran en las tablas 2.a y 2.b

Tabla 2.a Hombres Derecho						
Edad	Calcáneo (Tuberosidad)	Tibia	Peroné	1^{er} metatarsiano	2°-5° metatarsiano	Falanges
12a	Abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal abierta	Epífisis distales abiertas	Epífisis proximales abiertas
13a	Ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distales han comenzado a fusionarse	Epífisis proximales han comenzado a fusionarse
14a	Practicamente fusionada	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis proximal continúa el proceso de fusión	Epífisis distales continúan el proceso de fusión	Epífisis proximales continúan el proceso de fusión
15a	Fusionada	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis proximal fusionada mas del 50%	Epífisis distales fusionadas mas del 50%	Epífisis proximales fusionadas mas del 50%
16a	Fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis proximal practicamente fusionada	Epífisis distales practicamente fusionadas	Epífisis proximales practicamente fusionadas
17a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
18a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
19a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
20a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas

Tabla 2.b Hombres Izquierdo

Edad	Calcáneo (Tuberosidad)	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2°-5° metatarsiano	Falanges
12a	Abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal abierta	Epífisis distales abiertas	Epífisis proximales abiertas
13a	Ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal abierta	Epífisis distal abierta	Epífisis proximal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distales han comenzado a fusionarse	Epífisis proximales han comenzado a fusionarse
14a	Practicamente fusionada	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis distal ha comenzado a fusionarse	Epífisis proximal continúa el proceso de fusión	Epífisis distales continúan el proceso de fusión	Epífisis proximales continúan el proceso de fusión
15a	Fusionada	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis distal fusionada mas del 50%	Epífisis proximal fusionada mas del 50%	Epífisis distales fusionadas mas del 50%	Epífisis proximales fusionadas mas del 50%
16a	Fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis distal practicamente fusionada	Epífisis proximal practicamente fusionada	Epífisis distales practicamente fusionadas	Epífisis proximales practicamente fusionadas
17a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
18a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
19a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas
20a	Fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis distal fusionada	Epífisis proximal fusionada	Epífisis distales fusionadas	Epífisis proximales fusionadas

Asignando valores numéricos a las diferentes situaciones de la unión epifisaria, en cinco estadios, tal y como establece Stewart (1957):

- 0 - Ausencia de unión
- 1 - $\frac{1}{4}$ de unión
- 2 - $\frac{1}{2}$ de unión
- 3 - $\frac{3}{4}$ de unión
- 4 - unión completa

Tabla 2.a Hombres Derecho

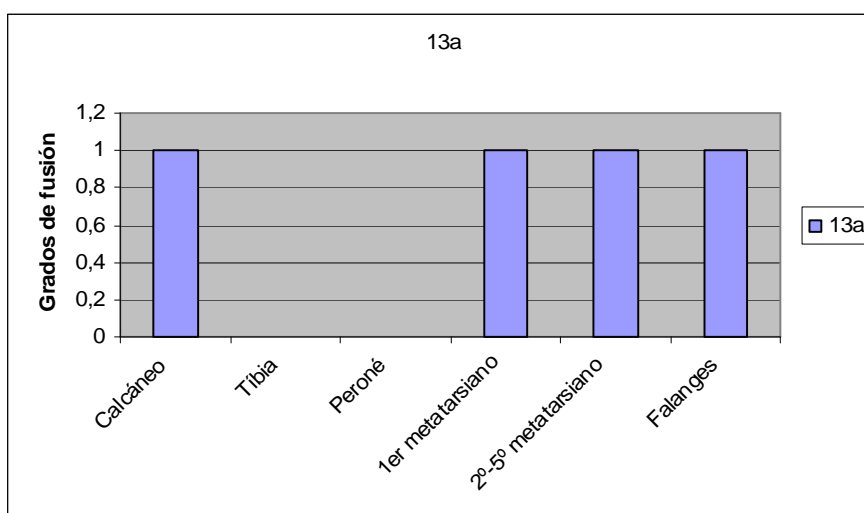
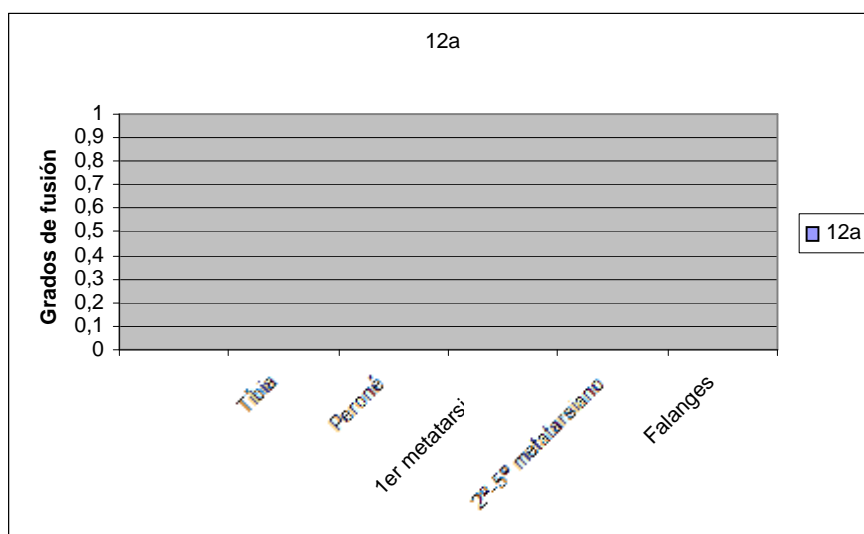
Edad	Calcáneo	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2 ^o -5 ^o metatarsiano	Falanges
12a	0	0	0	0	0	0
13a	1	0	0	1	1	1
14a	3	1	1	2	2	2
15a	4	2	2	2	2	2
16a	4	3	3	3	3	3
17a	4	4	4	4	4	4
18a	4	4	4	4	4	4
19a	4	4	4	4	4	4
20a	4	4	4	4	4	4

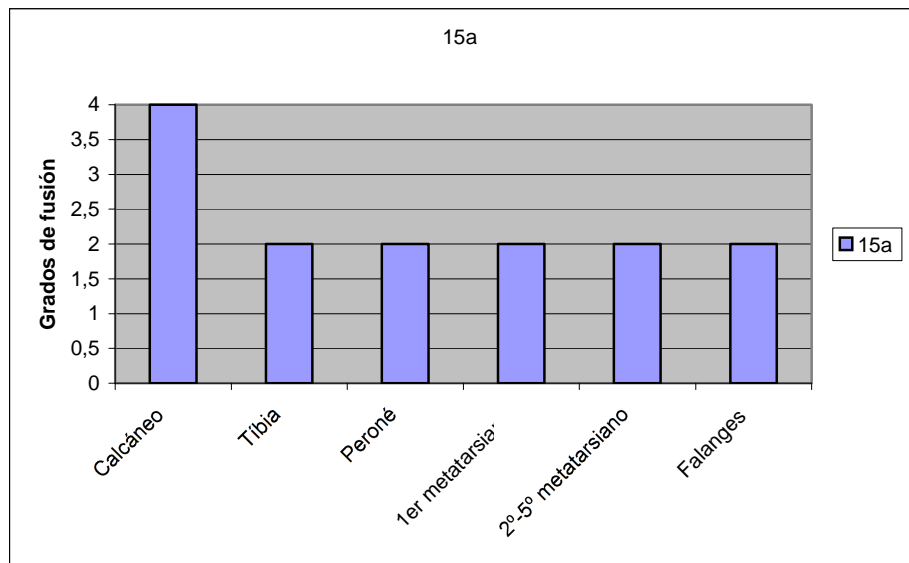
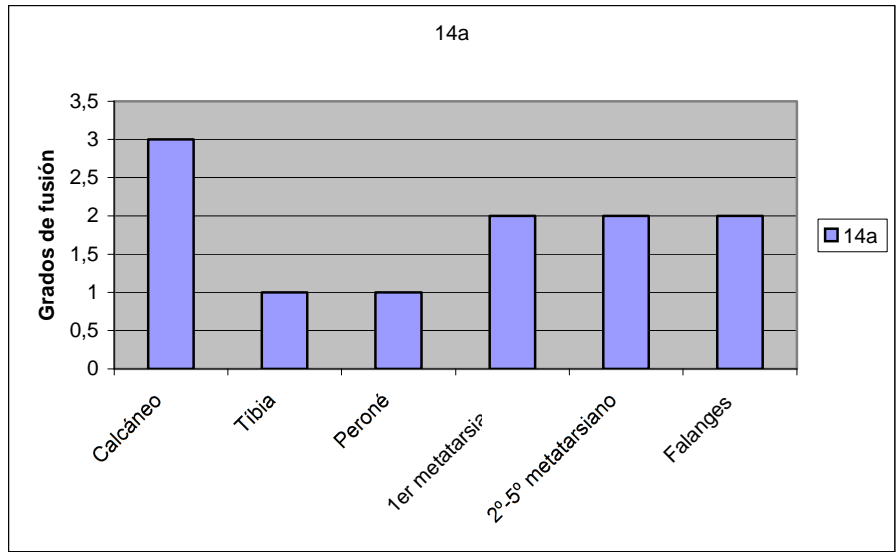
Tabla 2.b Hombres Izquierdo

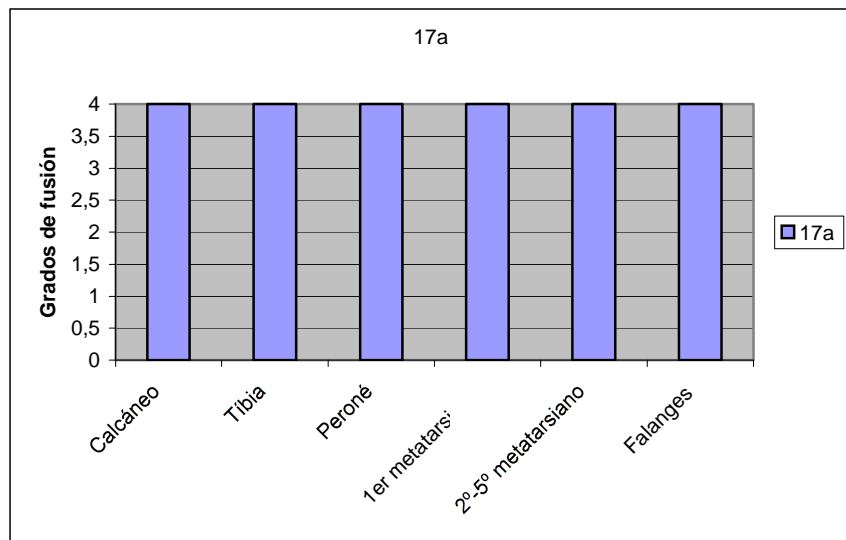
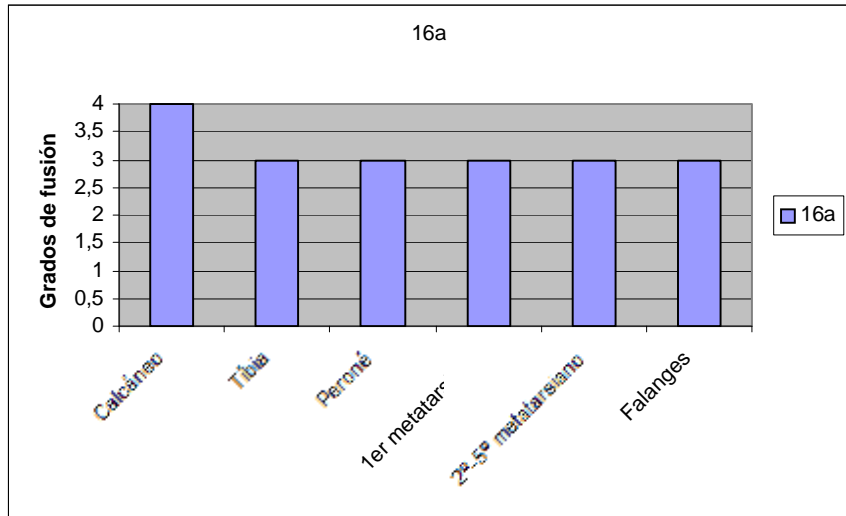
Edad	Calcáneo	Tibia	Peroné	1 ^{er} metatarsiano	2 ^o -5 ^o metatarsiano	Falanges
12a	0	0	0	0	0	0
13a	1	0	0	1	1	1
14a	3	1	1	2	2	2
15a	4	2	2	2	2	2
16a	4	3	3	3	3	3
17a	4	4	4	4	4	4
18a	4	4	4	4	4	4
19a	4	4	4	4	4	4
20a	4	4	4	4	4	4

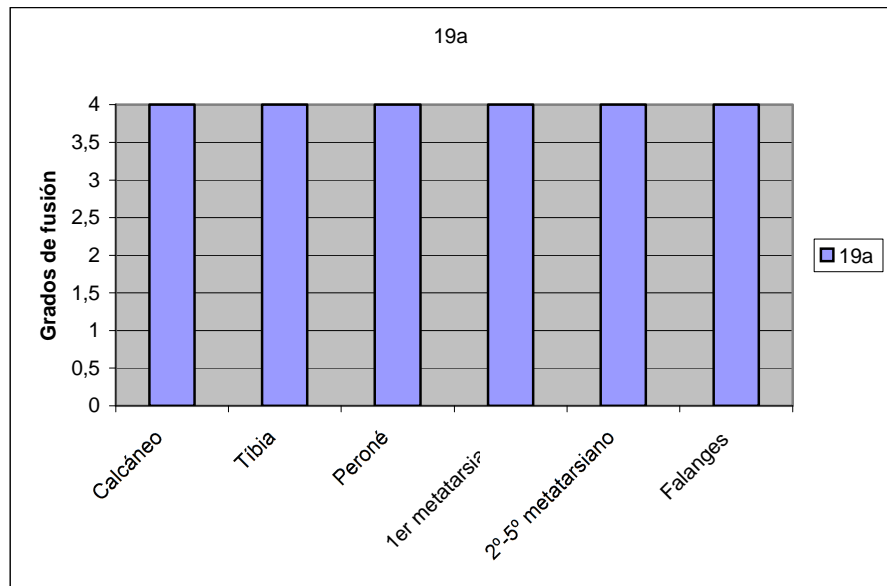
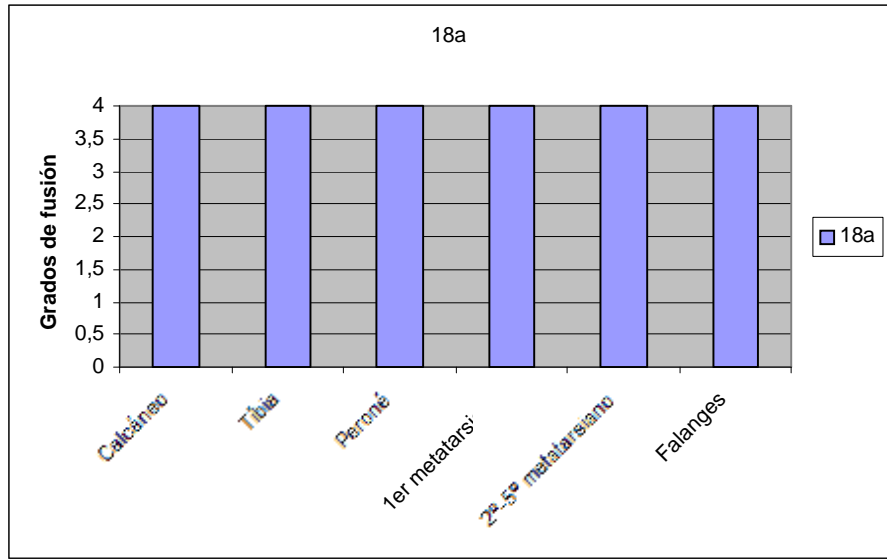
No se observan diferencias en los grados de unión metafisaria en pié derecho o pié izquierdo.

