

## Estimación de la edad cronológica mediante técnicas de imagen

**Víctor Pérez Candela<sup>1</sup>, Cristina Pérez Bello<sup>2</sup>, Isabel González Esmoris<sup>3</sup>.** <sup>1</sup>Radiólogo pediátrico. Hospital San Roque, Las Palmas de Gran Canaria <sup>2</sup>Graduada en enfermería. Hospital Insular, Las Palmas de Gran Canaria <sup>3</sup>Odontóloga. Betanzos, A Coruña

### Resumen

El conocimiento de la edad de un individuo tiene mucha importancia dado el creciente aumento del fenómeno de la migración, de los refugiados, las adopciones internacionales, las víctimas del tráfico humano, además de en la práctica cotidiana pediátrica y médico legal ya que un gran número de jóvenes extranjeros no pueden proporcionar una prueba de identidad respecto a su fecha de nacimiento, especialmente para los denominados "niños separados" es decir aquellos individuos menores de 18 años que pueden ser refugiados, buscadores de asilo, migrantes o víctimas del tráfico de jóvenes con fines lucrativos para los delincuentes y vienen sin sus padres o tutores legales, a los que hay que proteger según convenios internacionales.

En la práctica médico legal cuando una persona es acusada de un crimen, el conocimiento preciso de la edad cronológica determinará si él o ella serán considerados responsables desde el punto de vista criminal. La ley en la mayoría de los países establecen castigos menos severos para los menores que para los adultos, por lo que muchos delincuentes jóvenes, nacionales o extranjeros dicen ser mas jóvenes que su edad real.

En la práctica cotidiana pediátrica, la estimación de la edad ósea es un parámetro habitual para conocer el crecimiento y maduración del esqueleto.

La edad puede estimarse mediante indicadores somáticos, psicológicos, dentales o esqueléticos que se consideran universalmente asociados a una edad cronológica. Desafortunadamente estos indicadores no siempre coinciden con la edad cronológica real, porque la mayoría de los parámetros se han desarrollado estudiando poblaciones de etnias que viven en climas específicos, en unos ambientes saludables y estados socioeconómicos altos.

En este trabajo describimos los diversos indicadores de la estimación de la edad cronológica mediante técnicas de imagen como la edad ósea y dental no solo con la información que proporciona el estudio radiológico de la mano y muñeca no dominante, sino con el estudio de la clavícula, para aproximarnos a la edad cronológica de los niños hasta los 18 años.

**Palabras clave:** estimación de la edad, edad ósea, edad dental, niños separados, niños refugiados, niños adoptados, delincuencia juvenil

### Chronological age estimation using imaging techniques

#### Abstract

Chronological age estimation in children is of paramount importance because an increase in the migration phenomena, international adoptions, the refugees, human trafficking victims and young foreigners cannot provide proof of identity. Age determination for medico-legal purposes is usually requested for separated children, defined as individuals less than 18 years of age, separated from both parents. The law in most countries establishes less severe punishments for minors than for adults.

The most frequently used imaging technique to determinate skeletal age in an X-ray of the hand and wrist using Greulich and Pyle (GP) or Tanner and Whitehouse (TW).

Other imaging technique is Panoramic dental X-ray because teeth are one of the most reliable biological indicators for age estimation. A widely used method for skeletal age estimation in the evaluation of the clavicles medial epiphyses ossification by thin section CT. Because hand bone ossification and third molar tooth can be completed in adolescents

and young adults, assessment of clavicle ossification is of interest because it is the last nucleus of ossification, which generally occurs at age 18 years.

**Keywords:** age estimation, bone age, dental age, separated children, refugees children, adopted children, juvenile offenders

## Introducción

Conocer la edad correcta de un individuo joven es muy importante para precisar y facilitar un buen desarrollo psicológico, definir el acceso a un nivel educacional adecuado y asegurar el cuidado correcto por parte de las instituciones.

En Europa la determinación de la edad con propósitos médico legales se solicita habitualmente en los “niños separados” definidos como tales aquellos individuos menores de 18 años, que acuden generalmente por la existencia de guerra en su país, separados de sus padres o cuidadores legales. Todos los “niños separados” están protegidos internacionalmente y tienen los mismos derechos humanos como cualquiera.

