

## RIESGOS RADIOLÓGICOS EN LA ESTIMACIÓN FORENSE DE LA EDAD CRONOLÓGICA EN MENORES NO ACOMPAÑADOS. *RADIOLOGICAL RISKS IN THE FORENSIC ESTIMATION OF CHRONOLOGICAL AGE IN UNACCOMPANIED MINORS.*

VÁZQUEZ CASTELO J.L.<sup>1</sup>, POMBAR CAMEÁN M.A.<sup>2</sup>, SALGADO BARREIRAA.<sup>3,4</sup>,  
INAREJOS CLEMENTE E.<sup>5</sup>, SERRULLARECH F.<sup>6</sup>

### RESUMEN.

La estimación de la edad cronológica es un proceso de evaluación complejo que puede incluir técnicas de imagen que implican exposición a radiaciones ionizantes. El riesgo de inducción de cáncer de la radiografía carpal y ortopantomografía sería despreciable y entre despreciable y mínimo o extremadamente bajo para un estudio de TC enfocado a las clavículas optimizado de baja dosis. Se ha de recabar el consentimiento informado del solicitante de asilo y su tutor para la realización del proceso de evaluación. En mujeres en edad de procrear, si el embarazo no puede excluirse, se prestará especial atención a la justificación y a la optimización de la técnica.

**PALABRAS CLAVE:** Niño, menor, edad cronológica, estimación, radiación, riesgo

### ABSTRACT.

Chronological age estimation is a complex evaluation process that may include imaging techniques that imply exposure to ionizing radiation. Cancer induction risk of the carpal radiograph and orthopantomography would be negligible and negligible to minimal or extremely low for a low-dose optimized focused CT of the clavicles. Informed consent of the asylum seeker and his or her guardian should be obtained. In women of child-bearing age, if pregnancy cannot be ruled out, special attention should be paid to justification and technique optimization.

**KEY WORDS:** Child, minor, chronological age, estimation, radiation, risk.

**CONTACTO:** José Luis Vázquez Castelo, Facultativo Especialista en Radiodiagnóstico, Radiodiagnóstico, Hospital Álvaro Cunqueiro, Estrada de Clara Campoamor 341, 36213 Vigo, Pontevedra. Correo electrónico: luis.vazquez.castelo@sergas.es

ARTICULO AVALADO POR LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE RADIOLOGIA MEDICA



## 1. INTRODUCCIÓN.

La estimación de la edad cronológica es un proceso de evaluación complejo, que puede incluir técnicas de imagen que implican exposición a radiaciones ionizantes, mediante el cual las autoridades tratan de valorar la edad para establecer si una persona es adulto o menor de edad, lo que conlleva consecuencias legales[1-3].

## 2. OBJETIVOS.

- 1) Valorar el riesgo de exposición a los diversos métodos radiológicos de estimación de la edad cronológica en general y en la mujer embarazada en particular.
- 2) Revisar la necesidad de consentimiento informado ya que se trata de exposiciones radiológicas de imagen no médica.

1. Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo.

2. Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica, Complejo Hospitalario de Santiago de Compostela. Área de Radiología y Medicina Física, Universidad de Santiago de Compostela.

3. Área de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Santiago de Compostela.

4. Centro de Investigación Biomédica en Red en Epidemiología y Salud Pública, Madrid.

5. Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital San Juan de Dios, Barcelona.

6. Unidad de Antropología Forense, Instituto de Medicina Legal de Galicia, Hospital de Verín, Ourense.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS.

Se realizó una revisión narrativa de la documentación científica relevante dedicada a la estimación forense de la edad cronológica, incluidos los métodos médicos que implican el uso de radiaciones ionizantes, como la radiografía de la mano y muñeca, la ortopantomografía dental y la tomografía computarizada (TC) de clavículas.

Se hizo una búsqueda de la literatura médica a través de PUBMED y Google Académico. Las estrategias de búsqueda incluyeron los términos: *niño, menor, edad cronológica, estimación, radiación y riesgo*. Se valoraron todos los artículos científicos publicados en inglés o castellano, sin limitaciones de tiempo. Se excluyeron las cartas al director, estudios con datos reiterados y estudios no realizados en humanos.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En los últimos años, la estimación forense de la edad cronológica en personas indocumentadas se ha convertido en una prueba pericial frecuente [4]. Los métodos actuales de evaluación de la misma no son exactos y difieren entre los estados de la Unión Europea (EU) [1]. En este sentido, las recomendaciones de la Oficina Europea de Apoyo al Asilo incluyen que: no ha de ser una práctica rutinaria y ha de estar justificada; debe garantizar la protección de los derechos del solicitante de asilo y observarse el interés superior del menor, cuando es identificado como tal y también cuando existen dudas (beneficio de la duda); el proceso de evaluación ha de ser multidisciplinar y holístico valorando no solo el desarrollo físico sino también psicológico y adaptado a las necesidades específicas de la persona como el género y los antecedentes culturales [1].