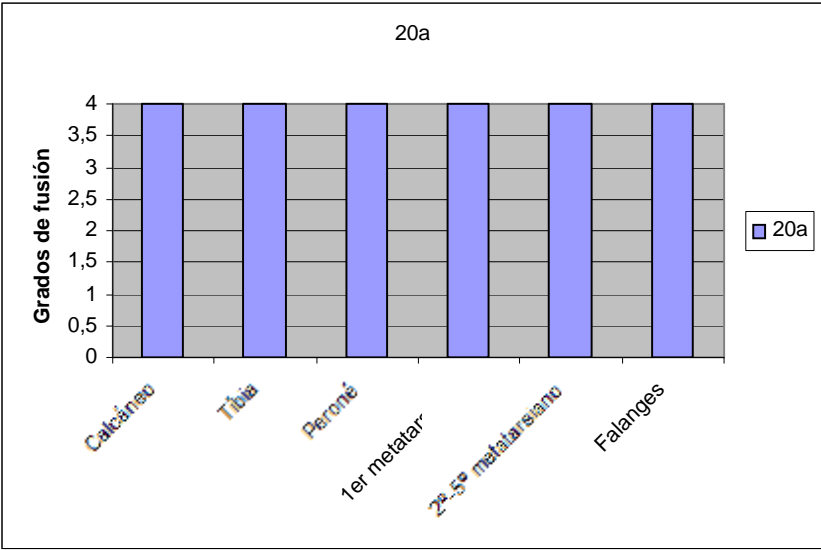
5.1.2.1.- Resultados para hombres por edades:



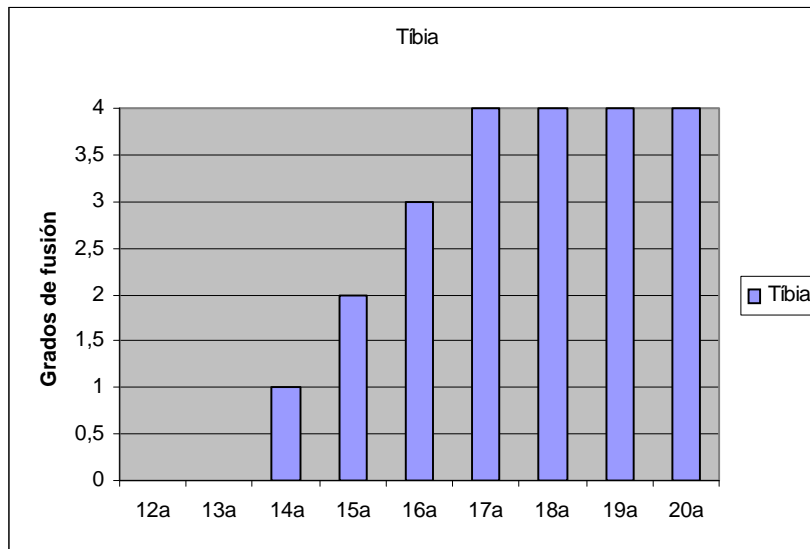
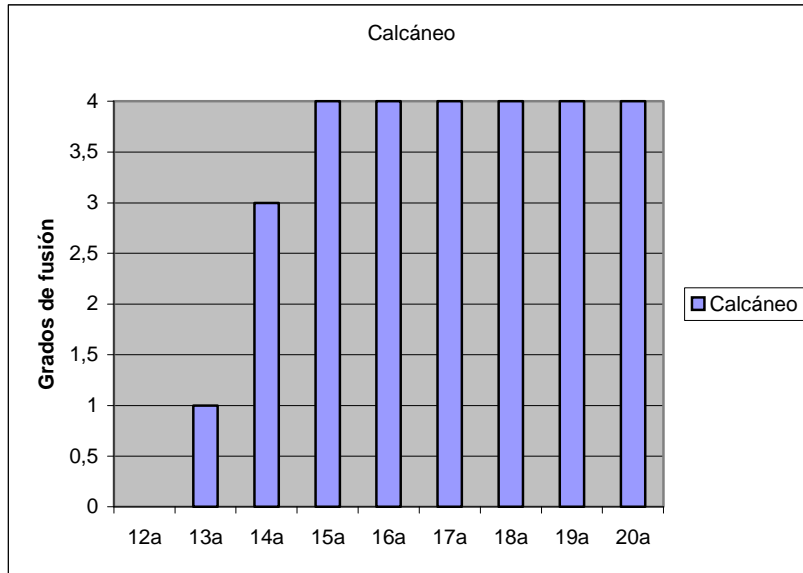


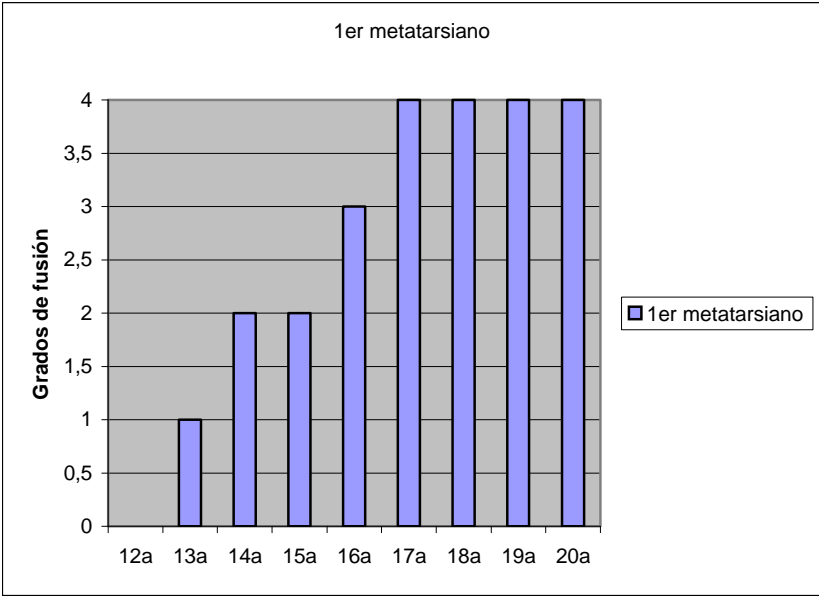
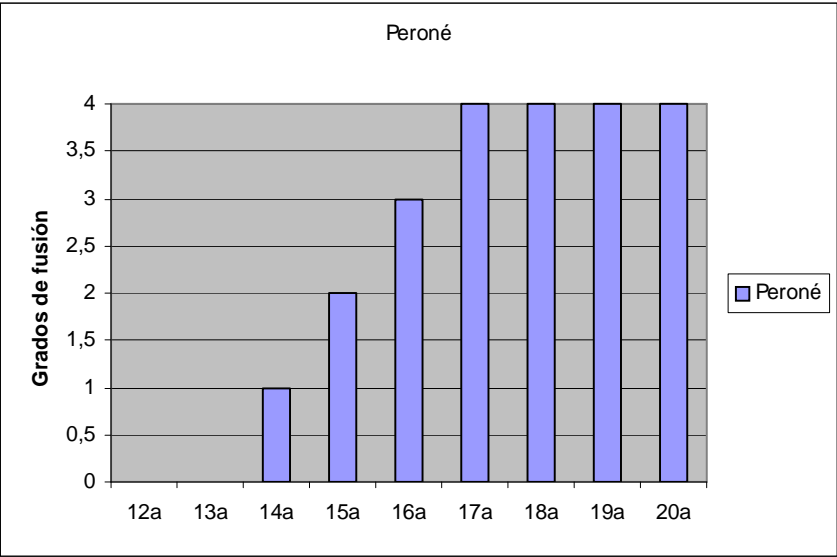


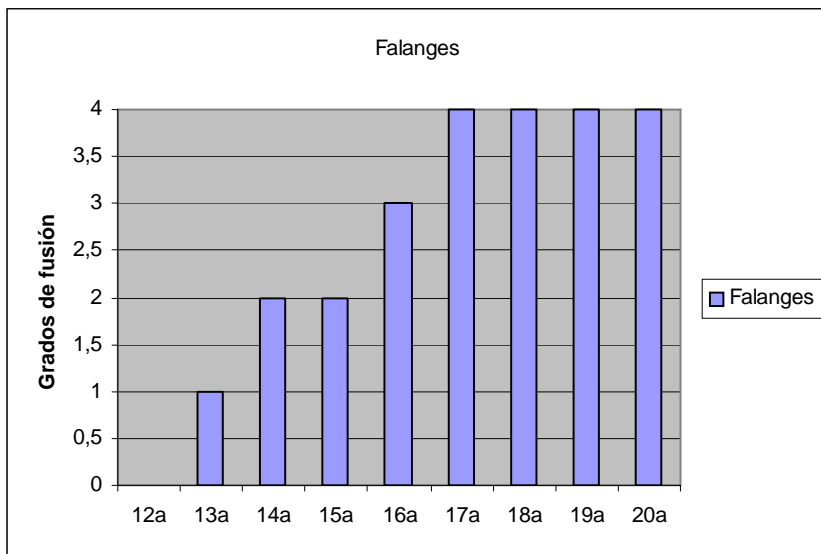
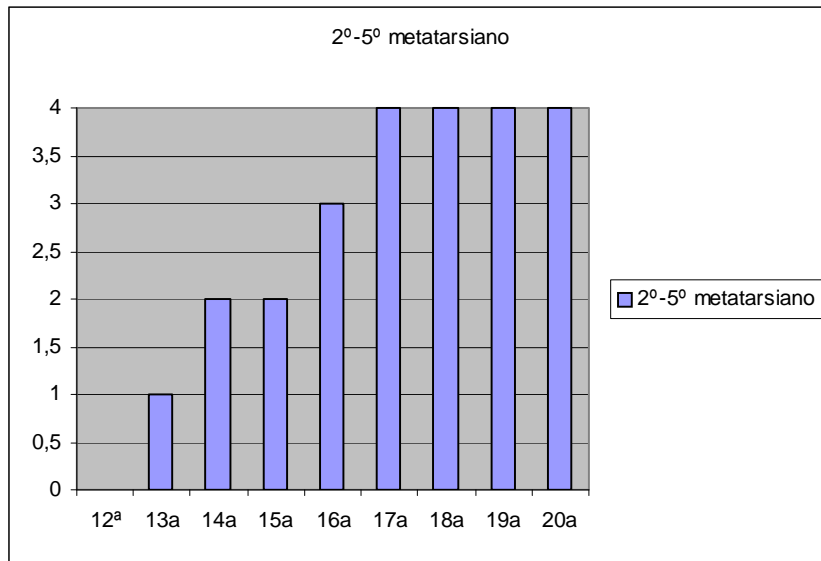




5.1.2.2.- Resultados para varones por hueso:







5.2.-Estudio de Análisis de Imagen

Los resultados obtenidos en la medición de niveles de gris en tibia son los siguientes:

M17a	TIBIA			
	MEAND	STDD	MIND	MAXD
1	205,85	13,37	174	232
2	107,99	14,05	178	232
3	194,56	13,88	162	226
4	191,66	13,33	164	218
5	198,83	13,82	170	226
6	188,62	10,6	166	208
7	183,29	16,21	146	214
8	188,5	16,35	154	222
9	184,6	5,68	167	198
10	159,8	6,88	95	181
11	162,18	5,18	148	181
12	170	5,52	152	184
13	148,24	6,4	87	168
14	180,45	6,5	156	196
15	210,78	4,37	122	221

V17a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
18	205,5	13,61	178	232
19	203,79	13,48	176	226
20	162,1	14,13	134	188
23	183,49	15,67	150	220
24	176,53	15,83	138	216
25	126,07	16,79	168	244
26	210,24	16,52	178	238
27	141,03	13,03	106	176
28	150,99	13,06	120	186
29	94,35	11,07	68	132
30	116,47	12,33	88	148
31	123,93	14,43	90	160
32	135,72	16,18	100	174
33	159,56	14,01	130	190

M18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
34	99	4,2	84	112
35	103,18	4,8	85	116
36	183,29	8,31	158	202
37	184,16	7,87	159	203
38	123,87	7,62	102	140
39	117,34	8,58	94	139
40	129,28	16,76	98	164
41	125,34	11,43	98	152
42	88,22	10,18	60	118
43	69,54	8,18	48	92
44	114,99	15,33	74	156

V18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
45	157,67	14,77	126	194
46	210,76	1,87	205	218
47	228,14	2,61	217	236
48	119,43	10,58	92	146
49	137,33	12,84	106	172
50	149,41	13,99	110	188
51	144,85	14,26	106	180
52	154,22	14,72	118	188
53	170,84	17,34	128	210
54	183,84	15,05	152	214
55	177,28	14,55	142	208
56	160,54	15,29	124	194
57	225,15	3,15	212	234

M19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
58	167,56	5	150	182
59	181,9	4,93	168	196
60	136,35	4,8	121	151
61	85,3	6,45	68	102
62	113,47	6,56	90	136
63	87,91	6,02	69	111
64	88,91	7,52	71	111
65	147,13	8,39	121	174
66	166,94	13,95	140	196
67	183,2	14,5	154	208
68	187,36	14,77	150	222
69	181,63	15,24	144	216
70	176,32	15,3	144	210
71	165,07	14,56	136	196
72	132,06	13,52	96	166
73	106,5	13,69	60	150

74	135,8	19,69	80	186
75	94,93	14	52	148
76	106,97	17,15	58	162
79	96,59	16,72	30	148
80	78,6	12,15	46	124
81	100,18	12,69	58	140
82	109,47	13,51	68	148
83	114,65	14,56	72	164
84	190,59	13,68	154	222
85	181,39	13,03	148	212
86	191,03	13,65	130	226
87	189,79	13,96	140	222
88	208,5	15,11	68	240
89	207,56	14,2	172	240
90	183	15,04	140	220
91	173,86	13,82	132	210
92	108,99	12,48	74	158
93	119,89	9,82	88	154
94	192,56	3,75	173	203

V19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
95	207,44	15,22	162	246
96	172,93	17,53	114	214
97	150,36	16,29	104	196
98	95,91	14,68	60	140
99	116,82	17,61	76	170
102	185,49	17,5	138	228
103	161,47	19,97	48	212
104	149,02	23,49	88	214
105	177,48	20,19	120	228
106	220,37	14,84	186	250
107	217,66	15,19	144	250
108	190,23	18,48	28	234

Los resultados obtenidos en la medición de niveles de gris en calcáneo son los siguientes:

CALCANEIO

M17a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
1	158,8	23,32	72	240
2	158,56	26,78	68	244
3	147,37	29,27	72	238
4	144,43	25,92	74	228
5	149,63	29,76	66	240
6	141,49	26,55	68	232
7	179,95	28,33	98	255
8	160,14	29,28	84	254
9	154,24	19,65	61	218
10	90,64	23,07	42	198
11	141,34	29,11	71	217
12	133,179	29,74	66	221
13	129,88	20,41	80	198
14	162,16	22,67	85	224
15	177,91	19,17	91	228

V17a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
18	198,35	30,08	98	250
19	197,73	28,35	100	252
20	129,72	25,74	60	232
23	151,25	23,2	76	230
24	153,4	26,63	84	246
25	208,15	19,71	136	250
26	200,37	20,83	128	244
27	124,94	21,58	66	226
28	120,52	20,52	26	204
29	115,05	22,24	52	220
30	154,25	29,95	52	236
31	104,65	19,3	58	198
32	119,75	22,14	70	200
33	140,15	27,73	64	234

M18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
34	109,37	20,27	59	182
35	113,24	19,73	53	180
36	175,58	19,72	89	225
37	185,35	16,9	96	223
38	121,12	19,84	55	184
39	132,37	28,09	54	206
40	97,52	26,97	34	202
41	101,01	22,57	40	210

42	71,09	19,57	30	186
43	60,64	17,3	20	154
44	96,14	29,05	38	232

V18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
45	118,49	24	52	212
46	204,75	14,63	147	249
47	212,93	14,05	138	251
48	119,43	20,13	66	204
49	126,65	24,44	68	214
50	121,26	32,1	40	232
51	114,8	31,68	42	222
52	109,42	36,71	32	242
53	129,75	33,75	40	242
54	128,48	24,96	66	214
55	131,38	24,49	70	218
56	127,42	25,32	58	220
57	209,86	15,31	139	253

M19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
58	132,96	19,93	65	183
59	146,45	19,42	83	203
60	109,95	13,32	78	176
61	89,8	17,33	43	154
62	148,24	21,15	88	213
63	126,97	22,43	62	197
64	104,8	19,45	54	168
65	144,77	27,83	46	219
66	145,89	26,76	0	240
67	164,41	22,41	62	234
68	144,13	31,73	42	240
69	103,1	24,46	30	214
70	123,31	23,85	62	214
71	130,54	26,19	48	224
72	82	20,04	30	178
73	92,45	24,35	34	200
74	62,32	17,24	22	146
75	80,85	18,13	32	162
76	86,86	18,92	42	180
79	77,98	17,59	38	162
80	71,08	16,59	32	144
81	76,57	30,37	16	196
82	72,87	20,93	24	154
83	76,19	29,96	22	196
84	181,75	22,14	104	248

85	175,6	21,89	104	244
86	167,63	20,54	94	236
87	166,33	21,29	100	246
88	178	21,58	0	254
89	186,929	20,9	70	240
90	133,41	21,63	72	196
91	148,66	21,59	84	218
92	92,29	23,96	34	168
93	94,38	28,79	32	174
94	161,29	22,6	78	205

V19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
95	186,16	20,42	98	240
96	154,18	31,12	66	246
97	135,9	32,55	50	234
98	92,97	19,54	44	163
99	113,19	24,52	42	206
102	153,12	29,79	64	232
103	150,98	26,85	52	226
104	90,88	20,33	32	168
105	91,8	26,14	38	206
106	196,86	18,39	8	242
107	194,13	17,38	68	242
108	172,52	19,59	110	242

Los resultados obtenidos en la medición de niveles de gris en el fondo de la placa son los siguientes:

FONDO				
M17a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
1	5,99	0,08	4	8
2	5,42	1,03	4	8
3	5,52	1,28	2	18
4	6,05	0,61	4	10
5	5,34	0,95	2	12
6	5,35	0,97	2	12
7	7,8	0,21	4	14
8	7,96	0,53	4	14
9	9,23	0,47	6	14
10	5,69	0,56	2	9

11	5,2	0,56	1	9
12	5,33	0,57	2	9
13	11,62	1,14	7	30
14	8,5	0,53	6	11
15	8,39	0,55	5	20

V17a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
18	5,78	0,63	2	18
19	5,98	1,19	4	8
20	8,07	0,56	6	10
23	5,83	0,58	2	12
24	5,65	0,76	4	8
25	5,98	0,34	4	10
26	6	0,06	4	8
27	5,41	1,04	2	8
28	5,35	0,97	2	8
29	5,32	0,97	2	8
30	5,99	0,1	4	8
31	9	1	4	20
32	8,53	0,9	2	14
33	8,12	0,5	6	10

M18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
34	7,32	0,93	3	10
35	3,88	0,61	2	9
36	5,09	0,47	1	8
37	5,31	0,57	2	8
38	4,34	0,54	1	8
39	4,08	0,37	2	7
40	5,41	0,91	2	6
41	5,12	0,99	2	8
42	5,94	0,41	2	30
43	4,92	1	4	6
44	5,35	0,94	2	8

V18a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
45	6,15	0,57	4	12
46	11,11	0,61	7	15
47	11,41	0,92	6	16
48	5,45	0,9	2	8
49	5,51	0,86	4	8
50	5,38	0,92	2	6
51	5,33	0,94	2	8

52	5,33	0,95	2	8
53	5,28	1,04	2	8
54	5,34	0,95	2	12
55	5,64	0,77	2	8
56	5,97	0,26	4	8
57	9,43	0,66	4	17

M19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
58	9,35	0,5	4	22
59	9,95	0,44	8	17
60	11,95	0,59	4	21
61	4,55	0,62	1	8
62	6,33	0,59	3	10
63	5,3	0,6	2	10
64	4,96	0,52	2	8
65	6,13	0,6	2	18
66	6,06	0,33	4	18
67	60,5	0,31	4	10
68	5,36	0,93	2	8
69	5,43	0,9	2	8
70	6	0,1	4	8
71	6	0,08	6	10
72	6	0,05	4	8
73	5,42	0,91	4	8
74	5,52	0,85	2	8
75	5,69	0,72	2	8
76	5,92	0,37	2	10
79	5,99	0,17	4	8
80	5,96	0,29	4	8
81	5,33	0,96	2	8
82	5,99	0,14	4	8
83	5,98	0,18	2	8
84	5,96	1,45	4	10
85	5,73	1,36	2	10
86	5,34	0,95	2	8
87	5,34	0,95	2	10
88	5,54	0,84	4	8
89	5,56	0,83	4	8
90	5,33	0,95	2	8
91	5,33	0,95	2	8
92	5,33	0,95	2	8
93	6	0,08	2	12
94	8,9	0,37	7	11

V19a	MEAND	STDD	MIND	MAXD
-------------	--------------	-------------	-------------	-------------

95	5,93	1,27	2	8
96	5,38	1,02	2	8
97	5,59	0,81	2	10
98	4,33	0,71	0	11
99	4,5	1,61	1	9
102	5,27	0,96	2	6
103	5,13	0,99	2	6
104	5,47	0,88	2	6
105	5,98	0,18	4	8
106	5,66	0,76	4	8
107	5,72	0,69	2	8
108	6	0,09	4	10

Se realiza análisis descriptivo de todas las medidas obtenidas por sexos.

