



Propuesta para la subclasificación del estadio 2 (Schmeling y col) en tomografías computarizadas de las epífisis proximales de las clavículas.

PROPOSAL FOR STAGE 2 SUBCLASSIFICATION (SCHMELING ET AL) IN COMPUTED TOMOGRAPHY SCANS OF THE PROXIMAL EPIPHYSES OF THE CLAVICLES

Rodes Lloret F^{1,2}, Galiana Vila P^{1,2}, Alegre Requena A¹, Isabel Pérez Campello G¹, Gavilán Turiño E³

1 Médico/a forense del IMLCF de Alicante

2 Profesor/a asociado/a de la Universidad de Alicante

3 MIR de medicina legal y forense. Unidad docente del IMLCF de Alicante

RESUMEN: La estimación médico forense de la edad es una actividad pericial frecuente en los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Se propone en el presente trabajo un método para la subclasificación del estadio 2 Kellinghaus y col en las tomografías computarizadas de las epífisis proximales de las clavículas. Se visualiza la tomografía computarizada en axial y coronal y si se confirma un estadio 2 de Schmeling y col se obtiene la imagen volumétrica. A continuación, se gira la imagen hasta que se aprecia claramente la epífisis proximal de la clavícula, se captura y se archiva en formato PDF. Sobre este fichero PDF se utiliza la "herramienta área", se traza con el ratón el área de la epífisis y de la copa metafisaria y se obtiene el resultado de ambas en mm². Con las medidas resultantes se puede calcular el porcentaje de la superficie de la copa metafisaria que está cubierta por la epífisis para de esta forma establecer un subestadio de Kellinghaus y col: 2a (hasta un tercio), 2b (hasta dos tercios) o 2c (más de dos tercios).

PALABRAS CLAVE: ESTIMACIÓN MÉDICO FORENSE DE LA EDAD, TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA, CLAVÍCULA.

ABSTRACT: Forensic age estimation is a frequent expert activity in the Institutes of Legal Medicine and Forensic Sciences. In this work, a method is proposed for the subclassification of stage 2 Kellinghaus et al in computed tomography scans of the proximal epiphyses of the clavicles. The computed tomography is viewed axially and coronally and if stage 2 of Schmeling et al is confirmed, the volumetric image is obtained. The image is then rotated until the proximal epiphysis of clavicle is clearly visible, it is captured and archived in PDF format. On this PDF file, the "area tool" is used, the area of the epiphysis and the metaphyseal cup is drawn with the mouse and the result of both is obtained in square millimeters. With the resulting measurements, the percentage of the surface of the metaphyseal cup that is covered by the epiphysis can be calculated in order to establish a substage according to Kellinghaus et al: 2a (up to one third), 2b (up to two thirds) or 2c (more than two thirds).

KEY WORDS: FORENSIC AGE ESTIMATION, COMPUTED TOMOGRAPHY, CLAVICLE.

CONTACTO: Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Alicante, Palacio de Justicia de Benalúa, Avda Aguilera nº 53, 03007 Alicante España. rodes_fer@gva.es

1. INTRODUCCIÓN.

La estimación de la edad es una práctica médico forense cada vez más frecuente en los Institutos de Medicina Legal y Ciencias Forenses (IMLCF) en aquellos individuos que no poseen documentos válidos que recojan sus fechas de nacimiento (1).

En nuestro IMLCF de Alicante, siguiendo las recomendaciones internacionales (2,3) tras la inicial y única entrevista con el correspondiente examen físico se realiza una radiografía de mano y muñeca y una ortopantomografía (OPG). Si alguna prueba arroja resultados de no finalización del proceso de maduración, se le considera menor de 18 años y se informa aplicando el concepto de "edad mínima"

(4). En el caso contrario se realiza una tomografía computarizada (TC) de las epífisis proximales de las clavículas (EPC) en proyecciones axial y coronal analizando también las imágenes en una reconstrucción volumétrica (5).

La TC presenta numerosas ventajas frente a la radiología convencional al evitar la superposición radiológica de estructuras como costillas, vértebras y sombras mediastínicas (1,6). Por lo tanto, de los métodos de imagen actualmente disponibles para determinar la etapa de osificación de la epífisis clavicular medial la TC de corte fino es el de elección (7,8), recomendándose un grosor de corte no superior a 1 mm para garantizar un máximo de precisión y fiabilidad (9,10).

La osificación y fusión de la EPC se evalúa de acuerdo con el sistema de clasificación de cinco estadios de Schmeling y col (11):

- 1: ausencia de epífisis en la copa metafisaria
- 2: presencia de epífisis no fusionada
- 3: epífisis parcialmente fusionada a la metáfisis
- 4: fusión completa con persistencia de cicatriz epifisaria
- 5: fusión completa sin cicatriz epifisaria

Por su parte, Kellinghaus y col (12) establecen para los estadios 2 y 3 tres sub-estadios: a, b y c que Garamendi y col (13) recogen en su trabajo de la siguiente forma:

- 2a: la epífisis cubre hasta un tercio de la superficie de la

copa metafisaria

- 2b: la epífisis cubre hasta dos tercios de la superficie de la copa metafisaria