En la mayoría de estos “niños separados” no se conoce la edad precisa, porque llegan sin documentos de identificación personal o certificado de nacimiento. En otros casos, la edad en estos documentos no es correcta y esta discrepancia puede deberse a los diferentes calendarios, circunstancias caóticas que rodean al nacimiento, al estar separado el niño de sus padres, el haber sido adoptado por otra familia o como resultados de otros errores sistémicos o administrativos<sup>1-3</sup>.

En la práctica médico legal, cuando una persona es acusada de un crimen, el conocimiento preciso de la edad determinará si él o ella serán considerados responsables desde el punto de vista criminal y juzgados por la justicia juvenil o de adultos.

En la mayoría de países, la ley establece castigos menos severos para los menores que para los adultos, por ello muchos delincuentes jóvenes, nacionales o extranjeros, dicen ser más jóvenes que su edad real.

Con el fin de unificar los criterios de selección de pruebas a realizar e interpretación de los resultados en los países de habla germana, en el año 2000 el grupo de estudio alemán para

la estimación forense de la edad cronológica, hizo publicas su guías para la estimación de la edad de individuos vivos sometidos a procedimientos criminales. Estas guías recomendaban para la determinación de la mayoría o minoría de edad penal (18 años) en sujetos vivos, la práctica de las siguientes pruebas:

*Examen físico:* Medidas antropométricas (peso, talla), signos de madurez sexual y detección de patologías que puedan alterar el desarrollo madurativo

*Examen radiográfico de la mano izquierda* (valoración de la edad ósea)

*Examen de la dentición mediante estudio radiológico* (edad dental)<sup>4</sup>

Hoy en día se añaden otros indicadores de la edad ósea mediante el estudio de los extremos esternales o mediales de las clavículas para estimar la mayoría o minoría de edad.

## Técnicas de imagen que se utilizan para estimar la edad cronológica

Las técnicas de imagen nos permiten estudiar el desarrollo y maduración de diversas partes del esqueleto para estimar la edad cronológica.

Actualmente se utilizan el estudio radiográfico de la mano y muñeca no dominante; el estudio de la erupción dental mediante una ortopantomografía y en los casos dudosos, la tomografía computarizada de las clavículas, especialmente para visualizar los extremos mediales o esternales.

Otra forma de estudiar la maduración esquelética es el estudio de la osificación del centro secundario de la cresta ilíaca, especialmente para aplicarlo en los casos de escoliosis juveniles idiopáticas.

Aparte de la utilidad que se obtiene desde el punto de vista pediátrico para el estudio del desarrollo y maduración de los pacientes, generalmente con la valoración de la edad ósea, también se emplea para estimar la edad cronológica.

## Edad ósea

Los dos métodos mas utilizados para la valoración de la edad ósea, basados en la

radiografía de muñeca y mano no dominante son los propuestos por Greulich-Pyle (GP) y el de Tanner-Whitehouse (TW). El primero compara los hallazgos radiográficos del sujeto a valorar con los considerados normales para una edad cronológica determinada y el segundo se basa en un sistema de puntuación calculado a partir de un método matemático.