Sexo = MUJER

Descriptivos(a)

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
Tibia_MEAND	ED_17	15	178.3567	26.01663	6.71747	163.9491	192.7642	107.99	210.78
	ED_18	11	121.6555	35.40320	10.67447	97.8713	145.4396	69.54	184.16
	ED_19	35	145.4846	41.28021	6.97763	131.3043	159.6648	78.60	208.50
	Total	61	149.2708	41.13557	5.26687	138.7355	159.8061	69.54	210.78
Tibia_STDD	ED_17	15	10.1427	4.44042	1.14651	7.6836	12.6017	4.37	16.35
	ED_18	11	9.3873	3.88742	1.17210	6.7757	11.9989	4.20	16.76
	ED_19	35	12.1203	4.06650	.68736	10.7234	13.5172	3.75	19.69
	Total	61	11.1411	4.22640	.54114	10.0587	12.2236	3.75	19.69
Tibia_MIND	ED_17	15	149.4000	27.37778	7.06891	134.2387	164.5613	87.00	178.00
	ED_18	11	96.3636	34.94073	10.53503	72.8901	119.8371	48.00	159.00
	ED_19	35	107.5714	42.45502	7.17621	92.9876	122.1552	30.00	173.00
	Total	61	115.8361	42.31713	5.41815	104.9981	126.6740	30.00	178.00
Tibia_MAXD	ED_17	15	207.1333	20.98934	5.41942	195.5098	218.7568	168.00	232.00
	ED_18	11	144.9091	35.59903	10.73351	120.9933	168.8248	92.00	203.00
	ED_19	35	178.6857	38.90091	6.57545	165.3228	192.0486	102.00	240.00
	Total	61	179.5902	39.77662	5.09287	169.4029	189.7774	92.00	240.00
Calc_MEAND	ED_17	15	148.6479	21.48885	5.54840	136.7478	160.5481	90.64	179.95
	ED_18	11	114.8573	38.38342	11.57304	89.0709	140.6436	60.64	185.35
	ED_19	35	122.3074	37.82982	6.39441	109.3124	135.3024	62.32	186.93
	Total	61	127.4411	36.34674	4.65372	118.1323	136.7499	60.64	186.93
Calc_STDD	ED_17	15	25.5353	3.84923	.99387	23.4037	27.6670	19.17	29.76
	ED_18	11	21.8191	4.28335	1.29148	18.9415	24.6967	16.90	29.05
	ED_19	35	22.2083	4.15484	.70230	20.7810	23.6355	13.32	31.73
	Total	61	22.9562	4.30390	.55106	21.8539	24.0585	13.32	31.73

Calc_MIND	ED_17	15	73.2000	13.42280	3.46575	65.7667	80.6333	42.00	98.00
	ED_18	11	51.6364	23.53411	7.09580	35.8259	67.4468	20.00	96.00
	ED_19	35	52.2000	28.66521	4.84530	42.3532	62.0468	.00	104.00
	Total	61	57.2623	26.15779	3.34916	50.5630	63.9616	.00	104.00
Calc_MAXD	ED_17	15	229.0000	17.18804	4.43793	219.4816	238.5184	198.00	255.00
	ED_18	11	198.5455	23.63626	7.12660	182.6664	214.4245	154.00	232.00
	ED_19	35	200.7429	32.56789	5.50498	189.5554	211.9303	144.00	254.00
	Total	61	207.2951	30.33059	3.88343	199.5271	215.0631	144.00	255.00
Fondo_MEAND	ED_17	15	6.8927	1.92207	.49628	5.8283	7.9571	5.20	11.62
	ED_18	11	5.1600	.94533	.28503	4.5249	5.7951	3.88	7.32
	ED_19	35	7.7151	9.30889	1.57349	4.5174	10.9129	4.55	60.50
	Total	61	7.0521	7.14387	.91468	5.2225	8.8818	3.88	60.50
Fondo_STDD	ED_17	15	.6693	.33616	.08680	.4832	.8555	.08	1.28
	ED_18	11	.7036	.25001	.07538	.5357	.8716	.37	1.00
	ED_19	35	.6123	.36730	.06209	.4861	.7385	.05	1.45
	Total	61	.6428	.33858	.04335	.5561	.7295	.05	1.45
Fondo_MIND	ED_17	15	3.6667	1.79947	.46462	2.6702	4.6632	1.00	7.00
	ED_18	11	2.0909	.83121	.25062	1.5325	2.6493	1.00	4.00
	ED_19	35	3.1714	1.56216	.26405	2.6348	3.7080	1.00	8.00
	Total	61	3.0984	1.58855	.20339	2.6915	3.5052	1.00	8.00
Fondo_MAXD	ED_17	15	13.2000	5.84563	1.50934	9.9628	16.4372	8.00	30.00
	ED_18	11	9.8182	6.79438	2.04858	5.2537	14.3827	6.00	30.00
	ED_19	35	10.2571	3.92835	.66401	8.9077	11.6066	8.00	22.00
	Total	61	10.9016	5.11763	.65525	9.5910	12.2123	6.00	30.00

Tanto en tibia como en calcáneo, las medias de densidad de gris medidas nos distinguen dos grupos de edad, 17 y 18 años.

Se realiza el test ANOVA para ver si las tres medias de densidad de gris son, significativamente diferentes. Son significativamente diferentes aquellas cuyo valor Sig. es < 0.05

ANOVA(a)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tibia_MEAND	Inter-grupos	21580.238	2	10790.119	7.828	.001
	Intra-grupos	79947.861	58	1378.411		
	Total	101528.100	60			
Tibia_STDD	Inter-grupos	82.346	2	41.173	2.414	.098
	Intra-grupos	989.402	58	17.059		
	Total	1071.748	60			
Tibia_MIND	Inter-grupos	23459.644	2	11729.822	8.101	.001
	Intra-grupos	83984.717	58	1448.012		
	Total	107444.361	60			
Tibia_MAXD	Inter-grupos	24638.569	2	12319.284	10.165	.000
	Intra-grupos	70292.185	58	1211.934		
	Total	94930.754	60			
Calc_MEAND	Inter-grupos	9410.247	2	4705.124	3.907	.026
	Intra-grupos	69854.895	58	1204.395		
	Total	79265.143	60			
Calc_STDD	Inter-grupos	133.580	2	66.790	3.962	.024
	Intra-grupos	977.834	58	16.859		
	Total	1111.414	60			
Calc_MIND	Inter-grupos	5055.258	2	2527.629	4.072	.022
	Intra-grupos	35998.545	58	620.665		
	Total	41053.803	60			
Calc_MAXD	Inter-grupos	9411.276	2	4705.638	5.961	.004
	Intra-grupos	45785.413	58	789.404		
	Total	55196.689	60			
Fondo_MEAND	Inter-grupos	55.149	2	27.574	.532	.590
	Intra-grupos	3006.941	58	51.844		
	Total	3062.089	60			
Fondo_STDD	Inter-grupos	.084	2	.042	.358	.701
	Intra-grupos	6.794	58	.117		
	Total	6.878	60			
Fondo_MIND	Inter-grupos	16.196	2	8.098	3.474	.038
	Intra-grupos	135.214	58	2.331		
	Total	151.410	60			
Fondo_MAXD	Inter-grupos	106.688	2	53.344	2.112	.130
	Intra-grupos	1464.722	58	25.254		
	Total	1571.410	60			

La densidad media de gris medida en tibia y calcáneo salen significativamente diferentes, no ocurre lo mismo con las medias tomadas en el fondo de las placas donde no aparecen diferencias significativas.

El análisis de subconjuntos homogéneos nos indican que grupos de edad son iguales o son diferentes.

Subconjuntos homogéneos

Tibia_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	121.6555	
ED_19	35	145.4846	
ED_17	15		178.3567
Sig.		.074	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Tibia_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_18	11	9.3873
ED_17	15	10.1427
ED_19	35	12.1203
Sig.		.080

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Tibia_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	96.3636	
ED_19	35	107.5714	
ED_17	15		149.4000
Sig.		.407	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Tibia_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
ED_18	11	144.9091		
ED_19	35		178.6857	
ED_17	15			207.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Calc_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	114.8573	
ED_19	35	122.3074	
ED_17	15		148.6479
Sig.		.545	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Calc_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	21.8191	
ED_19	35	22.2083	
ED_17	15		25.5353
Sig.		.789	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Calc_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	51.6364	
ED_19	35	52.2000	
ED_17	15		73.2000
Sig.		.949	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Calc_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	198.5455	
ED_19	35	200.7429	
ED_17	15		229.0000
Sig.		.825	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Fondo_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	5.1600	
ED_17	15	6.8927	
ED_19	35	7.7151	
Sig.		.348	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Fondo_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_19	35	.6123	
ED_17	15	.6693	
ED_18	11	.7036	
Sig.		.481	

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Fondo_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	11	2.0909	
ED_19	35		3.1714
ED_17	15		3.6667
Sig.		1.000	.361

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

Fondo_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_18	11	9.8182
ED_19	35	10.2571
ED_17	15	13.2000
Sig.		.075

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.116.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = MUJER

El análisis de subconjuntos homogéneos encuentra diferencias entre los grupos de 17 y 18 años en mujeres.

Sexo = VARON

Descriptivos(a)

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Tibia_MEAND	ED_17	14	156.4121	36.00097	9.62166	135.6258	177.1985	94.35	210.24
	ED_18	13	170.7277	33.53254	9.30025	150.4642	190.9912	119.43	228.14
	ED_19	12	170.4317	38.30256	11.05700	146.0954	194.7680	95.91	220.37
	Total	39	165.4977	35.64570	5.70788	153.9427	177.0527	94.35	228.14
Tibia_STDD	ED_17	14	14.2957	1.70120	.45467	13.3135	15.2780	11.07	16.79
	ED_18	13	11.6169	5.39451	1.49617	8.3571	14.8768	1.87	17.34
	ED_19	12	17.5825	2.64808	.76443	15.9000	19.2650	14.68	23.49
	Total	39	14.4141	4.24990	.68053	13.0364	15.7918	1.87	23.49
Tibia_MIND	ED_17	14	130.2857	36.61742	9.78642	109.1434	151.4280	68.00	178.00
	ED_18	13	141.3846	42.87295	11.89082	115.4768	167.2925	92.00	217.00
	ED_19	12	105.6667	47.72522	13.77709	75.3435	135.9898	28.00	186.00
	Total	39	126.4103	43.77918	7.01028	112.2187	140.6018	28.00	217.00
Tibia_MAXD	ED_17	14	195.0000	35.08890	9.37790	174.7403	215.2597	132.00	244.00
	ED_18	13	198.6154	25.11818	6.96653	183.4366	213.7942	146.00	236.00
	ED_19	12	215.1667	33.20962	9.58679	194.0663	236.2671	140.00	250.00
	Total	39	202.4103	31.87865	5.10467	192.0764	212.7441	132.00	250.00
Calc_MEAND	ED_17	14	151.3057	35.88477	9.59061	130.5865	172.0250	104.65	208.15

	ED_18	13	142.6631	38.46567	10.66846	119.4185	165.9077	109.42	212.93
	ED_19	12	144.3908	39.65447	11.44726	119.1956	169.5861	90.88	196.86
	Total	39	146.2972	37.11977	5.94392	134.2643	158.3300	90.88	212.93
Calc_STDD	ED_17	14	24.1429	3.82874	1.02327	21.9322	26.3535	19.30	30.08
	ED_18	13	24.7362	7.38548	2.04836	20.2732	29.1992	14.05	36.71
	ED_19	12	23.8850	5.31769	1.53509	20.5063	27.2637	17.38	32.55
	Total	39	24.2613	5.52744	.88510	22.4695	26.0531	14.05	36.71
Calc_MIND	ED_17	14	76.4286	30.30287	8.09878	58.9322	93.9249	26.00	136.00
	ED_18	13	73.6923	40.48536	11.22862	49.2273	98.1574	32.00	147.00
	ED_19	12	56.0000	27.93499	8.06414	38.2510	73.7490	8.00	110.00
	Total	39	69.2308	33.74631	5.40374	58.2915	80.1701	8.00	147.00
Calc_MAXD	ED_17	14	230.1429	18.62115	4.97671	219.3913	240.8944	198.00	252.00
	ED_18	13	228.6923	16.88384	4.68274	218.4895	238.8951	204.00	253.00
	ED_19	12	220.5833	28.99046	8.36883	202.1637	239.0030	163.00	246.00
	Total	39	226.7179	21.66728	3.46954	219.6942	233.7417	163.00	253.00
Fondo_MEAN D	ED_17	14	6.5007	1.30396	.34850	5.7478	7.2536	5.32	9.00
	ED_18	13	6.7177	2.29820	.63741	5.3289	8.1065	5.28	11.41
	ED_19	12	5.4133	.54199	.15646	5.0690	5.7577	4.33	6.00
	Total	39	6.2385	1.62897	.26084	5.7104	6.7665	4.33	11.41
Fondo_STDD	ED_17	14	.6857	.35196	.09406	.4825	.8889	.06	1.19
	ED_18	13	.7962	.21708	.06021	.6650	.9273	.26	1.04
	ED_19	12	.8308	.41478	.11974	.5673	1.0944	.09	1.61
	Total	39	.7672	.33328	.05337	.6591	.8752	.06	1.61
Fondo_MIND	ED_17	14	3.4286	1.45255	.38821	2.5899	4.2672	2.00	6.00
	ED_18	13	3.3077	1.70219	.47210	2.2791	4.3363	2.00	7.00
	ED_19	12	2.2500	1.21543	.35086	1.4778	3.0222	.00	4.00
	Total	39	3.0256	1.53017	.24502	2.5296	3.5217	.00	7.00
Fondo_MAXD	ED_17	14	10.7143	3.96967	1.06094	8.4223	13.0063	8.00	20.00
	ED_18	13	10.3077	3.66025	1.01517	8.0958	12.5196	6.00	17.00
	ED_19	12	8.1667	1.64225	.47408	7.1232	9.2101	6.00	11.00
	Total	39	9.7949	3.41189	.54634	8.6889	10.9009	6.00	20.00

a Sexo = VARON

ANOVA(a)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tibia_MEAND	Inter-grupos	1803.378	2	901.689	.698	.504
	Intra-grupos	46480.039	36	1291.112		
	Total	48283.417	38			
Tibia_STDD	Inter-grupos	222.376	2	111.188	8.627	.001
	Intra-grupos	463.968	36	12.888		
	Total	686.344	38			
Tibia_MIND	Inter-grupos	8288.835	2	4144.418	2.312	.114
	Intra-grupos	64542.601	36	1792.850		
	Total	72831.436	38			
Tibia_MAXD	Inter-grupos	2908.692	2	1454.346	1.466	.244
	Intra-grupos	35708.744	36	991.910		
	Total	38617.436	38			
Calc_MEAND	Inter-grupos	566.493	2	283.246	.197	.822
	Intra-grupos	51792.858	36	1438.691		
	Total	52359.351	38			
Calc_STDD	Inter-grupos	4.827	2	2.413	.075	.928
	Intra-grupos	1156.170	36	32.116		
	Total	1160.997	38			
Calc_MIND	Inter-grupos	3084.725	2	1542.363	1.382	.264
	Intra-grupos	40190.198	36	1116.394		
	Total	43274.923	38			
Calc_MAXD	Inter-grupos	666.497	2	333.249	.699	.504
	Intra-grupos	17173.400	36	477.039		
	Total	17839.897	38			
Fondo_MEAND	Inter-grupos	12.119	2	6.059	2.459	.100
	Intra-grupos	88.716	36	2.464		
	Total	100.835	38			
Fondo_STDD	Inter-grupos	.152	2	.076	.674	.516
	Intra-grupos	4.068	36	.113		
	Total	4.221	38			
Fondo_MIND	Inter-grupos	10.527	2	5.263	2.415	.104
	Intra-grupos	78.448	36	2.179		
	Total	88.974	38			
Fondo_MAXD	Inter-grupos	47.066	2	23.533	2.143	.132
	Intra-grupos	395.293	36	10.980		
	Total	442.359	38			

Ni en el análisis descriptivo y con el test ANOVA se aprecian diferencias significativas en las medidas tomadas en los tres grupos de edad en varones.

Se realiza análisis de subconjuntos homogéneos para el caso de varones:

Subconjuntos homogéneos

Tibia_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_17	14	156.4121
ED_19	12	170.4317
ED_18	13	170.7277
Sig.		.347

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Tibia_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_18	13	11.6169	
ED_17	14	14.2957	
ED_19	12		17.5825
Sig.		.066	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Tibia_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
ED_19	12	105.6667	
ED_17	14	130.2857	130.2857
ED_18	13		141.3846
Sig.		.148	.509

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Tibia_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_17	14	195.0000
ED_18	13	198.6154
ED_19	12	215.1667
Sig.		.132

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Calc_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_18	13	142.6631
ED_19	12	144.3908
ED_17	14	151.3057
Sig.		.590

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Calc_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	23.8850
ED_17	14	24.1429
ED_18	13	24.7362
Sig.		.722

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Calc_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	56.0000
ED_18	13	73.6923
ED_17	14	76.4286
Sig.		.150

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Calc_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	220.5833
ED_18	13	228.6923
ED_17	14	230.1429
Sig.		.301

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de

error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Fondo_MEAND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	5.4133
ED_17	14	6.5007
ED_18	13	6.7177
Sig.		.052

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Fondo_STDD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_17	14	.6857
ED_18	13	.7962
ED_19	12	.8308
Sig.		.308

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

Fondo_MIND(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	2.2500
ED_18	13	3.3077
ED_17	14	3.4286
Sig.		.061

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de

error de tipo I no están garantizados.
c Sexo = VARON

Fondo_MAXD(c)

Duncan

Edad	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
ED_19	12	8.1667
ED_18	13	10.3077
ED_17	14	10.7143
Sig.		.071

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.949.

b Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c Sexo = VARON

En ninguna de las medidas tomadas nos discrimina grupos de edad diferentes en varones.