- 2c: la epífisis cubre más de dos tercios de la superficie de la copa metafisaria

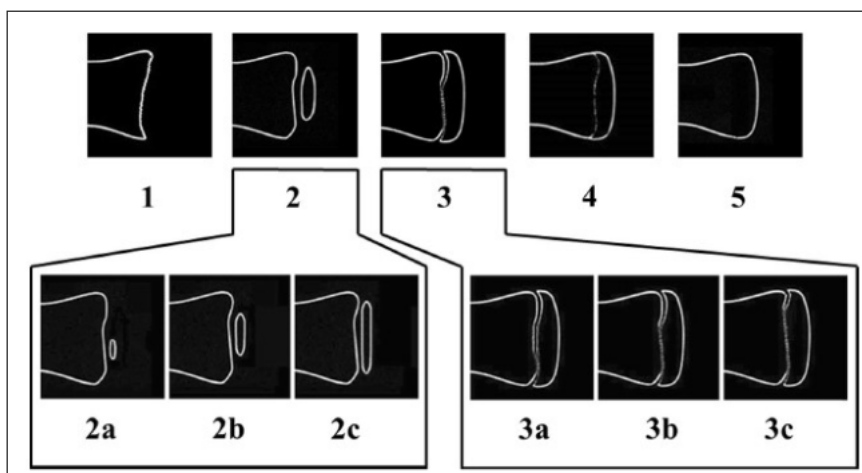
- 3a: la epífisis se halla fusionada con la metáfisis hasta en un tercio de su superficie

- 3b: la epífisis se halla fusionada con la metáfisis hasta en dos tercios de su superficie

- 3c: la epífisis se halla fusionada con la metáfisis en más de dos tercios de su superficie

La imagen 1¹ recoge estos estadios y subestadios.

Imagen 1. Estadios y subestadios de fusión epífiso-metáfisaria



2. PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA SUBCLASIFICACIÓN DEL ESTADIO 2 DE SCHMELING Y COL EN LA TC DE LAS EPC

Utilizamos el programa *Invesalius* ® versión 3.1 obteniendo imágenes volumétricas de ambas EPC.

La metodología seguida en nuestro grupo de trabajo es la siguiente:

- 1º. Se visualiza la TC en axial y coronal
- 2º. Si se trata de un estadio 2 se obtiene la imagen volumétrica

- 3º. Se gira la imagen hasta que se aprecia claramente la EPC

- 4º. Se captura y se archiva en formato PDF (nosotros utilizamos el programa Adobe Acrobat Reader DC ® versión 2020.012.20048)

- 5º. Sobre este fichero PDF se siguen los siguientes pasos: Herramientas - medir-herramienta medir- en tipos de medida seleccionar "herramienta área"

- 6º. Se traza con el ratón el área de la epífisis y de la copa metafisaria, el programa ofrece el resultado en mm²

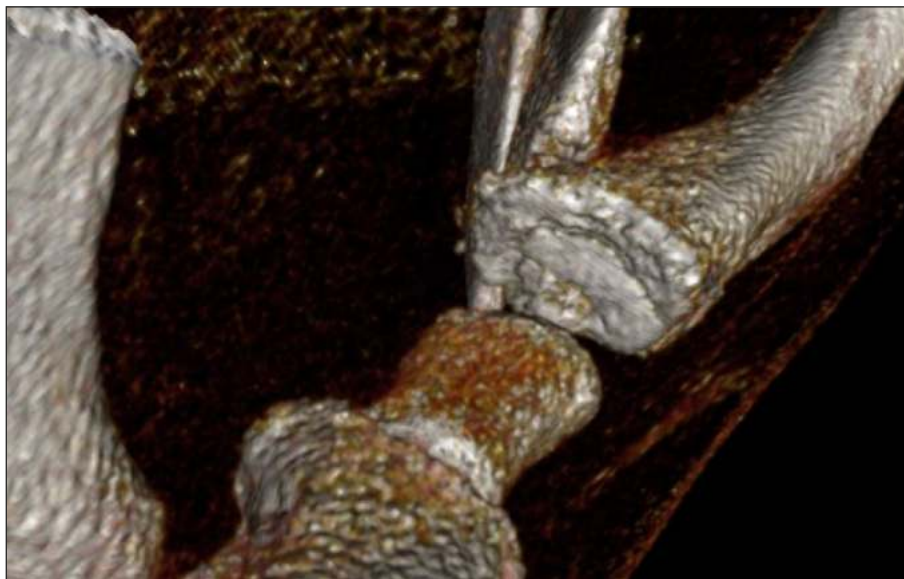
1 Obtenida de Wittschieber D, Schulz R, Vieth V, Kuppers M, Bajanowski T, Ramsthaler F, Puschel K, Pfeiffer H, Schmidt S, Schmeling A. The value of sub-stages and thin slices for the assessment of the medial clavicular epiphysis: a prospective multicenter CT study. *Forensic Sci Med Pathol*. 2014;10:163-169.