Niño o menor no acompañado (MENA) se define como toda persona de edad inferior a 18 años que llega al territorio de los estados de la EU+ (incluidos Noruega y Suiza) sin ir acompañado de un adulto responsable del mismo [1]. Como salvaguardia clave para los MENAs, se debe

asignar al presunto menor un tutor o representante, debiéndose garantizar que la evaluación de la edad se realice con el consentimiento informado de ambos, asegurándose de que comprenda el proceso, el objetivo y las consecuencias, así como que esta sea realizada por profesionales independientes, cualificados, con experiencia y familiarizados con sus antecedentes étnicos y culturales [1].

La estimación de la edad cronológica se debe llevar a cabo mediante el método menos intrusivo. En primer lugar, métodos no médicos (valoración adicional de pruebas, entrevista y evaluación psicosocial) seguido de métodos médicos sin radiación (observación dental, evaluación del desarrollo físico, resonancia magnética de muñeca o rodilla) y, finalmente, métodos médicos con radiación que incluyen la radiografía de mano y muñeca, la radiografía dental y la TC de clavículas [1, 5-8]. De estos últimos, la radiografía carpal es el método más utilizado en 23 estados de la UE+, seguido de la ortopantomografía en 19 y de la TC de clavículas en 12 [1].

#### 4.1. RADIACIÓN IONIZANTE.

En los métodos que impliquen el uso de radiación ionizante, esta debe ser tan baja como sea posible (ALARA). El principio ALARA no solo es un principio de seguridad radiológica, sino también un requisito normativo para todos los programas de protección radiológica. La adecuada justificación e indicación de la prueba, la optimización de la técnica, limitar el tiempo y zona de exposición, evitar la duplicidad de estudios, aumentar la distancia a la fuente de radiación y la utilización de blindajes reducirán la dosis de radiación [1, 9].

La radiación total a la que se expone un sujeto se cuantifica mejor con la dosis efectiva (E), que tiene en cuenta la dosis equivalente recibida en todos los órganos irradiados y su sensibilidad a la radiación. Es el mejor indicador aproximado del riesgo estocástico de inducción de cáncer y de efectos genéticos en futuras generaciones siendo esencial para el análisis del riesgo-beneficio. Permite la comparación entre

distintas técnicas que impliquen radiación debiendo usarse para su indicación y justificación. Facilita la comunicación médico-paciente al aportar una estimación de dosis del procedimiento [10-14]. La E en miliSieverts (mSv) de las pruebas de imagen utilizadas para la estimación de la edad cronológica serían: radiografía de muñeca y mano <0,001 mSv, ortopantomografía 0,025 mSv, TC de tórax 1,5-6,1 mSv (esta última podría ser sensiblemente inferior en un estudio optimizado de baja dosis limitado al extremo esternal de las clavículas, reportándose recientemente dosis medias entre 0,1 y 0,79 mSv). Podemos compararlas también con una radiografía de tórax (frontal y lateral) que tiene una E de 0,1 mSv o con la radiación natural de fondo (~3 mSv/año)[12, 15-17].

Se ha utilizado la siguiente clasificación para describir el riesgo adicional de incidencia de cáncer en adultos de 30 a 39 años expuestos a estos rangos de dosis en mSv: despreciable <0,1, mínima o extremadamente baja 0,1-1, muy baja 1-10, baja 10-100, moderada 100 [14]. De tal forma que, la radiografía carpal y la ortopantomografía tendrían una dosis de radiación despreciable y la TC de baja dosis optimizado y limitado al extremo medial de las clavículas tendría una dosis entre despreciable y mínima o extremadamente baja.