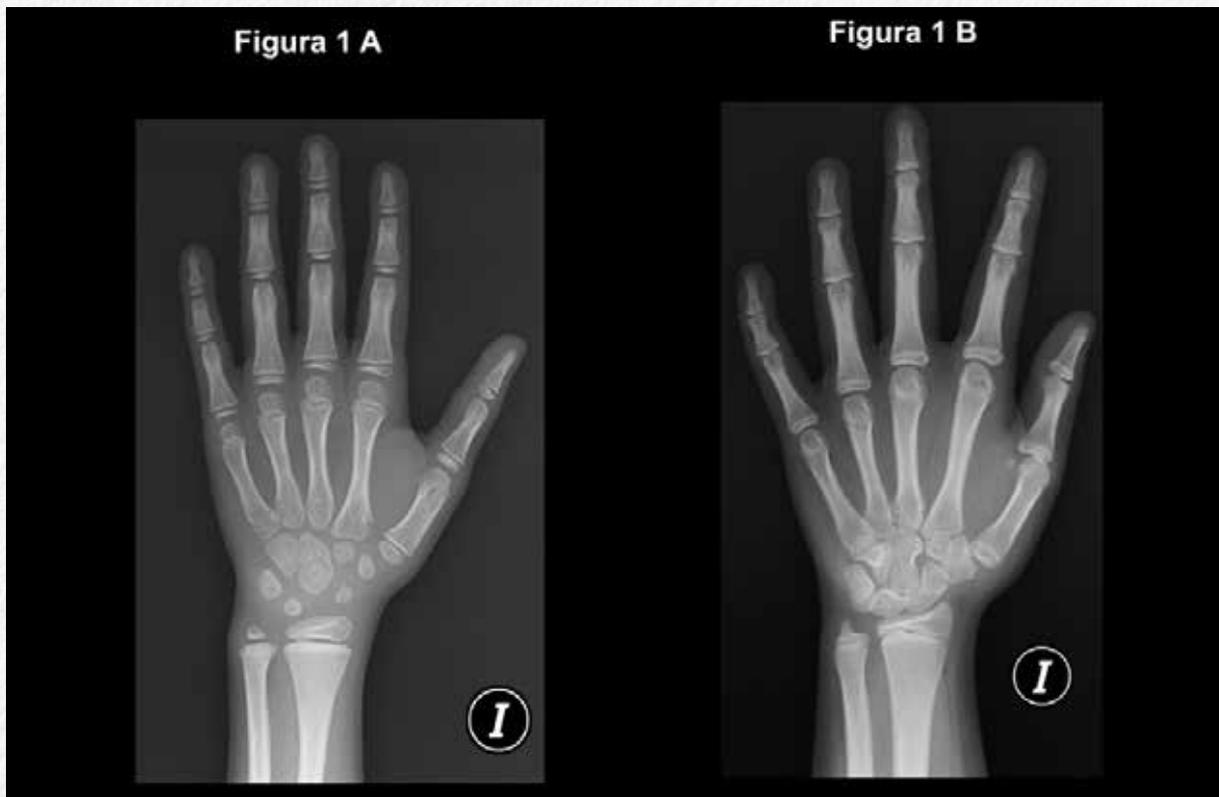
La primera edición del GP fue publicada en 1950, la segunda en 1959 y más recientemente en 1988. En este estudio se examinaron 1000 norteamericanos descendientes de europeos, con edades entre 0 a 18 años, crecidos y residentes en Cleveland, Ohio durante el periodo de 1931-1942. Se eligieron las 100 radiografías más representativas de cada edad. El concepto original fue que la edad de aparición y unión de las epífisis era constante para cada hueso particular<sup>5</sup>.

El método GP consiste en la comparación directa de la radiografía (Rx) de la mano izquierda del niño a estudiar, con las páginas del atlas GP basado enteramente en una comparación visual como un método

intuitivo o basado en la experiencia. Las pequeñas diferencias o modificaciones en las diferentes radiografías de la mano-muñeca para etiquetar una edad ósea concreta, se muestran en la publicación de Garkin et al.<sup>6</sup>.

El otro método basado en la Rx de mano y muñeca es el TW, que fue descrito utilizando un estudio longitudinal de 3000 niños británicos y se basaba también en la evaluación de los huesos de la mano y muñeca utilizando Rx. La primera versión fue escrita en 1962 en la que cada hueso se clasifica acorde con uno de los 8 o 9 estadios de maduración. La suma de todos estos valores individuales de las puntuaciones definidas, establecen la edad ósea. Las puntuaciones se asignan comparando las descripciones y diagramas en el atlas<sup>7</sup>. Otros autores comparan ambos métodos<sup>8</sup>.

Debido a las discrepancias de diversos autores respecto a la exactitud de la edad ósea mediante el estudio de la Rx de la mano-muñeca no dominante para conocer la cronológica, pues hay situaciones



**Figura 1-A.** Rx de mano izquierda de niña de 9 años de edad cronológica con hipotiroidismo, presenta un retraso en la edad ósea de 5 años y 9 meses (Greulich-Pyle)

**Figura 1-B.** Rx de mano izquierda de niña de 10 años de edad cronológica con pubertad precoz, presenta una edad ósea de 14 años (Greulich-Pyle)

patológicas que retrasan o aceleran la maduración ósea (figuras 1-A y 1-B) se han buscado otras áreas del esqueleto que puedan aportar información respecto a la edad cronológica, especialmente para conocer si se trata de un menor o mayor de 18 años, por sus implicaciones legales.