A continuación realizamos un análisis discriminante de los resultados obtenidos, por sexos:

En primer lugar, realizamos un análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante que nos elige las variables más significativas.

Con todas las variables, los tres grupos de edad y en función de dos variables:

Sexo = MUJER

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		61	100.0
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	0	.0
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	0	.0
Casos Totales		61	100.0

a Sexo = MUJER

Estadísticos de grupo(a)

Edad		Media	Desv. típ.	N válido (según lista)	
				No ponderados	Ponderados
ED_17	Tibia_MEAND	178.3567	26.01663	15	15.000
	Tibia_MIND	149.4000	27.37778	15	15.000
	Tibia_MAXD	207.1333	20.98934	15	15.000
	Calc_MEAND	148.6479	21.48885	15	15.000
	Calc_MIND	73.2000	13.42280	15	15.000
	Calc_MAXD	229.0000	17.18804	15	15.000
	Fondo_MEAND	6.8927	1.92207	15	15.000
	Fondo_MIND	3.6667	1.79947	15	15.000
	Fondo_MAXD	13.2000	5.84563	15	15.000
ED_18	Tibia_MEAND	121.6555	35.40320	11	11.000
	Tibia_MIND	96.3636	34.94073	11	11.000
	Tibia_MAXD	144.9091	35.59903	11	11.000
	Calc_MEAND	114.8573	38.38342	11	11.000
	Calc_MIND	51.6364	23.53411	11	11.000
	Calc_MAXD	198.5455	23.63626	11	11.000
	Fondo_MEAND	5.1600	.94533	11	11.000
	Fondo_MIND	2.0909	.83121	11	11.000
	Fondo_MAXD	9.8182	6.79438	11	11.000
ED_19	Tibia_MEAND	145.4846	41.28021	35	35.000
	Tibia_MIND	107.5714	42.45502	35	35.000
	Tibia_MAXD	178.6857	38.90091	35	35.000
	Calc_MEAND	122.3074	37.82982	35	35.000
	Calc_MIND	52.2000	28.66521	35	35.000
	Calc_MAXD	200.7429	32.56789	35	35.000
	Fondo_MEAND	7.7151	9.30889	35	35.000
	Fondo_MIND	3.1714	1.56216	35	35.000
	Fondo_MAXD	10.2571	3.92835	35	35.000
Total	Tibia_MEAND	149.2708	41.13557	61	61.000
	Tibia_MIND	115.8361	42.31713	61	61.000
	Tibia_MAXD	179.5902	39.77662	61	61.000
	Calc_MEAND	127.4411	36.34674	61	61.000
	Calc_MIND	57.2623	26.15779	61	61.000
	Calc_MAXD	207.2951	30.33059	61	61.000
	Fondo_MEAND	7.0521	7.14387	61	61.000
	Fondo_MIND	3.0984	1.58855	61	61.000
	Fondo_MAXD	10.9016	5.11763	61	61.000

a Sexo = MUJER

Análisis 1

Estadísticos por pasos

Variables introducidas/excluidas(a,b,c,d,e)

Paso	Introducidas	Lambda de Wilks								
		Estadístico	gl2	gl3	F exacta			Estadístico	gl1	
		Estadístico	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1
1	Tibia_MAXD		.740	1	2	58.000	10.165	2	58.000	.000
2	Calc_MAXD		.625	2	2	58.000	7.564	4	114.000	.000

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

- a El número máximo de pasos es 18.
- b La significación máxima de F para entrar es .10.
- c La significación mínima de F para salir es .15.
- d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.
- e Sexo = MUJER

Variables en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Sig. de F para salir	Lambda de Wilks
1	Tibia_MAXD	1.000	.000	
2	Tibia_MAXD	.391	.000	.829
	Calc_MAXD	.391	.008	.740

a Sexo = MUJER

Variables no incluidas en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.001	.787
	Tibia_MIND	1.000	1.000	.001	.782
	Tibia_MAXD	1.000	1.000	.000	.740
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.026	.881
	Calc_MIND	1.000	1.000	.022	.877
	Calc_MAXD	1.000	1.000	.004	.829
	Fondo_MEAND	1.000	1.000	.590	.982
	Fondo_MIND	1.000	1.000	.038	.893
	Fondo_MAXD	1.000	1.000	.130	.932
1	Tibia_MEAND	.197	.197	.270	.707
	Tibia_MIND	.421	.421	.030	.655
	Calc_MEAND	.488	.488	.167	.695
	Calc_MIND	.864	.864	.167	.695
	Calc_MAXD	.391	.391	.008	.625
	Fondo_MEAND	.990	.990	.688	.731
	Fondo_MIND	.995	.995	.142	.691
	Fondo_MAXD	.990	.990	.103	.684
	2	Tibia_MEAND	.194	.165	.534
Tibia_MIND		.411	.283	.115	.578
Calc_MEAND		.323	.259	.920	.623
Calc_MIND		.828	.375	.388	.604
Fondo_MEAND		.983	.388	.579	.612
Fondo_MIND		.992	.388	.185	.588
Fondo_MAXD		.986	.387	.114	.578

a Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Paso	Número de	Lambda	gl1	gl2	gl3	F exacta
------	-----------	--------	-----	-----	-----	----------

	variables	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico
1	1	.740	1	2	58	10.165	2	58.000	.000
2	2	.625	2	2	58	7.564	4	114.000	.000

a Sexo = MUJER

Resumen de las funciones canónicas discriminantes

Autovalores(b)

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	.387(a)	71.5	71.5	.528
2	.155(a)	28.5	100.0	.366

a Se han empleado las 2 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

b Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 2	.625	27.071	4	.000
2	.866	8.261	1	.004

a Sexo = MUJER

Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas(a)

	Función	
	1	2
Tibia_MAXD	1.412	-.749
Calc_MAXD	-.633	1.468

a Sexo = MUJER

Matriz de estructura(b)

	Función	
	1	2
Tibia_MAXD	.918(*)	.396
Tibia_MEAND(a)	.800(*)	.407
Tibia_MIND(a)	.658(*)	.396
Fondo_MAXD(a)	-.117(*)	.016
Fondo_MIND(a)	.088(*)	-.026
Calc_MAXD	.469	.883(*)
Calc_MEAND(a)	.496	.656(*)
Calc_MIND(a)	.265	.318(*)
Fondo_MEAND(a)	.056	.118(*)

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas

Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

* Mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante.

a Esta variable no se emplea en el análisis.

b Sexo = MUJER

Coefficientes de las funciones canónicas discriminantes(a)

	Función	
	1	2
Tibia_MAXD	.041	-.022
Calc_MAXD	-.023	.052
(Constante)	-2.614	-6.965

Coefficientes no tipificados

a Sexo = MUJER

Funciones en los centroides de los grupos(a)

Edad	Función	
	1	2
ED_17	.628	.541
ED_18	-1.210	.289
ED_19	.111	-.323

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos

a Sexo = MUJER

Estadísticos de clasificación

Resumen del proceso de clasificación(a)

Procesados		61
Excluidos	Código de grupo perdido o fuera de rango	0
	Perdida al menos una variable discriminante	0
Usados en los resultados		61

a Sexo = MUJER

Probabilidades previas para los grupos(a)

Edad	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		Ponderados	No ponderados
ED_17	.333	15	15.000

ED_18	.333	11	11.000
ED_19	.333	35	35.000
Total	1.000	61	61.000

a Sexo = MUJER

Coefficientes de la función de clasificación(a)

	Edad		
	ED_17	ED_18	ED_19
Tibia_MAXD	-.030	-.099	-.032
Calc_MAXD	.319	.347	.286
(Constante)	-34.528	-28.397	-26.871

Funciones discriminantes lineales de Fisher

a Sexo = MUJER

Las fórmulas que resultan de la aplicación de los coeficientes de la función de clasificación son:

$$17a \quad -0.030 \times \text{Tibia MAXD} + 0.319 \times \text{Calc MAXD} - 34.528$$

$$18a \quad -0.099 \times \text{Tibia MAXD} + 0.347 \times \text{Calc MAXD} - 28.397$$

$$19a \quad -0.032 \times \text{Tibia MAXD} + 0.286 \times \text{Calc MAXD} - 26.871$$

Resultados de la clasificación(a,b)

			Grupo de pertenencia pronosticado			Total
			ED_17	ED_18	ED_19	
Original	Recuento	Edad ED_17	13	0	2	15
		ED_18	2	8	1	11
		ED_19	13	7	15	35
%		Edad ED_17	86.7	.0	13.3	100.0
		ED_18	18.2	72.7	9.1	100.0
		ED_19	37.1	20.0	42.9	100.0

a Clasificados correctamente el 59.0% de los casos agrupados originales.

b Sexo = MUJER

De todas las variables, el análisis nos elige como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad máxima medida en tibia y densidad máxima medida en calcáneo, con una

probabilidad de acierto en la edad, en función de las dos variables, del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años, un 72.7% de los casos en el grupo de 18 años y un 42.9% de los casos en el grupo de 19 años.

Sexo = VARON

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
	Válidos	39	100.0
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	0	.0
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	0	.0
	Casos Totales	39	100.0

a Sexo = VARON

Estadísticos de grupo(a)

Edad	Media	Desv. típ.	N válido (según lista)		
			No ponderados	Ponderados	
ED_17	Tibia_MEAND	156.4121	36.00097	14	14.000
	Tibia_MIND	130.2857	36.61742	14	14.000
	Tibia_MAXD	195.0000	35.08890	14	14.000
	Calc_MEAND	151.3057	35.88477	14	14.000
	Calc_MIND	76.4286	30.30287	14	14.000
	Calc_MAXD	230.1429	18.62115	14	14.000
	Fondo_MEAND	6.5007	1.30396	14	14.000
	Fondo_MIND	3.4286	1.45255	14	14.000
	Fondo_MAXD	10.7143	3.96967	14	14.000
ED_18	Tibia_MEAND	170.7277	33.53254	13	13.000
	Tibia_MIND	141.3846	42.87295	13	13.000
	Tibia_MAXD	198.6154	25.11818	13	13.000
	Calc_MEAND	142.6631	38.46567	13	13.000
	Calc_MIND	73.6923	40.48536	13	13.000
	Calc_MAXD	228.6923	16.88384	13	13.000
	Fondo_MEAND	6.7177	2.29820	13	13.000
	Fondo_MIND	3.3077	1.70219	13	13.000
	Fondo_MAXD	10.3077	3.66025	13	13.000
ED_19	Tibia_MEAND	170.4317	38.30256	12	12.000
	Tibia_MIND	105.6667	47.72522	12	12.000
	Tibia_MAXD	215.1667	33.20962	12	12.000
	Calc_MEAND	144.3908	39.65447	12	12.000
	Calc_MIND	56.0000	27.93499	12	12.000
	Calc_MAXD	220.5833	28.99046	12	12.000
	Fondo_MEAND	5.4133	.54199	12	12.000
	Fondo_MIND	2.2500	1.21543	12	12.000
	Fondo_MAXD	8.1667	1.64225	12	12.000
Total	Tibia_MEAND	165.4977	35.64570	39	39.000
	Tibia_MIND	126.4103	43.77918	39	39.000
	Tibia_MAXD	202.4103	31.87865	39	39.000
	Calc_MEAND	146.2972	37.11977	39	39.000
	Calc_MIND	69.2308	33.74631	39	39.000
	Calc_MAXD	226.7179	21.66728	39	39.000
	Fondo_MEAND	6.2385	1.62897	39	39.000
	Fondo_MIND	3.0256	1.53017	39	39.000
	Fondo_MAXD	9.7949	3.41189	39	39.000

a Sexo = VARON

Análisis 1

Estadísticos por pasos

Variables introducidas/excluidas(a,b,c,d,e)

Paso	Introducidas		Excluidas		Lambda de Wilks					
	Estadístico	gl1	gl2	gl3	F exacta				Estadístico	gl1
	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1
1	Fondo_MEAND		.880	1	2	36.000	2.459	2	36.000	.100
2	Tibia_MAXD		.770	2	2	36.000	2.437	4	70.000	.055
3	Tibia_MIND		.514	3	2	36.000	4.471	6	68.000	.001
4		Fondo_MEAND	.519	2	2	36.000	6.782	4	70.000	.000

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

a El número máximo de pasos es 18.

b La significación máxima de F para entrar es .10.

c La significación mínima de F para salir es .15.

d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.

e Sexo = VARON

Variables en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Sig. de F para salir	Lambda de Wilks
1	Fondo_MEAND	1.000	.100	
2	Fondo_MEAND	.922	.041	.925
	Tibia_MAXD	.922	.098	.880
3	Fondo_MEAND	.798	.844	.519
	Tibia_MAXD	.377	.000	.843
	Tibia_MIND	.331	.001	.770
4	Tibia_MAXD	.382	.000	.886
	Tibia_MIND	.382	.000	.925

a Sexo = VARON

Variables no incluidas en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.504	.963
	Tibia_MIND	1.000	1.000	.114	.886
	Tibia_MAXD	1.000	1.000	.244	.925
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.822	.989
	Calc_MIND	1.000	1.000	.264	.929
	Calc_MAXD	1.000	1.000	.504	.963
	Fondo_MEAND	1.000	1.000	.100	.880
	Fondo_MIND	1.000	1.000	.104	.882
	Fondo_MAXD	1.000	1.000	.132	.894
1	Tibia_MEAND	.819	.819	.203	.803
	Tibia_MIND	.809	.809	.469	.843
	Tibia_MAXD	.922	.922	.098	.770
	Calc_MEAND	.826	.826	.572	.852
	Calc_MIND	.706	.706	.781	.868
	Calc_MAXD	.950	.950	.784	.868
	Fondo_MIND	.501	.501	.568	.852
	Fondo_MAXD	.566	.566	.581	.853
2	Tibia_MEAND	.177	.177	.196	.700
	Tibia_MIND	.331	.331	.001	.514
	Calc_MEAND	.383	.383	.196	.700
	Calc_MIND	.519	.519	.180	.697
	Calc_MAXD	.550	.534	.048	.644
	Fondo_MIND	.461	.461	.296	.717
	Fondo_MAXD	.564	.531	.666	.752
3	Tibia_MEAND	.162	.162	.314	.479
	Calc_MEAND	.349	.301	.286	.477
	Calc_MIND	.518	.322	.237	.471
	Calc_MAXD	.548	.303	.168	.462
	Fondo_MIND	.455	.327	.255	.473
	Fondo_MAXD	.561	.329	.738	.505
4	Tibia_MEAND	.178	.178	.349	.488
	Calc_MEAND	.367	.319	.288	.483
	Calc_MIND	.666	.348	.207	.473
	Calc_MAXD	.548	.307	.154	.465
	Fondo_MEAND	.798	.331	.844	.514
	Fondo_MIND	.824	.371	.273	.481
	Fondo_MAXD	.896	.349	.723	.510

a Sexo = VARON

Lambda de Wilks(a)

Paso	Número de variables	Lambda	gl1	gl2	gl3	F exacta			
	Estadístico					gl1	gl2	Sig.	Estadístico
1	1	.880	1	2	36	2.459	2	36.000	.100
2	2	.770	2	2	36	2.437	4	70.000	.055
3	3	.514	3	2	36	4.471	6	68.000	.001
4	2	.519	2	2	36	6.782	4	70.000	.000

a Sexo = VARON

Resumen de las funciones canónicas discriminantes

Autovalores(b)

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	.912(a)	99.3	99.3	.691
2	.007(a)	.7	100.0	.082

a Se han empleado las 2 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

b Sexo = VARON

Lambda de Wilks(a)

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 2	.519	23.255	4	.000
2	.993	.241	1	.623

a Sexo = VARON

Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas(a)

	Función	
	1	2
Tibia_MIND	1.550	.464
Tibia_MAXD	-1.505	.593

a Sexo = VARON

Matriz de estructura(b)

	Función	
	1	2
Fondo_MAXD(a)	.238(*)	.218
Tibia_MAXD	-.287	.958(*)
Tibia_MIND	.366	.930(*)
Tibia_MEAND(a)	-.081	.903(*)
Calc_MEAND(a)	.023	.796(*)
Calc_MAXD(a)	-.134	.659(*)
Calc_MIND(a)	-.048	.576(*)
Fondo_MIND(a)	.040	.417(*)
Fondo_MEAND(a)	.257	.368(*)

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas
Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

* Mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante.

a Esta variable no se emplea en el análisis.

b Sexo = VARON

Coefficientes de las funciones canónicas discriminantes(a)

	Función	
	1	2
Tibia_MIND	.037	.011
Tibia_MAXD	-.048	.019
(Constante)	5.047	-5.197

Coefficientes no tipificados

a Sexo = VARON

Funciones en los centroides de los grupos(a)

Edad	Función	
	1	2
ED_17	.496	-.097
ED_18	.729	.093
ED_19	-1.369	.013

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos
a Sexo = VARON

Estadísticos de clasificación

Resumen del proceso de clasificación(a)

Procesados		39
Excluidos	Código de grupo perdido o fuera de rango	0
	Perdida al menos una variable discriminante	0
Usados en los resultados		39

a Sexo = VARON

Probabilidades previas para los grupos(a)

Edad	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		Ponderados	No ponderados
ED_17	.333	14	14.000
ED_18	.333	13	13.000
ED_19	.333	12	12.000
Total	1.000	39	39.000

a Sexo = VARON

Coefficientes de la función de clasificación(a)

	Edad		
	ED_17	ED_18	ED_19
Tibia_MIND	-.111	-.100	-.178
Tibia_MAXD	.313	.306	.405
(Constante)	-24.457	-24.408	-35.247

Funciones discriminantes lineales de Fisher

a Sexo = VARON

Las fórmulas que resultan de la aplicación de los coeficientes de la función de clasificación son:

$$17a \quad -0.111 \times \text{Tibia MIND} + 0.313 \times \text{Tibia MAXD} - 24.457$$

$$18a \quad -0.100 \times \text{Tibia MIND} + 0.306 \times \text{Tibia MAXD} - 24.408$$

$$19a \quad -0.178 \times \text{Tibia MIND} + 0.405 \times \text{Tibia MAXD} - 35.247$$

Resultados de la clasificación(a,b)