#### 4.2. RADIOGRAFÍA CARPAL.

La radiografía carpal (o de muñeca y mano) permite la evaluación conjunta de la forma, tamaño y grado de osificación de los huesos así como el desarrollo y fusión de las fisis (que en promedio se completa a los 17 años en niñas y 18 años en niños) y su cotejo con un atlas radiográfico de imágenes de referencia por sexo y edad como el *Atlas radiográfico de la maduración esquelética de la mano y muñeca* de Greulich y Pyle, o bien con huesos individuales siendo la principal referencia el método de Tanner-Whitehouse aunque no es más preciso y lleva más tiempo [1, 4, 18-21]. Si bien el origen étnico no ejerce una influencia notable en la tasa de osificación carpal, el estado socioeconómico es un factor clave que le afecta: un alto nivel la acelera mientras que uno bajo la

retrasa. En consecuencia, la aplicación de estándares radiográficos a individuos de nivel socioeconómico más bajo conduce a subestimar su edad, circunstancia que se considera aceptable ya que no tendría un efecto adverso en la persona examinada —[1, 22].

#### 4.3. RADIOGRAFÍA DENTAL U ORTOPANTOMOGRAFÍA.

La radiografía dental u ortopantomografía permite valorar el desarrollo esquelético a través de los cambios secuenciales en la erupción y estructura de los dientes. Entre los 16 y 20 años, todos los dientes excepto las muelas del juicio están completamente formados [1]. Los dos métodos principales son el de Gleiser y el de Demirjian, mostrando este último mejor concordancia entre evaluadores y correlación entre edad estimada y real [4, 23, 24]. En comparación con los europeos, los africanos subsaharianos muestran un desarrollo acelerado de la erupción y mineralización de las muelas del juicio y los asiáticos un retraso relativo; por esta razón, deben utilizarse estudios de referencia específicos de cada población para su evaluación [1, 4, 25, 26].

#### 4.4. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA.

La TC permite valorar el grado de osificación de la epífisis medial clavicular que es la última parte que osifica de todo el esqueleto. El desarrollo óseo de mano y muñeca y la mineralización de los terceros molares puede alcanzarse antes de los 18 años en personas con maduración esquelética temprana. Actualmente, la prueba de que se han superado los 18 años solamente es posible con la demostración mediante TC de la presencia de un estadio de osificación clavicular avanzada (3c, 4 o 5) [1, 4].

#### 4.5. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

La Directiva Europea 2013/59/Euratom actualizó el término “exposición medico-legal” a

“exposición de imagen no médica” (que incluye la evaluación radiológica de la edad) y en su artículo 22.3 indica que los estados miembros pueden llevar a cabo prácticas justificadas que acarreen exposición no médica dentro de los límites de dosis fijados para el público —[2, 3]. En España, el Real Decreto 601/2019 de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas indica que toda persona deberá recibir la información adecuada sobre los beneficios y riesgos de la exposición y recoge expresamente que únicamente en exploraciones de radiodiagnóstico que impliquen altas dosis de radiación (término no definido en el Real Decreto), el médico especialista recabará el correspondiente consentimiento informado, que tendrá que ser firmado por el propio sujeto o su representante legal y por el médico que informa. También refleja que, en la exposición médica de una mujer en edad de procrear, si el embarazo no puede excluirse, se prestará especial atención a la justificación y a la optimización de la técnica, especialmente si están implicadas la región abdominal y pélvica, circunstancia que no sucede en la evaluación de la edad[27].

## 5. CONCLUSIONES.

Los métodos de evaluación de la edad cronológica proporcionan una estimación y no es tan importante establecer la edad del solicitante como poder distinguir entre adulto y menor. Se recomienda utilizar la edad más probable y/o edad mínima (la más alta de las mínimas cuando se usan distintos métodos) que facilita que la edad estimada no sea demasiado elevada en relación con la real y prácticamente siempre esté por debajo de esta (beneficio de la duda)[1, 4].

Los métodos de evaluación de la edad deben ser coordinados por el experto responsable e incluyen progresivamente métodos no médicos, médicos sin radiación y con radiación: radiografía carpal, dental y, si el desarrollo esquelético de la mano ha finalizado, TC de clavículas[1, 4].

El riesgo adicional de inducción de cáncer de la radiografía carpal y ortopantomografía sería despreciable y el de un estudio de TC enfocado a las clavículas optimizado de baja dosis sería entre despreciable y mínimo o extremadamente bajo[14-17].

Se ha de recabar el consentimiento informado del solicitante y su tutor para la realización del proceso de evaluación [1]. En mujeres en edad de procrear, si el embarazo no puede excluirse, se prestará especial atención a la justificación y a la optimización de la técnica[27].