Existen métodos automáticos de evaluación de la edad ósea utilizando los atlas publicados, para evitar los errores intra e interobservador, uno de los más conocidos en el mercado es BoneXpert®, un software para la medición automática de la edad ósea a partir de la radiografía digital de la mano-muñeca, la cual se carga en el programa, este analiza la imagen en pocos segundos y se almacena en el PACS (*Picture Archiving and Communication System*) o sistema de archivo y comunicación del hospital, estando disponible de forma inmediata ya sea para el radiólogo, pediatra, endocrinólogo u ortodoncista ([www.bonexpert.com](http://www.bonexpert.com)). Se puede obtener una versión gratuita de prueba durante 2 meses a través de Internet.

Gilsanz y Ratib publican en el 2012 una alternativa digital al atlas de GP, para instalarla en iPhones, iPads (*Apple Stores*)<sup>9</sup>.

### Maduración de la cresta iliaca

Risser fue el primer autor en describir la aparición de la apófisis de la cresta iliaca en la radiografía de pelvis, como un índice de maduración llamado signo de Risser. El centro secundario de la cresta iliaca comienza su osificación en mitad de la adolescencia y lo hace de delante hacia atrás, terminando al final de la adolescencia y la subsiguiente fusión ocurre con la madurez esquelética<sup>4</sup>. Se establecen cinco grados, de menor a mayor, siendo el 0 la ausencia de osificación, el 1 cuando está osificado el 25% anterior, el 2 el 50% anterior, el 3 el 75% anterior, el 4 el 100% y el 5 cuando se ha fusionado con el ala iliaca.

El índice o test de Risser tiene aplicación en la valoración de las escoliosis idiopáticas juveniles, puesto que cuanto menor es el grado de Risser, mayor la probabilidad de progreso de la escoliosis (figura 2).



Figura 2. Rx de pelvis. Risser 2 (flechas)

**Edad dental**

Se utiliza ampliamente para valorar la maduración y predecir la edad cronológica, porque está menos influenciada por factores raciales y ambientales. Este método basado en la formación y desarrollo dental es bastante confiable aunque para la estimación de la edad no es uniforme desde el nacimiento hasta el adulto. De hecho, a los 14 años casi todos los dientes excepto los terceros molares están completamente desarrollados y estos no siempre son útiles ya que no solamente se caracterizan por sus variaciones significativas en el tiempo de formación y crecimiento

sino que con frecuencia hay una ausencia congénita. Para su valoración se realiza una radiografía panorámica de maxilar superior y mandíbula (ortopantomografía).

En las tablas I y II se muestran las edades de erupción y caída de los dientes en la dentición primaria o decidua y las edades de erupción en la dentición secundaria o permanente según la Asociación Dental Americana<sup>10</sup>.

En las figuras 3 y 4 se muestran las ortopantomografías de niñas y niños a diferentes edades, hasta la aparición de los

**Tabla I. Dentición primaria o decidua  
(American Dental Association)**

<b>Arcada superior</b>	<b>Edad de erupción</b>	<b>Edad de caída</b>
Incisivo central	8-12 meses	6-7 años
Incisivo lateral	9-13 meses	7-8 años
Canino	16-22 meses	10-12 años
Primer molar	13-19 meses	9-11 años
Segundo molar	25-33 meses	10-12 años
<b>Arcada inferior</b>	<b>Edad de erupción</b>	
Incisivo central	6-10 meses	6-7 años
Incisivo lateral	10-16 meses	7-8 años
Canino	17-23 meses	9-12 años
Primer molar	14-18 meses	9-11 años
Segundo molar	23-31 meses	10-12 años

**Tabla II. Dentición secundaria o permanente  
(American Dental Association)**

<b>Arcada superior</b>	<b>Edad de erupción</b>
Incisivo central	7-8 años
Incisivo lateral	8-9 años
Canino	11-12 años
Primer premolar	10-11 años
Segundo premolar	10-12 años
Primer molar	6-7 años
Segundo molar	12-13 años
Tercer molar	17-21 años
<b>Arcada inferior</b>	<b>Edad de erupción</b>
Incisivo central	6-7 años
Incisivo lateral	7-8 años
Canino	11-12 años
Primer premolar	10-12 años
Segundo premolar	11-12 años
Primer molar	6-7 años
Segundo molar	11-13 años
Tercer molar	17-21 años