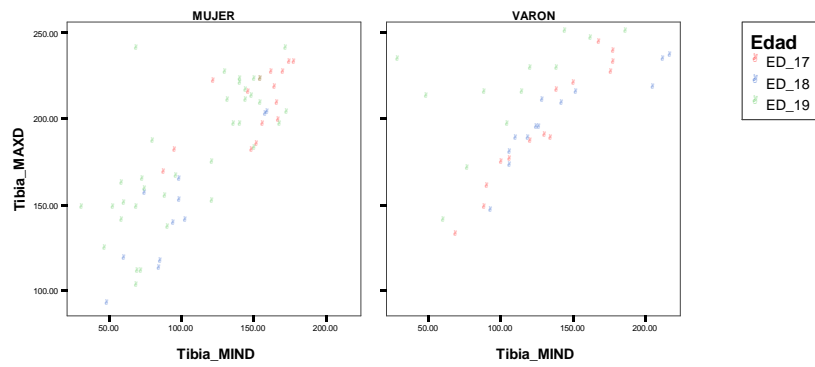
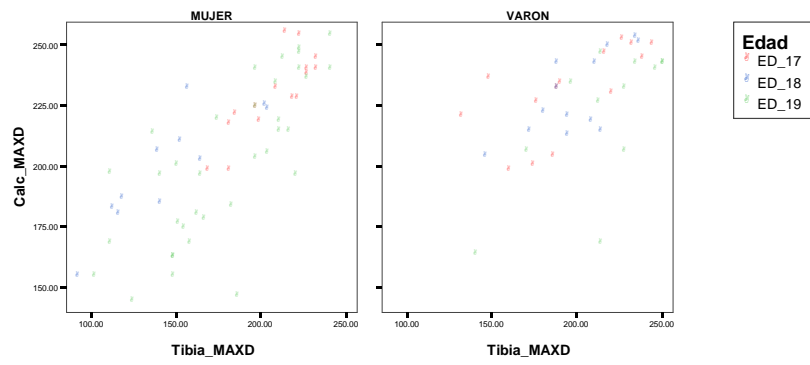
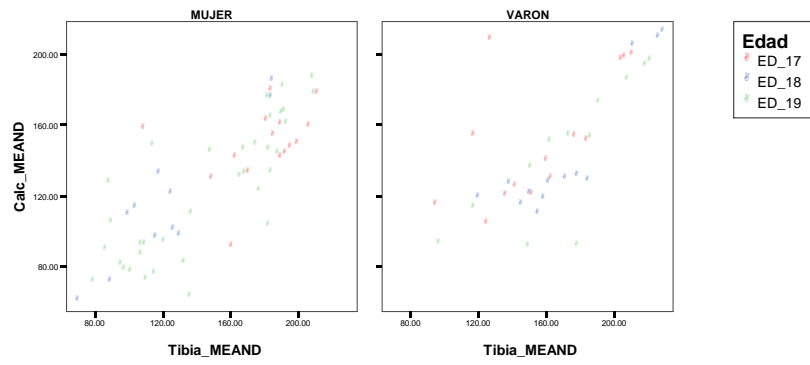
			Grupo de pertenencia pronosticado			Total
			ED_17	ED_18	ED_19	
Original	Recuento	ED_17	9	4	1	14
		ED_18	9	4	0	13
		ED_19	2	1	9	12
%		ED_17	64.3	28.6	7.1	100.0
		ED_18	69.2	30.8	.0	100.0
		ED_19	16.7	8.3	75.0	100.0

a Clasificados correctamente el 56.4% de los casos agrupados originales.

b Sexo = VARON

De todas las variables, el análisis nos elige como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad mínima medida en tibia y densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 64.3% de los casos en el grupo de 17 años, un 30.8% de los casos en el grupo de 18 años y un 75.0% de los casos en el grupo de 19 años.

Representados los resultados gráficamente, en gráficos interactivos, observamos como se distribuye la muestra entre los tres grupos de edad con las medidas obtenidas de valor de gris:



Seleccionamos, ahora, los grupos de edad de 17 años y 18 años, y realizamos un análisis discriminante utilizando el método estadístico por pasos y utilizando todas las variables excepto las medidas en el fondo de la placa:

Sexo = MUJER

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		26	42.6
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	35	57.4
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	35	57.4
Casos Totales		61	100.0

a Sexo = MUJER

Estadísticos de grupo(a)

Edad		Media	Desv. típ.	N válido (según lista)	
				No ponderados	Ponderados
ED_17	Tibia_MEAND	178.3567	26.01663	15	15.000
	Tibia_MIND	149.4000	27.37778	15	15.000
	Tibia_MAXD	207.1333	20.98934	15	15.000
	Calc_MEAND	148.6479	21.48885	15	15.000
	Calc_MIND	73.2000	13.42280	15	15.000
	Calc_MAXD	229.0000	17.18804	15	15.000
ED_18	Tibia_MEAND	121.6555	35.40320	11	11.000
	Tibia_MIND	96.3636	34.94073	11	11.000
	Tibia_MAXD	144.9091	35.59903	11	11.000
	Calc_MEAND	114.8573	38.38342	11	11.000
	Calc_MIND	51.6364	23.53411	11	11.000
	Calc_MAXD	198.5455	23.63626	11	11.000
Total	Tibia_MEAND	154.3677	41.18885	26	26.000
	Tibia_MIND	126.9615	40.27553	26	26.000
	Tibia_MAXD	180.8077	41.67111	26	26.000
	Calc_MEAND	134.3519	33.73055	26	26.000
	Calc_MIND	64.0769	20.98747	26	26.000
	Calc_MAXD	216.1154	24.98692	26	26.000

a Sexo = MUJER

Análisis 1

Estadísticos por pasos

VARIABLES INTRODUCIDAS/EXCLUIDAS(A,B,C,D,E)

Paso	Introducidas	Lambda de Wilks								
		Estadístico	gl2	gl3	F exacta				Estadístico	gl1
		Estadístico	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1
1	Tibia_MAXD		.434	1	1	24.000	31.300	1	24.000	.000

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

- a El número máximo de pasos es 12.
- b La significación máxima de F para entrar es .10.
- c La significación mínima de F para salir es .15.
- d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.
- e Sexo = MUJER

VARIABLES EN EL ANÁLISIS(A)

Paso		Tolerancia	Sig. de F para salir
1	Tibia_MAXD	1.000	.000

a Sexo = MUJER

VARIABLES NO INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS(A)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.000	.519
	Tibia_MIND	1.000	1.000	.000	.560
	Tibia_MAXD	1.000	1.000	.000	.434
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.009	.745
	Calc_MIND	1.000	1.000	.007	.732
	Calc_MAXD	1.000	1.000	.001	.623
1	Tibia_MEAND	.471	.471	.549	.427
	Tibia_MIND	.355	.355	.874	.434
	Calc_MEAND	.444	.444	.219	.406
	Calc_MIND	.668	.668	.839	.433
	Calc_MAXD	.280	.280	.267	.411

a Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Paso	Número de variables	Lambda	gl1	gl2	gl3	F exacta			
						gl1	gl2	Sig.	Estadístico
1	1	.434	1	1	24	31.300	1	24.000	.000

a Sexo = MUJER

Resumen de las funciones canónicas discriminantes

Autovalores(b)

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	1.304(a)	100.0	100.0	.752

a Se han empleado las 1 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

b Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	.434	19.616	1	.000

a Sexo = MUJER

Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas(a)

	Función
	1
Tibia_MAXD	1.000

a Sexo = MUJER

Matriz de estructura(b)

	Función
	1
Tibia_MAXD	1.000
Calc_MAXD(a)	.848
Tibia_MIND(a)	.803
Calc_MEAND(a)	.745
Tibia_MEAND(a)	.727
Calc_MIND(a)	.576

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas
Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

a Esta variable no se emplea en el análisis.

b Sexo = MUJER

Coefficientes de las funciones canónicas discriminantes(a)

	Función
	1
Tibia_MAXD (Constante)	.036 -6.453

Coeficientes no tipificados
a Sexo = MUJER

Funciones en los centroides de los grupos(a)

	Función
Edad	1
ED_17	.940
ED_18	-1.281

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos
a Sexo = MUJER

Estadísticos de clasificación

Resumen del proceso de clasificación(a)

Procesados		61
Excluidos	Código de grupo perdido o fuera de rango	0
	Perdida al menos una variable discriminante	0
Usados en los resultados		61

a Sexo = MUJER

Probabilidades previas para los grupos(a)

Edad	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		Ponderados	No ponderados
ED_17	.500	15	15.000
ED_18	.500	11	11.000
Total	1.000	26	26.000

a Sexo = MUJER

Coeficientes de la función de clasificación(a)

	Edad
--	------

	ED_17	ED_18
Tibia_MAXD	.264	.185
(Constante)	-28.020	-14.068

Funciones discriminantes lineales de Fisher

a Sexo = MUJER

Las fórmulas que resultan de los coeficientes de la función de clasificación son:

$$17a \quad 0.264 \times \text{Tibia MAXD} - 28.020$$

$$18a \quad 0.185 \times \text{Tibia MAXD} - 14.068$$

Resultados de la clasificación(a,b)

			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			ED_17	ED_18	
Original	Recuento	Edad ED_17	14	1	15
		Edad ED_18	2	9	11
		Casos desagrupados	18	17	35
%		Edad ED_17	93.3	6.7	100.0
		Edad ED_18	18.2	81.8	100.0
		Casos desagrupados	51.4	48.6	100.0

a Clasificados correctamente el 88.5% de los casos agrupados originales.

b Sexo = MUJER

De todas las variables, el análisis nos elige como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables Densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 93.3% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años.

Sexo = VARON

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		27	69.2
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	12	30.8
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	12	30.8
Casos Totales		39	100.0

a Sexo = VARON

Estadísticos de grupo(a)

Edad		Media	Desv. típ.	N válido (según lista)	
				No ponderados	Ponderados
ED_17	Tibia_MEAND	156.4121	36.00097	14	14.000
	Tibia_MIND	130.2857	36.61742	14	14.000
	Tibia_MAXD	195.0000	35.08890	14	14.000
	Calc_MEAND	151.3057	35.88477	14	14.000
	Calc_MIND	76.4286	30.30287	14	14.000
	Calc_MAXD	230.1429	18.62115	14	14.000
ED_18	Tibia_MEAND	170.7277	33.53254	13	13.000
	Tibia_MIND	141.3846	42.87295	13	13.000
	Tibia_MAXD	198.6154	25.11818	13	13.000
	Calc_MEAND	142.6631	38.46567	13	13.000
	Calc_MIND	73.6923	40.48536	13	13.000
	Calc_MAXD	228.6923	16.88384	13	13.000
Total	Tibia_MEAND	163.3048	34.93043	27	27.000
	Tibia_MIND	135.6296	39.37898	27	27.000
	Tibia_MAXD	196.7407	30.16951	27	27.000
	Calc_MEAND	147.1444	36.68950	27	27.000
	Calc_MIND	75.1111	34.89361	27	27.000
	Calc_MAXD	229.4444	17.47819	27	27.000

a Sexo = VARON

Análisis 1

Estadísticos por pasos

Variables introducidas/excluidas(a,b,c,d,e,f)

Paso

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

- a El número máximo de pasos es 12.
- b La significación máxima de F para entrar es .10.
- c La significación mínima de F para salir es .15.
- d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.
- e Ninguna variable es apta para el análisis.
- f Sexo = VARON

Variables en el análisis(a)

Paso

- a Sexo = VARON

Variables no incluidas en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.296	.956
	Tibia_MIND	1.000	1.000	.475	.979
	Tibia_MAXD	1.000	1.000	.762	.996
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.551	.986
	Calc_MIND	1.000	1.000	.843	.998
	Calc_MAXD	1.000	1.000	.834	.998

- a Sexo = VARON

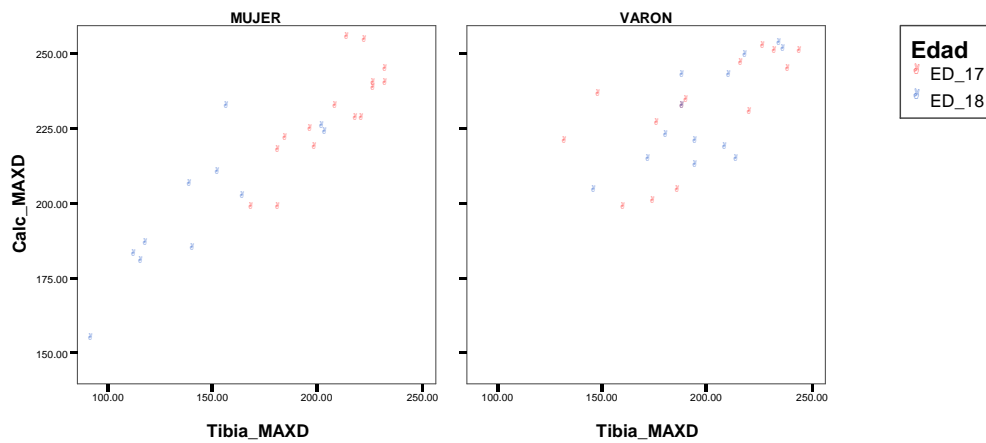
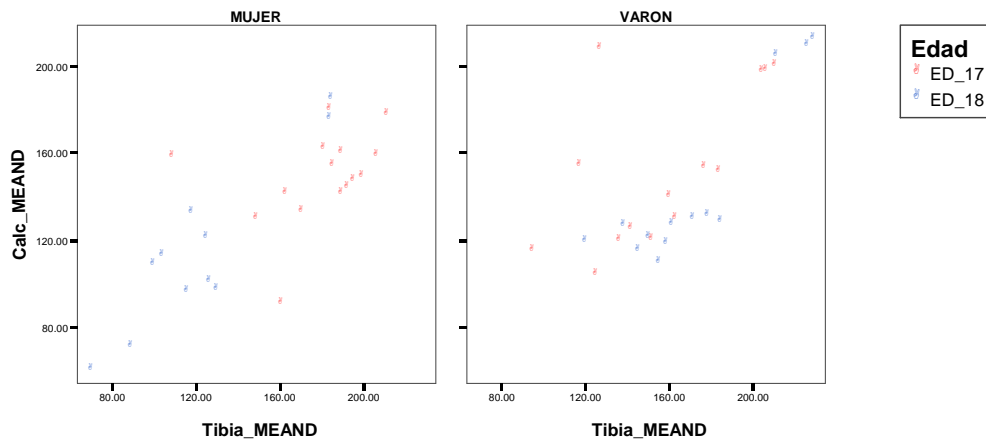
Lambda de Wilks(a,b)

Paso

- a Ninguna variable es apta para el análisis.
- b Sexo = VARON

En este caso, el método por pasos nos indica que ninguna de las variables elegidas es apta para el análisis.

Representados los resultados gráficamente, en gráficos interactivos, observamos como se distribuye la muestra entre los dos grupos de edad con las medidas obtenidas de valor de gris:



Seleccionamos, ahora, los grupos de edad de 17 años y 18 años, y realizamos un análisis discriminante utilizando el método estadístico por pasos y utilizando las variables densidad media medida en tibia y densidad media medida en calcáneo:

Sexo = MUJER

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		26	42.6
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	35	57.4
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	35	57.4
Casos Totales		61	100.0

a Sexo = MUJER

Estadísticos de grupo(a)

Edad		Media	Desv. típ.	N válido (según lista)	
				No ponderados	Ponderados
ED_17	Tibia_MEAND	178.3567	26.01663	15	15.000
	Calc_MEAND	148.6479	21.48885	15	15.000
ED_18	Tibia_MEAND	121.6555	35.40320	11	11.000
	Calc_MEAND	114.8573	38.38342	11	11.000
Total	Tibia_MEAND	154.3677	41.18885	26	26.000
	Calc_MEAND	134.3519	33.73055	26	26.000

a Sexo = MUJER

Análisis 1

Estadísticos por pasos

Variables introducidas/excluidas(a,b,c,d,e)

Paso	Introducidas	Lambda de Wilks								
		Estadístico	gl2	gl3	F exacta			Estadístico	gl1	
		Estadístico	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1
1	Tibia_MEAND		.519	1	1	24.000	22.248	1	24.000	.000

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

a El número máximo de pasos es 4.

b La significación máxima de F para entrar es .10.

c La significación mínima de F para salir es .15.

- d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.
 e Sexo = MUJER

Variables en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Sig. de F para salir
1	Tibia_MEAND	1.000	.000

a Sexo = MUJER

Variables no incluidas en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.000	.519
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.009	.745
1	Calc_MEAND	.512	.512	.674	.515

a Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Paso	Número de variables	Lambda	gl1	gl2	gl3	F exacta			
	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico	gl1	gl2	Sig.	Estadístico
1	1	.519	1	1	24	22.248	1	24.000	.000

a Sexo = MUJER

Resumen de las funciones canónicas discriminantes

Autovalores(b)

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	.927(a)	100.0	100.0	.694

a Se han empleado las 1 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

b Sexo = MUJER

Lambda de Wilks(a)

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	.519	15.415	1	.000

a Sexo = MUJER

Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas(a)

	Función
	1
Tibia_MEAND	1.000

a Sexo = MUJER

Matriz de estructura(b)

	Función
	1
Tibia_MEAND	1.000
Calc_MEAND(a)	.699

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas
Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

a Esta variable no se emplea en el análisis.

b Sexo = MUJER

Coefficientes de las funciones canónicas discriminantes(a)

	Función
	1
Tibia_MEAND	.033
(Constante)	-5.097

Coefficientes no tipificados

a Sexo = MUJER

Funciones en los centroides de los grupos(a)

	Función
Edad	1
ED_17	.792
ED_18	-1.080

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos

a Sexo = MUJER

Estadísticos de clasificación

Resumen del proceso de clasificación(a)

Procesados		61
Excluidos	Código de grupo perdido o fuera de rango	0
	Perdida al menos una variable discriminante	0

Usados en los resultados	61
--------------------------	----

a Sexo = MUJER

Probabilidades previas para los grupos(a)

Edad	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		Ponderados	No ponderados
ED_17	.500	15	15.000
ED_18	.500	11	11.000
Total	1.000	26	26.000

a Sexo = MUJER

Coefficientes de la función de clasificación(a)

	Edad	
	ED_17	ED_18
Tibia_MEAND	.194	.133
(Constante)	-18.037	-8.762

Funciones discriminantes lineales de Fisher

a Sexo = MUJER

Las fórmulas que resultan de los coeficientes de la función de clasificación son:

$$17a \quad 0.194 \times \text{Tibia MEAND} - 18.037$$

$$18a \quad 0.133 \times \text{Tibia MEAND} - 8.762$$

Resultados de la clasificación(a,b)

			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			ED_17	ED_18	
Original	Recuento	Edad			
		ED_17	13	2	15
		ED_18	2	9	11

	Casos desagrupados	17	18	35
%	ED_17	86.7	13.3	100.0
	ED_18	18.2	81.8	100.0
	Casos desagrupados	48.6	51.4	100.0

a Clasificados correctamente el 84.6% de los casos agrupados originales.

b Sexo = MUJER

De las dos variables, el análisis nos elige como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables Densidad media medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años.