**CONFLICTO DE INTERÉS:** Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

1. OFICINA EUROPEA DE APOYO AL ASILO. Guía práctica de la EASO sobre evaluación de la edad, Segunda edición, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2019, pp. 128. DOI: 10.2847/190492
2. E. S. o. R. c. m. org. Summary of the European Directive 2013/59/Euratom: essentials for health professionals in radiology. Insights into imaging 2015;6:411-7.
3. European Council Directive 2013/59/Euratom on basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom. OJ of the EU. L13; 2014,57: 173.
4. SCHMELING A. Forensic age assessment. Revista Española de Medicina Legal 2019;45(4):163-9.
5. DEDOUIT F, AURIOL J, ROUSSEAU H, ROUGÉ D, CRUBÉZY E, TELMON N. Age assessment by magnetic resonance imaging of the knee: a preliminary study. Forensic science international 2012;217(1-3):232-e1.
6. DVORAK J, GEORGE J, JUNGE A, HODLER J. Age determination by magnetic resonance imaging of the wrist in adolescent male football players. British journal of sports medicine 2007;41(1):45-52.
7. TSCHOLL P, JUNGE A, DVORAK J, ZUBLER V. MRI of the wrist is not recommended for age determination in female football players of U 16/U 17 competitions. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2016;26(3):324-8.

8. GEORGE J, NAGENDRAN J, AZMI K. Comparison study of growth plate fusion using MRI versus plain radiographs as used in age determination for exclusion of overaged football players. *British journal of sports medicine* 2012;46(4):273-8.
9. YEUNG A. The 'As Low as Reasonably Achievable'(ALARA) principle: a brief historical overview and a bibliometric analysis of the most cited publications. *Radioprotection* 2019;54(2):103-9.
10. HUDA W. Assessment of the problem: pediatric doses in screen-film and digital radiography. *Pediatr Radiol.* 2004;3(3):173-82; discussion S234-41.
11. SUESS C, CHEN X. Dose optimization in pediatric CT: current technology and future innovations. *Pediatr Radiol.* 2002;32(10):729-34.
12. BONGARTZ G et al. European guidelines for multislice computed tomography. European Commission; Contract number FIGM-CT2000-20078-CT-TIP, 2004.
13. TACK D , GEVENOIS PA. Radiation dose from adult and pediatric multidetector computed tomography. Springer Verlag, 2007.
14. MARTIN C. Effective dose in medicine. *Annals of the ICRP* 2020;49(1):126-40.
15. RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA, AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY. Radiation dose . Disponible en <https://www.radiologyinfo.org/en/info/safety-xray>, revisado Feb-1-2021.
16. GASSENMAIER S, SCHAEFER JF, NIKOLAOU K, ESSER M, TSIFLIKAS I. Forensic age estimation in living adolescents with CT imaging of the clavicular impact of low-dose scanning on readers confidence. *European Radiology* 2020;30(12):6645-52.
17. TOZAKIDOU M et al. CT of the medial clavicular epiphysis for forensic age estimation: hands up? *International Journal of Legal Medicine* 2021;135(4):1581-7.
18. GREULICH WW, PYLE SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2d ed. Stanford, Calif.; Stanford Univ. Press, 1959, pp. xvi, 256 p.
19. TANNER JM, OSHMAN D, LINDGREN G, GRUNBAUM JA, ELOUKI R, LABARTHE D. Reliability and validity of computer-assisted estimates of Tanner-Whitehouse skeletal maturity (CASAS): comparison with the manual method. *Hormone Research in Paediatrics* 1994;42(6):288-94.
20. FRISCH H, RIEDL S, WALDHOR T. Computer-aided estimation of skeletal age and comparison with bone age evaluations by the method of Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse. *Pediatric radiology* 1996;26(3):226-31.
21. GERTYCH A, ZHANG A, SAYRE J, POSPIECH-KURKOWSKA S, HUANG H. Bone age assessment of children using a digital hand atlas. *Computerized medical imaging and graphics* 2007;31(4-5):322-31.
22. SCHMELING A, GARAMENDI PM, PRIETO JL, LANDA MI. Forensic age estimation in unaccompanied minors and young living adults. Forensic medicine from old problems to new challenges. In *Tech, Rijeka* 2011;77-120.
23. GLEISER I, HUNT EE. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol.* 1955;13(2):253-83.
24. DEMIRJIAN A, GOLDSTEIN H, TANNER JM. A new system of dental age assessment. *Human biology* 1973:211-27.
25. OLZE A et al. Comparative study on the effect of ethnicity on wisdom tooth eruption. *International journal of legal medicine* 2007;121(6):445-8.
26. OLZE A et al. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *International Journal of Legal Medicine* 2004;118(3):170-3.
27. Gobierno de España. REAL DECRETO 601/2019, de 18 de octubre, sobre justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas. BOE 2019, vol. BOE-A-2019-15604, pp. 1-18.