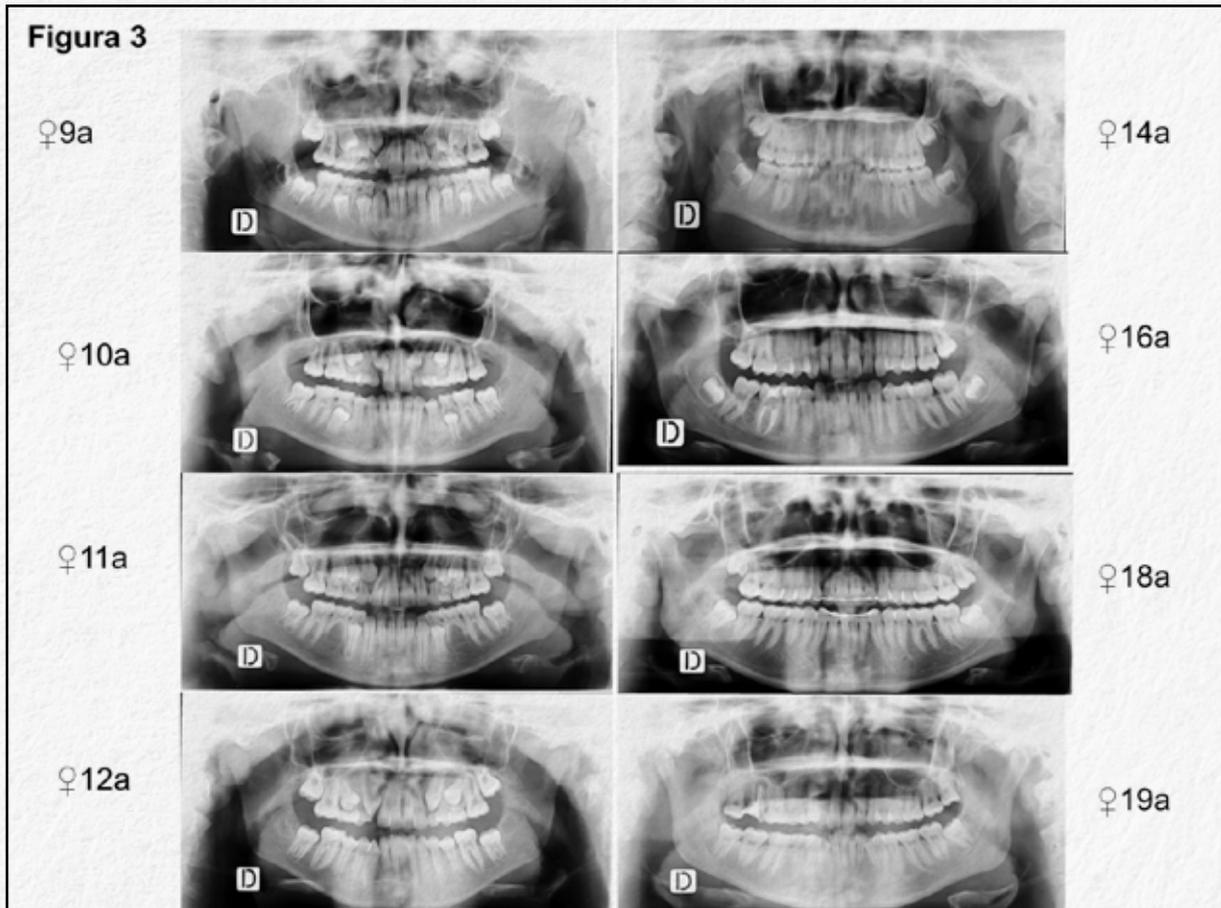


Figura 3. Ortopantomografías de niñas de 9 a 19 años

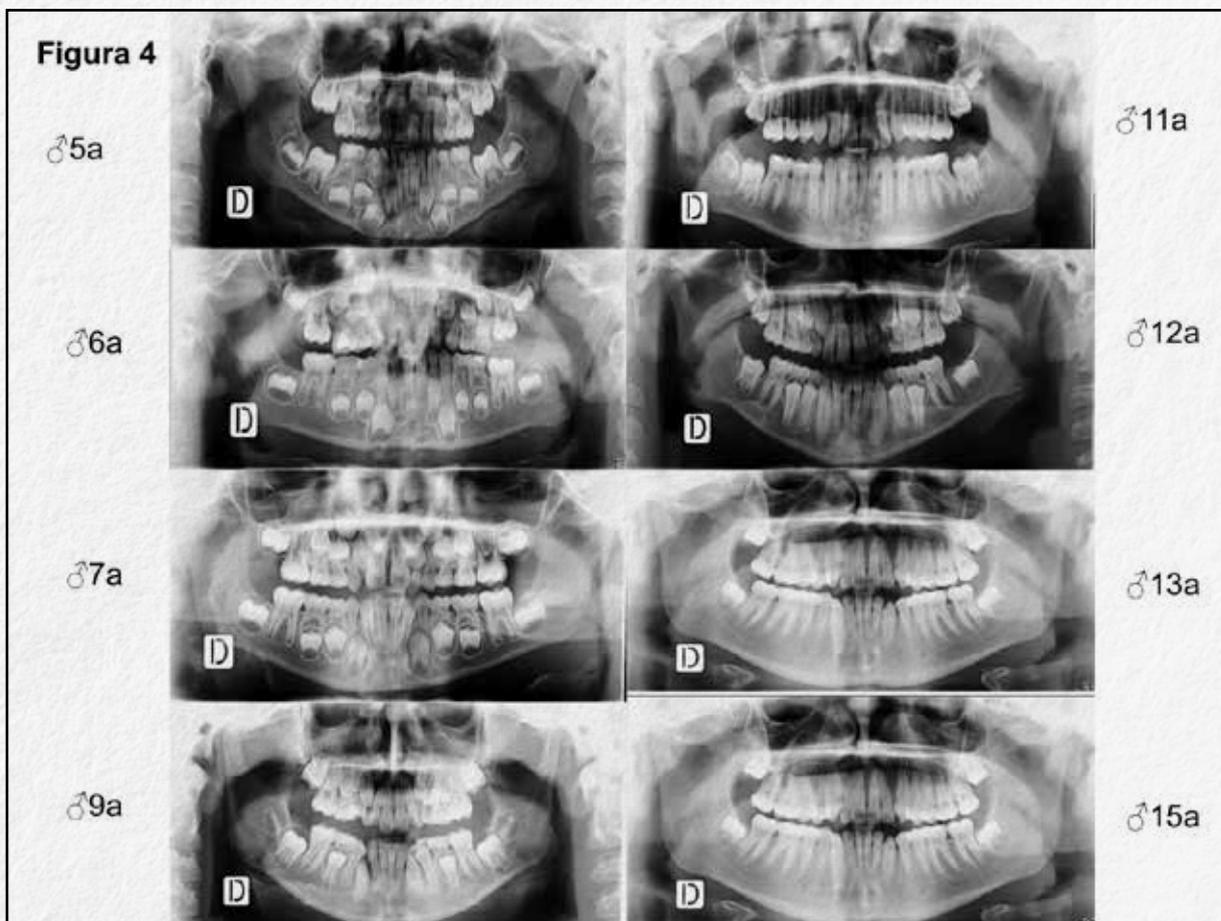


Figura 4. Ortopantomografías de niños de 5 a 11 años

terceros molares.

Hay unas edades características y constantes como son la aparición del primer molar a los seis años y el segundo molar a los 12 años. La aparición de los terceros molares suele marcar la mayoría de edad.

### Osificación de la clavícula

La estimación de la edad cronológica por la osificación de la clavícula tiene actualmente mucho interés en los casos de duda, porque es el último núcleo de osificación, que generalmente ocurre a los 18 años. A esta edad, la maduración sexual, la osificación de la mano y la mineralización del tercer molar completan generalmente todo el proceso de osificación. La clavícula es el primer hueso fetal que tiene centro de osificación primaria, pero diferente a los otros huesos largos, ya que es de osificación membranosa es decir sin osificación endocondral previa. Tiene dos núcleos pri-