Sexo = VARON

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		27	69.2
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	12	30.8
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0
	Total excluidos	12	30.8
Casos Totales		39	100.0

a Sexo = VARON

Estadísticos de grupo(a)

Edad	Media	Desv. típ.	N válido (según lista)	
			No ponderados	Ponderados
ED_17 Tibia_MEAND	156.4121	36.00097	14	14.000
Calc_MEAND	151.3057	35.88477	14	14.000

ED_18	Tibia_MEAND	170.7277	33.53254	13	13.000
	Calc_MEAND	142.6631	38.46567	13	13.000
Total	Tibia_MEAND	163.3048	34.93043	27	27.000
	Calc_MEAND	147.1444	36.68950	27	27.000

a Sexo = VARON

Análisis 1

Estadísticos por pasos

Variables introducidas/excluidas(a,b,c,d,e,f)

Paso

En cada paso se introduce la variable que minimiza la lambda de Wilks global.

- a El número máximo de pasos es 4.
- b La significación máxima de F para entrar es .10.
- c La significación mínima de F para salir es .15.
- d El nivel de F, la tolerancia o el VIN son insuficientes para continuar los cálculos.
- e Ninguna variable es apta para el análisis.
- f Sexo = VARON

Variables en el análisis(a)

Paso

a Sexo = VARON

Variables no incluidas en el análisis(a)

Paso		Tolerancia	Tolerancia mín.	Sig. de F para entrar	Lambda de Wilks
0	Tibia_MEAND	1.000	1.000	.296	.956
	Calc_MEAND	1.000	1.000	.551	.986

a Sexo = VARON

Lambda de Wilks(a,b)

Paso

- a Ninguna variable es apta para el análisis.
- b Sexo = VARON

En este caso, el método por pasos nos indica que ninguna de las variables elegidas es apta para el análisis.

Dado que con éste método no conseguimos seleccionar variables que sean aptas para el estudio en varones, a continuación, buscamos parejas de variables que resulten útiles, y lo hacemos probando aquellas que el modelo ha seleccionado en el caso de mujeres y que daban buenos resultados.

Sexo = VARON

Resumen del procesamiento para el análisis de casos(a)

Casos no ponderados		N	Porcentaje
Válidos		27	100.0
Excluidos	Códigos de grupo para perdidos o fuera de rango	0	.0
	Perdida al menos una variable discriminante	0	.0
	Perdidos o fuera de rango ambos, el código de grupo y al menos una de las variables discriminantes.	0	.0

Total excluidos	0	.0
Casos Totales	27	100.0

a Sexo = VARON

Estadísticos de grupo(a)

Edad		Media	Desv. Típ.	N válido (_egún lista)	
				No ponderados	Ponderados
ED_17	Tibia_MEAND	156.4121	36.00097	14	14.000
	Calc_MEAND	151.3057	35.88477	14	14.000
ED_18	Tibia_MEAND	170.7277	33.53254	13	13.000
	Calc_MEAND	142.6631	38.46567	13	13.000
Total	Tibia_MEAND	163.3048	34.93043	27	27.000
	Calc_MEAND	147.1444	36.68950	27	27.000

a Sexo = VARON

Análisis 1

Resumen de las funciones canónicas discriminantes

Autovalores(b)

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	.219(a)	100.0	100.0	.424

a Se han empleado las 1 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

b Sexo = VARON

Lambda de Wilks(a)

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1	.820	4.758	2	.093

a Sexo = VARON

Coefficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas(a)

	Función
	1
Tibia_MEAND	1.442
Calc_MEAND	-1.329

a Sexo = VARON

Matriz de estructura(a)

	Función 1
Tibia_MEAND	.456
Calc_MEAND	-.258

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas
Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

a Sexo = VARON

Funciones en los centroides de los grupos(a)

	Función 1
Edad	
ED_17	-.434
ED_18	.468

Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos

a Sexo = VARON

Estadísticos de clasificación

Resumen del proceso de clasificación(a)

Procesados		27
Excluidos	Código de grupo perdido o fuera de rango	0
	Perdida al menos una variable discriminante	0
Usados en los resultados		27

a Sexo = VARON

Probabilidades previas para los grupos(a)

Edad	Previas	Casos utilizados en el análisis	
		Ponderados	No ponderados
ED_17	.500	14	14.000
ED_18	.500	13	13.000
Total	1.000	27	27.000

a Sexo = VARON

Coefficientes de la función de clasificación

	Edad	
	ED_17	ED_18
Tibia_MEAND	.094	.131
Calc_MEAND	.044	.012
(Constante)	-11.382	-12.747

Funciones discriminantes lineales de Fisher

Las fórmulas que resultan de la aplicación de los coeficientes de la función de clasificación son:

$$17a \quad 0.094 \times \text{Tibia MEAND} + 0.044 \times \text{Calc MEAND} - 11.382$$

$$18a \quad 0.131 \times \text{Tibia MEAND} + 0.012 \times \text{Calc MEAND} - 12.747$$

Resultados de la clasificación(a,b)

			Grupo de pertenencia pronosticado		Total
			ED_17	ED_18	
Original	Recuento	Edad ED_17	8	6	14
		Edad ED_18	3	10	13
%		Edad ED_17	57.1	42.9	100.0
		Edad ED_18	23.1	76.9	100.0

a Clasificados correctamente el 66.7% de los casos agrupados originales.

b Sexo = VARON

De esta manera conseguimos clasificar correctamente un 57.1% de los varones del grupo de edad de 17 años y un 76.9% de los varones del grupo de edad de 18 años.

6. Discusión

Nuestro estudio es el único realizado, hasta el momento, en adolescentes de población española actual y utilizando, no solo el método morfológico para la estimación de la edad, sino también, el análisis de imagen, en el estudio radiológico de pie y tobillo.

La mayoría de los autores consultados establecen diferencias en el grado de maduración ósea de la población que se estudia según sea su origen geográfico o económico, ello implica que los resultados que se obtienen para una determinada población no son aplicables a otra de la que no tenemos datos anteriores, no obstante, en la práctica, se están utilizando estándares de poblaciones estudiadas sobre otras de las que no se tienen datos previos, esto hace que la determinación de la edad, en numerosas ocasiones, no se realice con el rigor que se debería. En lo que se refiere a población española actual, carecemos de estándares de crecimiento que nos sirvan de referencia a la hora de determinar la edad ósea en adolescentes, a excepción del atlas de maduración ósea que se basa, fundamentalmente en mano y muñeca. Este hecho hace que, nuestro estudio, tanto por la zona anatómica de estudio, pie y tobillo, por el elevado tamaño de la muestra estudiada, así como por la metodología utilizada, no solo el estudio morfológico sino el estudio de análisis de imagen, pueda proporcionar unos estándares de referencia para la determinación de la edad ósea en adolescentes entre los 12 y los 20 años, siendo estas edades las que mayor problema plantean a la hora de la estimación de la edad, ya que es a estas edades cuando los datos de la dentición y la longitud de los huesos largos ven limitado su valor y se hace necesario recurrir a la observación del cierre metafisario como indicador de edad.

La determinación de la edad no presenta grandes dificultades hasta los 10-12 años si se dispone de la dentición.

Hasta la pubertad las diáfisis de los huesos largos están separadas de las epífisis en ambos extremos (y a veces en ciertas estructuras de las diáfisis). En torno a la pubertad, las epífisis se unen con las diáfisis poniendo fin al crecimiento longitudinal del hueso y al aumento de la estatura. Estas uniones tienen lugar en los distintos huesos en momentos diferentes. La unión de las epífisis es fácil de observar, porque la superficie diafisaria aún sin unir tiene una apariencia característicamente rugosa e irregular.

La mayoría de los autores, no solo en España, toman como referencia para la determinación de la edad ósea, la osificación de los huesos del carpo y epífisis distal de radio y cúbito, aunque existen trabajos realizados con población americana prehistórica (Johnston, 1961) que establecen edades entorno a las cuales se producen los cierres metafisarios en otros huesos. Krogman, en su libro, hace referencia a los resultados presentados por Johnston (1961) sobre población prehistórica Americana.

Han sido varios los autores que han estudiado el cierre metafisario o la unión de la epífisis, proporcionando estándares de referencia para determinados huesos:

- Todd y D'Errico (1928) desarrollan estándares para la clavícula.
- Greulich y Pyle (1950) desarrollan estándares para la mano y la muñeca.
- Pyle y Hoerr (1955) estudian la rodilla.
- Mckern y Stewart (1957) aportan datos de la unión de una variedad de epífisis en su estudio de jóvenes varones americanos muertos en la Guerra de Corea, y aportan un esquema de gran utilidad a la hora de valorar el cierre metafisario, establecen que la unión de la epífisis tiene lugar en 5 estadíos a los que asignan valores numéricos de la siguiente manera:

- 0 - Ausencia de unión
- 1 - $\frac{1}{4}$ de unión
- 2 - $\frac{1}{2}$ de unión
- 3 - $\frac{3}{4}$ de unión
- 4 - unión completa

Este esquema, proporcionado por Stewart nos ha resultado de gran utilidad a la hora de estudiar el cierre metafisario en nuestro trabajo y a la hora de valorar ese cierre numéricamente.

Pueden encontrarse resúmenes de éstos y otros trabajos en Krogman (1986) y Stewart (1979).

Todos estos trabajos han mostrado una marcada diferencia sexual en el momento en que se produce la unión epifisaria. Krogman (1986) y Stewart (1979) han indicado que la unión de la mayor parte de las epífisis ocurre entre uno y dos años antes en las mujeres que en los varones. Por ello, cuando sea posible, debería determinarse el sexo con anterioridad a la determinación de la edad por la unión epifisaria. Si se desconoce el sexo, deberían emplearse los estándares para varones y mujeres e incluir un margen de error apropiado. A la vista de los resultados obtenidos en nuestro trabajo, coincidimos con la prácticamente mayoría de los autores en que la fusión metafisaria ocurre en diferentes momentos en varones y en mujeres, y, lo que es igual de importante, que dicha fusión no ocurre tampoco al mismo ritmo en varones y en mujeres.

Respecto a los estudios realizados en pie y tobillo, han sido diferentes autores los que han realizado estudios en esta zona para intentar proporcionar estándares de maduración ósea que puedan servir para la estimación de la edad.

Algunos de estos autores centran sus trabajos en los primeros años de vida del sujeto, es el caso de Hernández y Col. (1988) que presentaron un estudio de población española sobre la utilidad de las radiografías del pie en el diagnóstico del ritmo de maduración, estudiaron 1357 radiografías de niños de 0 a 2 años, laterales de tobillo y pie izquierdo, ya que en esta zona, los autores señalan que, siempre están presentes al nacimiento el calcáneo y el astrágalo, en los meses siguientes van apareciendo otros núcleos: cuboides, tercera cuña, epífisis distal de la tibia y epífisis distal del peroné. Es decir, en esta zona se pueden estudiar varios núcleos de osificación, epifisarios y de huesos redondos al igual que sucede en la mano en edades posteriores. Por otro lado, la radiación a la que el niño es sometido es mínima y la irradiación gonadal prácticamente nula.

En la muestra estudiada, Hernández y Col concluyeron que en ese tramo de edad el método era altamente preciso. Señalan los autores que, sin embargo, el mayor inconveniente que presenta el método es que la estandarización ha sido efectuada con relación al peso del niño lo que puede dificultar la interpretación en algunos casos.

Al ser el estudio realizado por Hernández y Col el único realizado sobre la misma zona que nuestro trabajo en población española actual, creemos que los resultados obtenidos por nuestro trabajo, pueden resultar un complemento al suyo ya que la muestra escogida en cada caso es diferente en cuanto a los grupos de edad estudiados.

Otros autores han estudiado la maduración del pie y tobillo en edades superiores a las que lo hicieron Hernández y Col. es el caso de K. Banerjee, L y B. B. Agarwal (1998), J. M. Whitaker, L. Rousseau, T. Williamns, R.A. Rowan, W. C. Hartwig (2002) y C. Crowder, M.A. and D. Austin (2005).

K. Banerjee, L y B. B. Agarwal (1998) estudiaron la relación de la edad con la fusión epifisaria de las epífisis distales de tibia y peroné en población hindú y valoraron su eficacia como método diagnóstico de edad hasta los 16 a 17 años. El estudio se realizó sobre 180 placas radiográficas, 90 de niños y 90 de niñas de Delhi, entre el grupo de edad de 14-20 años para estudiar la edad en que se cierran las epífisis en la muñeca y el tobillo. En la articulación del tobillo, los autores concluyeron que la edad a la que se encuentran completamente cerradas las epífisis son 17-18 de edad en varones y 16-17 años de edad en las mujeres.

A la vista de nuestros resultados y comparándolos con los obtenidos por Banerjee y Agarwal coincidimos en que a los 16 años en mujeres las epífisis se encuentran todas cerradas y a los 17 años en varones.

J. M. Whitaker, L. Rousseau, T. Wiliamns, R.A. Rowan, W. C. Hartwig (2002), valoraron la utilidad de un método radiográfico de valoración de la fusión de los núcleos epifisarios y diafisarios de calcáneo, metatarsianos y falanges del pie. Whitaker y Col estudiaron radiografías de 143 individuos y observaron que, en general, las mujeres comienzan la fusión epifisaria con anterioridad a los varones, habiendo completado la fusión metafisaria en todos los elementos estudiados a los 150 meses de edad las mujeres y a los 200 meses de edad los varones, lo que se corresponde con aproximadamente 12 años en mujeres y 16 años en varones. Apuntan los autores, que dentro de cada hueso estudiado se produce una superposición cronológica en el proceso de fusión epifisaria, por lo que la combinación del estudio de varios huesos permite una estimación razonable de la edad aplicando este modelo.

Según los resultados obtenidos en nuestro estudio, discrepamos con Whitaker y Col, para Whitaker la fusión epifisaria se ha completado en mujeres a los 12 años y en varones a los 16 años de edad, mientras que en nuestra muestra, la fusión se completa a los 16 años en mujeres y a los 17 años en varones.

C. Crowder, M.A. and D. Austin (2005) estudiaron los tramos de edad en que se produce la fusión de la epífisis distal de la tibia y la epífisis distal del peroné en una muestra de población multiracial Americana. El estudio evalúa la fusión de la epífisis distales de la tibia y el peroné en 570 radiografías de individuos europeos, africanos, americanos y mexicanos, radiografías de 270 mujeres de edades comprendidas entre los 9 y los 17 años, y 300 radiografías de varones de edades comprendidas entre los 11 y los 20 años, concluyendo que, a los 16 años las mujeres presentan ambas epífisis cerradas completamente y los varones a los 19 años.

Coincidimos con Crowder y Austin en que la fusión se encuentra completada a los 16 años en mujeres, coincidiendo con nuestros resultados en este caso, pero mientras que en el estudio realizado por Crowder y Austin, la fusión se completa a los 20 años en varones, nuestros resultados nos indican que en varones la fusión se encuentra completada a los 17 años.

En España, Reverte (1999), en su libro "Antropología Forense", recoge el esquema de Brothwell (1972), que a su vez recoge los datos obtenidos por diferentes autores, en que se muestran las edades a las que se produce la fusión metafisaria en diferentes huesos del cuerpo, concretamente, indica que la fusión de la epífisis distal de la tibia y de la epífisis distal del peroné tiene lugar entre los 16 y los 20 años de edad, mientras que la tuberosidad del calcáneo, epífisis proximal del primer metatarsiano, epífisis distales del segundo al quinto metatarsianos y epífisis proximales de las falanges, se fusionan entre los 12 y los 22 años de edad, sin hacer distinción de sexos.

Respecto a las edades a las que se producen dichas fusiones, discrepamos de los valores recogidos por Reverte y Brothwell, para dichos autores la fusión metafisaria de la epífisis distal de la tibia y del peroné ocurre entre los 16 y los 20 años de edad sin distinguir sexos, en nuestro estudio la epífisis distal de la tibia tiene lugar entre los 13 y los 16 años en mujeres y los 14 y los 17 años en varones, y, la

epífisis distal del peroné tiene lugar entre los 14 y los 16 años en mujeres y los 14 y los 17 años en varones. Respecto a la tuberosidad del calcáneo, metatarsianos y falanges, Reverte (1999) indica que se fusionan entre los 12 y los 22 años de edad, mientras que los resultados de nuestro estudio nos indican que la fusión de la tuberosidad del calcáneo tiene lugar entre los 12 y los 13 años en mujeres y entre los 13 y los 15 años en varones, la epífisis proximal del primer metatarsiano, las epífisis distales del segundo al quinto metatarsianos y falanges se fusionan entre los 13 y los 16 años en mujeres y los 13 y los 17 años en varones.

Debido a la importancia que presenta la determinación de la edad, no solo en Antropología Forense, sino en todo el campo de la Medicina Legal, el estudio morfológico nos deja un vacío en el grupo de edad entre los 17 y los 19 años de edad, grupo de edad, por otra parte, de gran interés en Medicina Legal ya que aloja la edad a la que un individuo alcanza la mayoría de edad legal, los 18 años en España, con todas las implicaciones que eso conlleva.

De este vacío y de la necesidad de poder determinar la edad en este grupo surge la segunda parte de este trabajo, el estudio de análisis de imagen midiendo la densidad de gris en tibia y calcáneo, intentando encontrar un patrón que pueda servir para discriminar individuos de los diferentes grupos de edad entre los 17 y los 19 años.

Los resultados obtenidos en el estudio de análisis de imagen son esperanzadores en el grupo de edad entre los 17 y los 18 años, arrojando buenos resultados a la hora de discriminar individuos entre los dos grupos de edad.

En el caso de las mujeres estudiadas en nuestra muestra, tanto el análisis descriptivo como el análisis de subconjuntos homogéneos, nos diferencian claramente individuos de 17 años de individuos de 18 años. El análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante, utilizando todas las variables, los tres grupos de edad y en función de dos variables, de todas

las variables, el análisis nos elige como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad máxima medida en tibia y densidad máxima medida en calcáneo, con una probabilidad de acierto en la edad, en función de las dos variables, del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años, un 72.7% de los casos en el grupo de 18 años y un 42.9% de los casos en el grupo de 19 años. Centrándonos en el grupo de 17 a 18 años, para estos grupos de edad, el análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante, utilizando todas las variables excepto las medidas en el fondo de la placa, el análisis nos elige como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, la variable Densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 93.3% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años. Utilizando las variables densidad media medida en tibia y densidad media medida en calcáneo, el análisis nos elige como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, la variables Densidad media medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años.

En el caso de los varones estudiados en nuestra muestra, de todas las variables, el análisis nos elige como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad mínima medida en tibia y densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 64.3% de los casos en el grupo de 17 años, un 30.8% de los casos en el grupo de 18 años y un 75.0% de los casos en el grupo de 19 años. Y centrándonos en el grupo de 17 a 18 años, con las medidas densidad media medida en tibia y densidad media medida en calcáneo, conseguimos clasificar correctamente un 57.1% de los varones del grupo de edad de 17 años y un 76.9% de los varones del grupo de edad de 18 años.

Los resultados obtenidos en el análisis de imagen en el grupo entre 17 a 19 años nos indican que sería conveniente conocer, previamente, el sexo del individuo, pudiendo hacer una estimación de la edad en mas del 80% de los casos en mujeres y entre un 57% y un 76% en varones.

Dado que, en numerosas ocasiones, el material del que disponemos en Medicina Legal y en Antropología Forense, para la determinación de la edad ósea, son placas radiográficas que no han sido realizadas para tal efecto, consideramos que nuestro estudio puede resultar de gran utilidad a la hora de intentar estimar la edad de un sujeto ya sea en casos forenses, en población española actual, así como en poblaciones arqueológicas.

7. Conclusiones

Como conclusiones a lo anteriormente expuesto:

A) Respecto al estudio morfológico, a la vista de los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1. Nuestro estudio es el único realizado sobre una muestra de pie y tobillo de población adolescente española actual.
2. La fusión del cartilago metafisario del calcáneo comienza, a los 12a en mujeres y a los 13a en varones, siendo diferente, también el ritmo de fusión, ésta finaliza a los 13a en mujeres y a los 15a en varones.
3. La epífisis distal de la tibia comienza a fusionarse, a los 13a en mujeres y a los 14a en varones, finalizando el proceso de fusión a los 16a en mujeres y a los 17a en varones.
4. La epífisis distal del peroné comienza a fusionarse a los 14a, tanto en mujeres como en varones, finalizando el proceso de fusión a los 16a en mujeres y a los 17 años en varones.
5. La epífisis proximal del primer metatarsiano, las epífisis distales del 2^o-5^o metatarsianos y falanges, comienzan el proceso de fusión a los 13 años, tanto en mujeres como en varones, finalizando el proceso de fusión a los 16a en mujeres y a los 17a en varones.
6. A los 18, 19 y 20a, se aprecian las líneas de unión epifisaria de la epífisis distal de la tibia, epífisis proximal del primer metatarsiano, epífisis proximales de las falanges.

7. A los 17a las líneas de unión epifisaria se observan con mayor nitidez que a los 18, 19 y 20a, apreciándose, también, la línea de fusión de la epífisis distal del peroné.

8. No se aprecian diferencias en pie y tobillo derechos e izquierdos.

B) Respecto al estudio de Análisis de Imagen en el grupo de 17-19 años, a la vista de los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

1. Nuestro estudio es el único que utiliza el análisis de imagen, la medición de los niveles de gris como método para la estimación de la edad en pie y tobillo.
2. Las medias de densidad de gris medidas tanto en tibia como en calcáneo, nos distinguen dos grupos de edad, 17 y 18 años, en mujeres.
3. La densidad media de gris medida en tibia y calcáneo son significativamente diferentes, en mujeres.
4. El análisis de subconjuntos homogéneos encuentra diferencias entre los grupos de 17 y 18 años en mujeres.
5. Ni en el análisis descriptivo y con el test ANOVA se aprecian diferencias significativas en las medidas tomadas en los tres grupos de edad en varones.
6. El análisis de subconjuntos homogéneos no discrimina grupos de edad diferentes en varones.

7. El análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante, con todas las variables los tres grupos de edad y en función de dos variables, de todas las variables, el análisis nos elige, en mujeres, como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad máxima medida en tibia y densidad máxima medida en calcáneo, con una probabilidad de acierto en la edad, en función de las dos variables, del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años, un 72.7% de los casos en el grupo de 18 años y un 42.9% de los casos en el grupo de 19 años. En varones, de todas las variables, el análisis nos elige como más certeras para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables densidad mínima medida en tibia y densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 64.3% de los casos en el grupo de 17 años, un 30.8% de los casos en el grupo de 18 años y un 75.0% de los casos en el grupo de 19 años.
8. Para los grupos de edad de 17 y 18 años, el análisis discriminante utilizando el método estadístico de selección por pasos hacia delante, utilizando todas las variables excepto las medidas en el fondo de la placa, el análisis nos elige, en mujeres, como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables Densidad máxima medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 93.3% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años.
9. Utilizando las variables densidad media medida en tibia y densidad media medida en calcáneo, el análisis nos elige, en mujeres, como más certera para la determinación de la edad según el valor de gris medido en la muestra, las variables Densidad media medida en tibia, con una probabilidad de acierto en la edad del 86.7% de los casos en el grupo de 17 años y un 81.8% de los casos en el grupo de 18 años.

10. Con las medidas densidad media medida en tibia y densidad media medida en calcáneo, conseguimos clasificar correctamente un 57.1% de los varones del grupo de edad de 17 años y un 76.9% de los varones del grupo de edad de 18 años.

8. *Abreviaturas*

Abreviaturas utilizadas en el texto y en las tablas:

M12a:	Mujeres de 12 años
V12a:	Varones de 12 años
M13a:	Mujeres de 13 años
V13a:	Varones de 13 años
M14a:	Mujeres de 14 años
V14a:	Varones de 14 años
M15a:	Mujeres de 15 años
V15a:	Varones de 15 años
M16a:	Mujeres de 16 años
V16a:	Varones de 16 años
M17a:	Mujeres de 17 años
V17a:	Varones de 17 años
M18a:	Mujeres de 18 años
V18a:	Varones de 18 años
M19a:	Mujeres de 19 años
V19a:	Varones de 19 años
MEAND:	Densidad media
STDD:	Desviación estándar
MIND:	Densidad mínima
MAXD:	Densidad máxima
CALC:	Calcáneo

9. Bibliografía

ANDERSEN E. Comparison of TW2 and GP methods in a large scale Danish survey. Am J Phys Anthropol; 35: 373-376.1971

ANDERSEN E Skeletal maturation of Danish school children in relation to height, sexual development, and social conditions. Acta Paediatr Scand, Suppl 185: 1- 133, 1968

ARGEMI J.BADÍA J. A new computerised method for assesment of skeletal maturity in the newborn infant.Pediatr.Radiol, 27: 309-314, 1997.

ASHIZAWA K, ASAMI T, ANZO M et al. Standard skeletal maturation of Tokio children. Ann Human Biol; 23(6): 457-469 .1996

BALLABRIGA A, CARRASCOSA A. Retraso del crecimiento intrauterino. En: Ballabriga A, Carrascosa A (Eds). Nutrición en la infancia y adolescencia. Retraso del crecimiento intrauterino. Ediciones Argon 2001, Madrid: 1-48.

BANEJEE KK, AGARWAL BBL .Estimation of age from epiphyseal union at the wrist and ankle joints in the capital city of India. For sci int, 1998; 98: 31-39

BAYLEY N, PINNEAU S: "Tables for predicting adult height from skeletal age": revised for use with the Greulich-Pyle hand standars.J Pediatr 1952; 14: 423-41

BLANKSBY BA, BROGAN WF, McKnight HP, Sprague PL A skeletal age survey of primary school children in western Australia.Aust Paediat J 11: 169-171, 1975

BENSO L, VANELLI S, PASTORIN L ET al. Main problems associated with bone agetand matury evaluation. Horm Res, 1996; 45 (suppl 2): 42-48

BENSO L, VANELLI S, PASTORIN L et al. Variation of bone age progresión in healthy children. Acta pediatr, 1997; 423 (suppl): 109-112

BEUNEN G, CAMERON N. The reproducibility of TW2 skeletal age assessment by a self-taught assessor. *Ann Human Biol*, 1980;7 (2): 155-162.

BEUNEN G, LEFEVRE J, OSTYN M ET al. Skeletal maturity in Belgian youths assessed by the Tanner-Whitehouse method (TW2). *Ann Human Biol*, 1990; 17(5): 335- 376

BLIZZARD RM, JOHANSON A. Disorders of growth. En: Kappy Ms, Blizzard RM, Migeon CJ, eds. *Wilkins the diagnosis and treatment of endocrine disorders in childhood and adolescence*, Charles C Thomas, 1994;9:383-4

BLIZZARD RM, JOHANSON A. Disorders of growth. En: Kappy Ms, Blizzard RM, Migeon CJ, eds. *Wilkins the diagnosis and treatment of endocrine disorders in childhood and adolescence*, Charles C Thomas, 1994;9:383-45

BOLAÑOS V; HASNAE M. Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people.

Forensic science international 1.133, pp 212- 219. 2003

BOUVIER Y UBELAKER, A comparison of two methods for the microscopic determination of age at death. *Am J phys Anthropol*. 1977. May; 46(3)391-4, 1977

BROTHWELL, DR. Desenterrando huesos .La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano. Fondo de cultura económica, México. 1987; 94-109

BROWN T, GRAVE KC. Skeletal maturation in Australian Aborigines. *Aust Pediat J* 12: 24-80, 1976

CAFFEY, J" *Diagnóstico Radiológico en Pediatría*". et Ed. Salvat. 2 tomos. 3ª edición .Barcelona. 1982

CAMERON N. Assessment of growth and maturation during adolescence. *Horm Res*, 1993; 39 (suppl): 9-17.

CHAN ST, CHANG KSF, HSU FK. Growth and Skeletal maturation of chinese children in Hongkong. *Am J Phys Anthropol* 19: 289-300.1961

COX LA. Tanner-Whitehouse method of assessing skeletal maturity: problems and common errors. *Horm Res*, 1996; 45 (suppl2): 53-55

CROWDER ET AL. Age Ranges of epiphyseal fusion in the distal tibia and fibula of contemporary males and females. *J Forensic Sci.* Sept. 2005, Vol. 50. N° 5

DERMIJIAN A, GODSTEIN LH, TANNER JH. A new system of dental age assessment. *Human Biol*, 1973; 42: 211-27

DUNDARUZ MR, SARICI SU, Denli M ET al. Bone age in children with nocturnal enuresis. *Int Urol Nephrol*, 2001; 32(3):389-391

DÜNKEL F, VAN KALMTHOUT A, SCHÜLER- SPRINGORUM H (Entwicklungstendenzen und Reformstrategien im Jugendstrafrecht im europäischen Vergleich. *Forum*, Mönchengladbach.1997

EBRI TORNE B. "Predicción de la Talla adulta en población española (836) niños a través del método Ebri- carpal y talla de los padres. Consideración de otras variables". *Acta Pediatr. Esp.* 1995.53: 483- 486

EL-NAJJAR M.Y ET MC William, K.R. "Forensic Antropology". *Chc. Thomas. Springfield. Illinois. 1978*

ERASMIE V, RINGERTZ H.A method for assessment of skeletal development of the hand and wrist, 2ª ed. Stanford University press, Stanford, 1959.

FAZEKAS, KOSA, M.D. Forensic Fetal Osteology. Akadémiai Kiadó Budapest.1978

FERRÁNDEZ LONGÁS A. Hipocrecimiento por déficit de GH o de sus mediadores. En: 5º Curso de formación de postgrado. Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (Eds). Hipocrecimiento. Palma de Mallorca, 1999: 99-112.

FLESHMAN K. Bone age determination in a pediatric population as an indicator of nutritional status. Trop Doct, 2000; 30(1):16-18

FREYSCHMIDT J, BROSSMANN J, WIENS J, STERNBERG A. Borderlands of normal and early pathological findings in skeletal radiography. 5 Th English Editions, 2001. George Thieme Verlag.

FRY EI. Health survey of children from Raratonga, Cook Islands. III. Skeletal age and skeletal observations. J Trop pediatr 6: 75-79.1960

GARAMENDI PM.; LANDA MI. Estimación Forense de la edad en torno a 18 años. Revisión bibliográfica. Cuadernos de Medicina Forense nº 31.2003.

GARAMENDI PM; LANDA MI. Estimación Forense de la edad en torno a los 18 años. Estudios en una población de inmigrantes indocumentados de origen marroquí. Cuadernos de medicina forense nº32.2003.

GENOVÉS, S. "Estimación de la edad y mortalidad". En Brothwell, D.R & Higgs, E. (eds), Ciencia en Arqueología, 454- 466. Madrid.1969

GESERICK G, SCHMELING A. Übersicht zum gegenwärtigen Stand der Altersschätzung Lebender im deutschsprachigen Raum. In: Oehmichen M, Geserick

G (eds) Osteologische Identifikation und Altersschätzung. Schmidt- Römheld, Lübeck, pp 255-261.2001

GILLI G.The assessment of skeletal maturation.Horm Res; 45 (suppl.2): 49-52.1996

GILSANZ V, SKAGGS DL, KOVANLIKAYA A et al.Differential effect of race on the axial appendicular skeletons of children.J Clin Endocrinol Metab, 1988; 83:1420-1427

GISBERT CALABUIG J.A., GISBERT GRIFO M.S.Documentos médico-legales.
En: J.A.Gisbert Calabuig.Medicina Legal y toxicología.Barcelona: Masson, 1998.

GRAY H: Predictions of adult stature.Child Develop 1948; 19:167-176

GREULICH WW, PYLE SI Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford University Press, Stanford.1959

GREULICH WW The growth and developmental status of Guamanian school children in 1947. Am J Phys Anthropol 9: 55- 70.1951

GROSS GW, BOONE JM, BISHOP DM.Pediatric skeletal age: determination with neural networks. Radiology, 1995; 195: 686-695

GROEL R, LINDBICHLER F, RIEPL T, GHERRA L, ROPOSCH A, FOTTER R The reliability of bone age determination in central European children using the Greulich and Pyle method.Br J Radiol 72:461-464.1999

GUERRERO FERNÁNDEZ J. Hospital Infantil La Paz. Madrid. Info Familia. Información para padres de la Asociación Española de Pediatría. Septiembre.2001

HAAVIKKO K, KILPINEN E Skeletal development of Finnish children in the light of hand wrist roentgenograms. Proc Finn Dent Soc 69:182-190.1973

HARRIS E, WEINSTEIN S, WEINSTEIN L, " Predicting adult stature: a comparison of methodologies".Ann.Hum. Biol.1980; 7 225- 234

HERNÁNDEZ M, et al: Crecimiento y Salud infantil. Estudio longitudinal de crecimiento de Bilbao. Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria, 1986.

HERNÁNDEZ M ET AL . Método numérico de valoración de la maduración ósea del tobillo en los dos primeros años de vida. Curvas y tablas de crecimiento .Fundación F. Orbegozo. Bilbao. Ed. Garsi., Madrid, 1988.

HERNÁNDEZ M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, Sobradillo B y Zurimendi A: Curvas y tablas de crecimiento .Fundación F. Orbegozo. Bilbao. Ed. Garsi., Madrid, 1988.

HERNÁNDEZ M, Sánchez E, Sobradillo B, Rincón JM, Narvaiza JL: A new method for assessment of skeletal maturity in the first 2 years of life. Pediatr Radiol 1988; 18: 484-489.

HERNANDEZ M, SÁNCHEZ E, SOBRADILLO B, RINCÓN JM Maduración ósea y predicción de la talla. Eds. Díaz de Santos, 1991.

HERNÁNDEZ M. El patrón de crecimiento humano. Factores que regulan el crecimiento. An Esp Pediatr 1992; 36: 9-18

HOERR NL, PYLE SJ,FRANCIS CC.Radiographic atlas of skeletal deveploment of the foot and ankle.Charles C.Thomas Springfield, Illinois, 1962.

JAHARI AB, HASS J, HUSAINI MA, POLLIT E. Effects of an energy and micronutrient on skeletal maturation in undernourished children in Indonesia. *Eur J Clin Nutr*, 2000; 54 (suppl 2):74- 79

JIMÉNEZ- CASTELLANOS J, CARMONA A, CATALINA-HERRERA CJ, VINUALES M. Skeletal maturation of wrist and hand osification centres in normal Spanish boys and girls: a study using the Greulich- Pyle method. *Acta Anat* 155: 206- 211.1996

JOHNSTON EE. Skeletal age and its prediction in Philadelphia children. *Hum Biol* 35: 192- 202.1963

JOHNSTON FE. The use of the Greulich- Pyle method in a longitudinal growth study. *Am J Phys Anthropol* 35:353-357.1971

JOSS EE, TEMPERLI R, MULLIS PE. “ Adult height in constitutionally tall stature: accuracy of five different height prediction methods “. *Arch. Dis. Child*.1992; 67: 1357- 1362.

JUNG H. The radiation risks from x- ray studies for age assessment in criminal proceedings. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildged Verfahr*, 2000; 172 (6):553- 556.