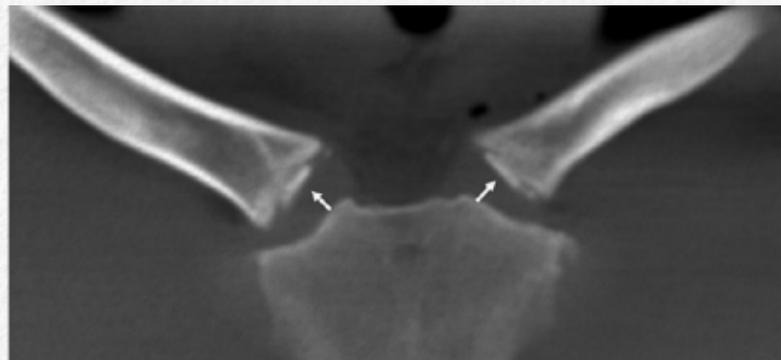
marios de osificación, uno medial y otro lateral, que aparecen a la quinta y sexta semana de la vida intrauterina, en la diáfisis. Durante la adolescencia aparece un centro secundario de osificación epifisario en el extremo medial de la clavícula. El análisis del desarrollo y fusión con la diáfisis clavicular ha sido foco de interés de muchos estudios de estimación de la edad, y su unión con la diáfisis clavicular es un excelente indicador de una edad cronológica de 18 años.

Para visualizar el extremo medial de la clavícula se realizan cortes de tomografía computarizada para individualizar los extremos acromiales de las clavículas (figuras 5A y 5B)

Mediante este método se establece la siguiente clasificación<sup>1</sup>:

Estadio 1. No se visualiza centro de osificación

**Figura 5 A**



**Figura 5 B**

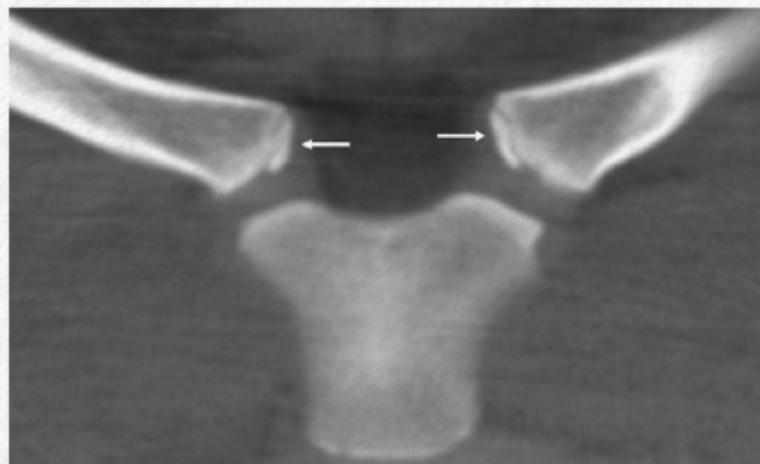


Figura 5-A. Tomografía axial computarizada. Reconstrucción coronal correspondiente a un niño de 17 años, a nivel de los centros secundarios del extremo esternal de las clavículas (flechas)

Figura 5-B. Tomografía axial computarizada. Reconstrucción coronal correspondiente a una niña de 17 años, a nivel de los centros secundarios del extremo esternal de las clavículas (flechas)

Estadio 2. Se visualiza centro de osificación pero no hay fusión

Estadio 3. Centro de osificación fusionado parcialmente (menor de 20 años)

Estadio 4. Centro de osificación fusionado completamente pero visible la línea de fusión (20 años en mujeres y 21,3 años en hombres)

Estadio 5. Centro de osificación completamente fusionado sin visualizarse la línea de fusión (mas de 21 años)

### Comentarios

En todas las circunstancias en las que se requiere la estimación de la edad cronológica con propósitos médico legales, como en niños "separados", en adoptados, en delincuentes juveniles, víctimas de tráfico humano etc, los resultados tienen consecuencias muy importantes para los individuos, ya que el propósito es determinar si él o ella serán considerados un niño o un adulto.

Cualquier imprecisión en la estimación de la edad aunque sea pequeña, puede dar lugar a un trato de adulto a un menor de edad al que erróneamente se ha etiquetado de adulto, por eso en casos dudosos hay que recurrir al máximo de precisión mediante las pruebas necesarias, teniendo en cuenta el control de la radiación, por lo que algunos autores proponen sustituir el estudio radiológico ya sea de la mano y muñeca, de los maxilares o de las clavículas, por el estudio mediante resonancia magnética, exenta de irradiación, pero nos parece poco viable actualmente. No obstante, se deben hacer todos los estudios radiológicos de forma digital, que reducen la irradiación de los pacientes y permiten su almacenamiento y acceso desde múltiples lugares, de tal forma que se evita el posible extravío de las imágenes analógicas con la consiguiente repetición.