KAPALIN V, PICKO V. The skeletal age of school children and its dependences. *Ceskoslov Hyg* 9: 342-356.1964

KARLBERG J.” A biologically oriented mathematical model (ICP) for human growth”. *Acta paediatrica*. 1989; suppl. 350: 70-94

KERLEY ER, UBELAKER DH. Revisions in the microscopic method of estimating age at death in human cortical bone. *Am J Phys Anthropol*.1978.Nov; 49 (4): 546-6

KIMURA K .On the skeletal maturation of japanese- american white hybrids.Am J Phys Anthropol, 1976; 44:83-90

KIMURA K.Skeletal maturity of the hand and wrist in japanese children in Sapporo by the TW2 method. Ann Human Biol, 1997; 4(5): 449-453

KIMURA K.Skeletal maturation of children in Okinawa.Ann Human Biol, 1976;3(2): 149-155

KIMURA K.Skeletal maturity of the hand wrist in Japanese children by the TW2.Ann Human Biol, 1977; 4(4): 353-356

KING DG, STEVENTON DM, O'SULLIVAN MP ET al.Reproducibility of bone ages when performed by radiology registrars: an audit of Tanner and Whitehouse II versus Greulich and Pyle methods.British J Radiol, 1994; 67: 848-85

KOC A, KARAOGLANOGLU M, ERDOGAN M et AL. Assessment of bone ages: is the Greulich- Pyle method sufficient for Turkish boys?. Pediatr int, 2001; 43(6): 662-665

KOSKI K, HAATAJA J, LAPPALAINEN M. Skeletal development of hand wrist in Finnish children .Am J Phys Anthropol, 1961; 19: 379-382

KROGMAN, W.M. "A guide to the identification of human skeletal material.FBI.Law Enforcement bull.8:8-29.1939

KROGMAN WN, ISCAM MY.The human skeleton in Forensic Medicine. 2ª Edición.Charles C.Thomas Publisher, 1986

KULMAN L. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation method in Swedish adolescents. For sci int, 1995; 75: 225-236

LA "TALLA HUMANA EN ESPAÑA". Librería N. Moya. Madrid. 1896.

LAIN ENTRALGO, P.: 1984 "Antropología Médica". Ed. Salvat. Barcelona.

LEVINE E. The Skeletal development of children of four South African populations. Hum Biol 44: 399-412. 1972

LODLER R, ESTLE DT, MORRISON K et al. Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standards to black and white children of today. AJDC, 1993; 147: 1329-1333.

LOUISE SCHEUER. Department of anatomy and Developmental Biology, Royal Free and University College Medical School, University College London, UK.

Sue Black. Department of Forensic Medicine and Science, University of Glasgow, UK. 2000; 321-340

LOW WD. Assessing skeletal maturity by inspection and bone specific methods with the atlas of Greulich and Pyle. Z Morphol Anthropol 67: 1-5. 1975

LOW WD, CHAN ST, CHANG SF. Skeletal maturation of southern Chinese children. Child Development, 1964; 35: 1313-1336

LYON AJ, PREECE MA, GRANT DB. "Growth curve for girls with Turner Syndrome". Arch. Dis. Child. 1985; 60: 932-935

MADISON A. The world economy : a millennial perspective. Development Centre OECD, New York. 2001

MATHIASSEN MS . Determination of bone age and recording of minor skeletal hand anomalies in normal children. Dan Med Bull 20: 80-85. 1973

MALINA RM, BEUNEN G, WELLENS R, CLAESSENS A: Skeletal maturity and body size of teenage Belgian track field athletes. *Ann Hum Biol*, 1986; 13: 331-340

MARSHALL WA, ASHCROFT MT, BRYAN G. Skeletal maturation of the hand wrist in jamaican children. *Human Biol*, 1970; 42: 419-435

McKERN (TW), STEWART (T.D). Skeltal age changes in young American males, analyzed from the standpoint of identificacion, headqu. QM Res and Dev command, Tech. Rep Ep, 45 Natick, Massassucletts. 1957.

MELSEN B, WENZEL A, MILETIC T ET al Dental and skeletal maturity in adoptive children: assessment at arrival and after one year in the admitting country. *Ann Human Biol*, 1986; 13 (2): 153-159

MINCER HH, HARRIS EF, BERRYMAN HE. The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci*, 1993, 38 (2): 379-90

MURAMATA M. Population specific reference values for bone age. *Acta pediatri*, 1997; 423 (suppl): 113-4

NAERAA RW, EIKEN M, LEGARTH EG, NIELSEN J. " Prediction pf final height in Turner´s Syndrome. A comparative study". *Acta paediatrics. Scand*. 1990; 79: 776-783

NAMBIAR P, YAACOB H, MENON R. Third molars in the establishment of adult status. Case report. *J Forensic Odonto-Stomatology*, 1996; 14(2): 30-33

NEWMAN MT, COLLAZOS C Growth and skeletal maturation in malnourished Indian boys from the Peruvian Sierra. *Am J Phys Anthropol* 15: 431. 1957

OLIVER, G AND PINEAU H: Nouvelle détermination de la taille foetale d'après les longueurs diaphysaires des os longs. Ann. Méd.lég.40, 141.1960

OLZE A SCHMELING A, TANIGUCHI M, MAEDA H, VAN NIEKERK P, WERNECKE K-D, GESERICK G Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. Int J Leg Med 118: 170-173.2004

OLZE A, BILANG D, SCHMIDT S, WERNECKE K-D, GESERICK G, SCHMELING A. Validation of common classification system for assessing the mineralization of third molars. Int J Leg Med 119: 22-26.2005

OESTREICH AE: Tanner-Whitehouse versus Greulich-Pyle in bone age determinations. J pediatri; 131(1): 5-6.1997

ONTELL FK, IVANOVIC M, ABLIN DS, BARLOW TW. Bone age in children of diverse ethnicity. AJR, 1996; 167:1395-1398

ORTNER, D.J. 1975. "Agein effects on osteon remodelling". Calcif. Tiss. Res., 18: 27-36.

PAESANO PL, VIGONE MC, SIRAGUSA V, CHIUMELLO G, DELMASHIO A, MORA S. "Assessment of Skeletal maturation in infants: comparison between two methods in hypothyroid patients". Pediatr. Radiol 1998; 28: 622- 26

PAEWINSKY E, PFEIFFER H, BRINKMANN B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms a contribution to forensic age estimation methods in adults. Int J Leg Med 119: 27-30.2005

PISCOZZI P. Il ruolo dei terzi molari nell'accertamento della maggior età. Minerva Med Leg, 2000; 120: 199-205.

PRADER A, BUDLIGER H) Körpemasse, wachstumsgeschwindigkeit und Knochenalter gesunder Kinder in den ersten zwölf Jahren (longitudinale wachstumsstudie Zürich). Helv paediatr Acta, suppl 37: 5-44.1977

PRADO MARTÍNEZ C, MARRODÁN MD, SEBASTIAN J, CARMENATE M, HOLT NIELSEN A. Crecimiento y nutrición en niños gitanos de los realojos. Rev.Cubana.Salud Pública.2005; 31(4)

PRAKASH S,PATHMANATHAN G.Tempo unconditional 1 year bone score velocities in well off North West indian children.Ann Human Biol,1991;18(4):303-310

PRAKASH S, CAMERON N.Skeletal maturity in well off children in Chandigarh, North India. Ann Human Biol, 1981;8(2):175-180

PREECE MA, COX LA. Estimation of biological maturity in the older child. In BITTLES A, COLLINS KJ, eds.The biology of human ageing. Cambridge; Cambridge University, 1986: 67-80.

PRIETO JL. Parámetros Histomorfométricos Óseos Normales en una Población Infantojuvenil Española. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1993

PYLE,S.IDELL.HOERR, NORMAND L.Radiographic atlas of skeletal development of the knee.pg 82 p; 1955

REVERTE JM. Antropología Forense. Ministerio de Justicia. Secretaría General Técnica. Centro de publicaciones .Madrid 1991

RIKHASOR RM, QUERSHI AM, RATHI SL, CHANNA NA.Skeletal maturity in Pakistani children .J Anat, 1999; 195(2):305-308

RITZ, TIMME S, CATTANEO C, COLLINS MJ et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. In *J Legal Med*, 2000; 113 (3): 129- 136

ROBLEDO ET AL. Determinación de edad ósea en adolescentes. Estudio radiológico de pie y tobillo. *Revista de la Escuela de Medicina Legal de Madrid*. Número 7, pag.: 22-38. Enero 2008

ROCHE AF. A study of skeletal maturation in a group of Melbourne children. *Aust Paediat J* 3: 123-127.1967

ROCHE AF, ROBERTS J, HAMILL PVV Skeletal maturity of children 6-11 years: racial, geographic area and socioeconomic differentials, United States. National Center for Health statistics, series 11, no 149. DHEW publication no. (HRA) 76-1631, Rockville, Maryland.1975

ROCHE AF, ROBERTS J, HAMILL PVV. Skeletal maturity of youth 12-17 years. Racial, geographic area and socioeconomic differentials (vital and health statistics. US Dept. of Health, Education and Welfare. Series 11. No. 167).US Government Printing Office, Washington, D.C.1978

ROCHE AF, WAINER H, THISSEN D. “ The RWT method for the prediction of adult stature”. *Pediatrics* 1975; 56: 1026- 33

ROSENFELD RL. Essentials of growth diagnosis. *Endocr Metab Clin North Am* 1996; 25(3):743-758
Autor: Philippe F.Backeljauw
Developmental Juvenile Osteology.

SÁNCHEZ E: Valoración de edad ósea en los dos primeros años de vida. Desarrollo de un nuevo método y su estandarización en una población infantil de Vizcaya. Tesis Doctoral del País Vasco. Bilbao, 1983.

SÁNCHEZ E, Sobradillo B, Hernandez M, Narvaiza JL: Standards of skeletal maturity of the ankle and foot in the first two years of life Spanish children. En: Borms J, Hauspie R, Sand A, Susanne C, Hebbelinkk M, (eds) Human growth and development Plenum Press. Nueva York, 1984: 387-396

SÁNCHEZ E, Hernández M, Sobradillo B, Rincón JM, Narvaiza J: Un método de valoración de la maduración ósea en los dos primeros años de vida. Rev Esp Pediatr 1985; 41: 99-110.

SÁNCHEZ E: Estudio de la maduración ósea. Hernández, et al. Crecimiento y salud infantil. Estudio longitudinal del crecimiento de Bilbao. Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria, 1986: 57-69.

SARRIA A, MORENO L, BUENO M. Análisis del atlas de Greulich y Pyle mediante los métodos de TW2 y TW2-A .An Esp Pediatr, 1986; 24 (2): 105-110.

SAUVEGRAIN J, NAHUM H, BRONSTEIN H. Étude de la maturation osseuse du coude. Ann. Radiol, 5: 542, 1962.33

SCHMELING A, REISINGER W, LORECK D et al. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimation. Int J legal, 2000; 113 (5): 253-258

SCHEUER L, BLACK S. Developmental juvenile osteology, 2000:323-340

SCHULZ R, MÜHLER M, MUTZE S, SCHMIDT S, REISINGER W, SCHMELING A
Studies on the time frame for ossification of the medial epiphysis of the clavicle
revealed by CT scans. Int J Legal Med. DOI: 10.1007/s 00414-005-0529-9.2005

SCHUNK, KRAUS W, BOOR R. "The sonographic examination of the distal femoral
epiphysis as a method of determining maturity of the newborn". Rofo fortschr
Röntgenstr. 1987; 146: 623-7

SIMONIN, C.: 1973." Medicina Legal Judicial". Ed.Jims.B'arcelona

SINCLAIR RJG, KITCHIN AH,TURNER RWD. The Marfan síndrome.Q.J.Med, 29:19-
46, 1960

SOBRADILLO BEGOÑA: Sección de Endocrinología. Hospital de Basurto
(Bilbao).Estudio de la maduración ósea y predicción de la talla adulta .XXIX
Congreso Nacional Ordinario Pediatría de la AEP. Tenerife 14-17 junio 2000.

SOLARI AC ,ABRAMOVITCH K.The accuracy and precision of third molar
development as indicator of chronological age in hispanics. J Forensic Sci, 2002; 47 (3): 531-535

SOUGUIR MK, BEN DHIAB M, MASMOUDI T, ZEMNI M. l'age chez le jeune
tunisien. Á propos de 200 cas .Journal de Médecine Légale Drit Médical, 2002; 45 (2-
3): 89-91

STUART HC, Reed RB. Longitudinal studies of child health and development. Series
II. Reports based on completed case studies. Pediatrics (suppl) 24:875-885.1959

STEWART TD. Essentials of Forensic Antropology specially as developed in the
Unites States.Charles C.Thomas Publisher, 1979

STUBBE P, HÖLSCHER A, WEIGEL W Über die Vorausberechnung der Endlänge von Kindern. *Monschr kinderheilkd* 122: 887-890.1974

SUANES A, CAÑETE R. Sistema automatizado de evaluación de la maduración ósea aplicado al método de Tanner- Whitehouse 2. *Ann Esp pediatr*, 1999; 50: 134-139

TAKAI S, AKIYOSHI T, FUCHIGAMI A. Skeletalmaturity of Japanese children in Amani-Oshima island. *Ann Human Biol*, 1984; 11(6)571-575

TANNER JM, Healy MJR, Lockhart RD, Mackenzie JD, Whitehouse RH: Aberdeen Growth Study I. The prediction of adult body measurements from measurements taken each year from birth to 5 years. *Arch Dis Child* 1956; 31: 372- 381.

TANNER JM. *Growth at adolescence*. Oxford Blackwell Scientific Publications, 1962

TANNER JM, Whitehouse, RH, Healy MJR: A new system for estimating the maturity of the hand and wrist with standards derived from 2600 healthy British children .Part II .The scoring system. *Centre International de l'Enfance*. París, 1962.

TANNER JM, Whitehouse RH, Healy MJR, Goldstein, H: A revised system for estimating skeletal maturity from hand and wrist radiographs with separate standards for carpals and other bones (T.W.II system). *Centre International de l'Enfance*. París, 1972.

TANNER JM: Physical growth and development. En: Fortar y Arneil (eds) *Textbook of pediatrics*. Churchill liv. Launders, 1973.

TANNER JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WQ, Healy MJR, Goldstein H: *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method)*. 2 nd ed. Academic Press. Londres 1983.

TANNER JM, Landt, Cameron N, Carter BS, Patel J: Prediction of adult height from height and bone age in childhood: a new system of equations (TW Mark II) based on sample including very tall and very short subjects. Arch Dis Child 1983; 58: 767- 776.

TANNER JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H: Valoración de la maduración esquelética y predicción de la talla adulta (Método TW2). Ancora S. A., Barcelona 1988.

TANNER JM, OSHMAN D, LINDGREN G et al. Reliability and validity of computer assisted estimates of Tanner-Whitehouse skeletal maturity (CASAS): Comparison with the manual method. Horm Res, 1994; 42:288-294

TANNER J, OSHMAN D, BAHHAGE F, HEALY M. Tanner-Whitehouse bone age reference values for North American Children. J Pediatr, 1997; 131: 34-40

TANNER JM, GOLDSTEIN H, WHITEHOUSE RH. Standards for children's height at ages 2 to 9 years, allowing for height of parents. Arch Dis Child 1970; 45: 755-762.

TARANGER J, KARLBERG J, BRUNIG B, ENGSTROM I. Standar deviation score charts of skeletal maturity and velocity in swedish children assessed by the TW2 method (TW2-20). Ann Human Biol, 1987; 14: 357-365

THIEMANN HH, NITZ I. " Röntgenatlas der normalen hand im kindersalter". Georg Thieme. 1991 Leipzig and Stuttgart 2nd ed.

THEINTZ GE, HOWALD H, WEISS U et al. Evidence of reduction of growth potencial in adolescent female gymnasts. J pediatr, 1993; 122:306-313

TODD, TW: Atlas of Skeletal maturation (Hand). CV Mosby Co, St. Louis, 1937.

VALLEJO-BOLAÑOS E, ESPAÑA-LÓPEZ AJ, MUÑOZ-HOYOS A, FERNÁNDEZ-GARCIA JM. The relationship between bone age, chronological age dental age in children with isolated growth hormone deficiency. In J Pediatr Dent, 1999; 9(3):201-206

VALLS, A. "Introducción a la Antropología". Ed. Labor. Barcelona. 1980

VAN REE CJ, SCHULPEN TW. Ethical shortcomings of skeletal age determination to establish minority for single young asylum seekers. Ned Tijdschr Geneesk, 2001; 145 (5): 229-233

VAN RIJN RR, LEQUIN MH, ROBBENS SG et al. Is the Greulich and Pyle atlas still valid for Dutch Caucasian children today?. Pediatr Radiol, 2001; 31 (10): 748- 752

VICENT M, HUGO J: L'insuffisance pondérale du prématuré Africain au point de vue de la santé publique. Bull wld hlth org 1962.

VIGNOLO M, MILANI S, DI BATTISTA E et al. Modified Greulich-Pyle, Tanner Whitehouse and Roche- Wainer- Thissen (Knee) methods for skeletal age assessment in a group of Italian children and adolescents. Eur J pediatr, 1990 ; 149 :314- 317

WALKER RN, TANNER JM. "Prediction of adult Sheldon somatotypes I and II from ratings and measurements at childhood ages. Ann. Hum. Biol. 1980; 3: 213-224

WEINER, J.S & THAMBIPILLAI, V. Skeletal maturation of West African Negroes. Am. J. Phys. Anthrop., Washington (n.s) 10 : 407- 418. 1952

WENZEL A, MELSEN B. Skeletal maturity in 6-16 year old Danish children assessed by the TW2 method. Ann Human Biol, 1982 ; 9 :277-281

WENZEL A, DROSCHL H, MELSEN B. Skeletal maturity in Austrian children assessed by the GP and TW2 methods. *Ann Human Biol*, 1984 ; 11 : 173- 177

WHITAKER ET AL. Scoring system for estimating age in the foot skeleton. *American Journal of Physical Anthropology* 118: 385-392. 2002

WILLEMS G, VAN OLMEN A, SPIESSENS B et al. Dental age estimation in Belgian children : Dermijian´s technique revisited. *J Forensic Sci*, 2001 ; 46 (4) : 893-895

YI-YAN Y, CHUANG XING W, LI-ZHI C. Skeletal maturity of the hand wrist in chinese children in Changsha assessed by the TW2 method. *Ann Human Biol*, 1992 ; 19(4) : 427-430

ZACHMANN M, FERRÁNDEZ A, MURSET G, PRADER A: Treatment of excessively tall stature in girls, *helv paediat Act* 1975; 30: 11-30

ZACHMANN M, FERRÁNDEZ A, MURSET G, GNEHM HE, PRADER A: Testosterone treatment of excessively tall boys. *J pediat* 1976; 88:116-123.

ZACHMANN M, SOBRADILLO B, FRANK M, FRISH H, PRADER A: BAYLEY-PNNEAU, ROCHE- WAINER- THISSEN, and TANNER height predictions in normal children and in patients with various pathologic conditions. *J pediatr* 1978; 93: 749-755