La edad ósea es la medida del grado de madurez esquelética del niño. La maduración ósea se controla por hormonas y las mismas hormonas gobiernan también el momento de la pubertad, por lo que un niño con retraso en la maduración ósea también tiene un retraso en la pubertad o menarquia tardía.

La desviación estándar de la edad en un gru-

po determinado es aproximadamente de 1 año con GP.

Toledo Trujillo et al. publicaron un atlas de referencia de la edad ósea para la población canaria<sup>11</sup>.

Entre los argumentos de algunos investigadores de la maduración ósea, respecto a cuestionar la validez de la ósea mediante la radiografía de mano y muñeca no dominante, entre las niñas de 10-13 años y los niños de 11-15 años la edad ósea fue sobrestimada en los niños asiáticos e hispánicos, los cuales maduran antes que los afroamericanos y blancos<sup>12</sup>.

Las diferencias étnicas y raciales en el patrón de crecimiento existe a ciertas edades, sin embargo el atlas de Greulich y Pyle no reconoce este hecho.

Sin embargo a pesar de la antigüedad que se achaca a GP un grupo de autores holandeses estudian la validez del método en niños blancos holandeses y afirman que sigue siendo válido<sup>13</sup>.

Para evitar los errores intra e interobservador, la evaluación automática de la edad ósea puede ser una alternativa. El software mas utilizado en gran número de hospitales europeos es el creado por la empresa danesa *Visiana*, que se comercializa como BoneXpert®.

La edad dental y el estudio mediante tomografía computarizada del extremo medial de la clavícula ayudan al esclarecimiento de la edad cronológica.

Desde el punto de vista práctico algunas autoridades médico legales de aeropuertos consideraban una edad ósea de 18 años cuando en el estudio radiológico de la mano-muñeca se habían fusionado las epífisis distales del cúbito y radio y habían erupcionado los terceros molares.

### Bibliografía

1. Re GL, Zerbo St, Terranova M Ch, Pardo S, Midiri F, Argo A et al. Role of imaging in the assessment of age estimation. *Semin Ultrasound CT MRI* 2018; 40:51-55

2. Tomei E, Battisti S, Martino M, Nissman DB, Semelka RC. Text-atlas of skeletal age determination. *MRI of the hand and wrist in*

children (capítulo 4). Hoboken: Wiley Blackwell 2014

3. Tomei E, Battisti S, Martino M, Nissman DB, Semelka RC. Text-atlas of skeletal age determination. Bone age: Medico-legal issues (capítulo 2). Hoboken: Wiley Blackwell 2014

4. Díez López I, Sarasua Miranda A, Gamarra Cabrerizo A, Mari Gonzalo A. Reflexiones sobre la valoración de la edad cronológica en el ámbito de la pediatría mediante métodos radiológicos. Bol S Vasco Nav Pediatr 2010; 42:33-37

5. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist, 2ª ed. California: Stanford University Press 1959

6. Gaskin CM, Kahn SL, Bertozzi JC, Bunch PM. Skeletal development of the hand and wrist. A radiographic atlas and digital bone age companion. USA: Oxford University Press 2011

7. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Cameron N, Marshall WA, Healy M et al. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2), 2ª ed. London: Academic Press 1983

8. Roche AF, Dávila GH, Eyman SL. A comparison between Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse assessment of skeletal maturity. Radiology 1971; 98:273

9. Gilsanz V, Ratib O. Hand bone age. A digital atlas of skeletal maturity, 2ª ed. Los Angeles: Springer 2012

10. Zohrabian V, Poon CS, Abrahams JJ. Embriology and anatomy of the jaw and dentition. Semin Ultrasound CTMRI 2015; 36:397-406

11. Toledo Trujillo F, Rodríguez Rodríguez I, Rodríguez Hernández F. Atlas radiológico de referencia de la edad ósea en la población canaria. Santa Cruz de Tenerife: Litografía Romero 2009

12. Ontell FK, Ivanovic M, Ablin DS, Barlow TW. Bone age in children of diverse ethnicity. AJR 1996; 17:1395-1398

13. van Rijn RR, Lequin MH, Robben SGF, Hop WCJ, van Kuijk C. Is the Greulich and Pyle atlas still valid for Dutch Caucasian children today? Pediatr Radiol 2001; 31:748-752