7°. Con las medidas de las dos áreas ya se puede calcular el porcentaje de la superficie de la copa metafisaria que está cubierta por la epífisis para de esta forma establecer un subestadio de Kellinghaus y col (12): 2a (hasta un tercio), 2b (hasta dos tercios) o 2c (más de dos tercios)

2.1. EPC izquierda (Imágenes 2 y 3)

La imagen 2 muestra la EPC izquierda que se ha valorado previamente mediante TC en axial y coronal y se ha confirmado el estadio 2 de Schmeling, al no haber fusión de la epífisis.

Imagen 2. EPC izquierda



La imagen 3 muestra el trazado de ambas áreas: epífisis: 369 mm², copa metafisaria: 779 mm². El porcentaje de epífisis que cubre la copa metafisaria es del 47.4%, por lo

que le corresponde un subestadio 2b (la epífisis cubre hasta dos tercios de la superficie de la copa metafisaria).

Imagen 3. EPC izquierda con medición de áreas de epífisis y metáfisis



2.2. EPC derecha (Figuras 4 y 5)

inicialmente mediante TC en axial y coronal confirmándose el estadio 2 de Schmeling, al no haber fusión de la epífisis.

La imagen 4 muestra la EPC derecha que se ha valorado

Imagen 4. EPC derecha



La imagen 5 muestra el trazado de ambas áreas: epífisis: 209 mm², copa metafisaria: 515 mm². El porcentaje de epífisis que cubre la copa metafisaria es del 40.6%, por lo

que le corresponde también un subestadio 2b (la epífisis cubre hasta dos tercios de la superficie de la copa metafisaria).

Imagen 5. EPC derecha con medición de áreas de epífisis y metafisis



3. CONCLUSIONES

La valoración de los estadios 2 y 3 de Schmeling en la TC axial y coronal en ocasiones resulta complicada por la irregularidad de las epífisis.

En aquellos casos en los que la TC axial y coronal confirman el estadio 2, creemos que puede ser útil el método que proponemos para la subclasificación de Kellinghaus y col (12) en la TC de las EPC por lo sencillo y rápido de aplicar.

4. BIBLIOGRAFÍA.

1. KREITNER KF, SCHWEDEN FJ, RIEPERT T, NAFE B, THELEN M. Bone age determination based on the study of the medial extremity of the clavicle. *Eur. Radiol.* 1998;8: 1116-1122.
2. SCHMELING A, GRUNDMANN C, FUHRMANN A et al. Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Legal Med.* 2008;122:457-460.
3. SCHMELING A, GRUNDMANN C, FUHRMANN A, KAATSCH HJ, KNELL B, RAMSTHALER F, REISINGER W, RIEPERT T, RITZ-TIMME S, RÖSING FW, RÖTZSCHER K, GESERICK G. Criteria for age estimation in living individuals. *Int J Legal Med.* 2008;122:457-460.
4. SCHMELING A, DETTMAYER R, RUDOLF E, VIETH V, GESERICK G: Forensic age estimation—methods, certainty, and the law. *DtschArztebl Int.* 2016; 113:44-50.
5. RODES F et al. *Gac. int. cienc. Forense.* 2024;51: 18-41. Disponible en : https://www.uv.es/gicf/4A2_Rodes_GICF_51.pdf.
6. BUCKLEY MB, CLARK KR. Forensic age estimation using the medial clavicular epiphysis: a study review. *Radiologic technology.* 2017;88(5): 482-498.
7. WITTSCHIEBER D, OTTOW C, VIETH V, et al.: Projection radiography of the clavicle: still recommendable for forensic age diagnostics in living individuals? *Int J Legal Med.* 2015; 129: 187-193.
8. SCHMELING A, SCHMIDT S, SCHULZ R, WITTSCHIEBER D, RUDOLF E: Studienlage zum zeitlichen Verlauf der Schlüsselbeinossifikation. *Rechtsmedizin.* 2014; 24: 467-474.
9. MÜHLER M, SCHULZ R, SCHMIDT S, SCHMELING A, REISINGER W. The influence of slice thickness on assessment of clavicle ossification in forensic age diagnostics. *Int J Legal Med.* 2006;120:15-17.
10. WITTSCHIEBER D, SCHULZ R, PFEIFFER H, SCHMELING A, SCHMIDT S. Systematic procedure for identifying the five main ossification stages of the medial clavicular epiphysis using computed tomography: a practical proposal for forensic age diagnostics. *Int J Legal Med.* 2017;131:217-224.
11. SCHMELING A, SCHULZ R, REISINGER W, MÜHLER M, WERNECKE KD, GESERICK G. Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *Int J Legal Med.* 2004;118:5-8.
12. KELLINGHAUS M, SCHULZ R, VIETH V, SCHMIDT S, PFEIFFER H, SCHMELING A. Enhanced possibilities to make statements on the ossification status of the medial clavicular epiphysis using an amplified staging scheme in evaluating thin-slice CT scans. *Int J Legal Med.* 2010;124:321-325.
13. GARAMENDI-GONZÁLEZ PM, RODES-LLORET F, CAMACHO-SANTOS R, NÚÑEZ-HERNÁNDEZ S, ORDÓÑEZ DE HARO AB. Estimación forense de la edad basada en el estudio de la epífisis proximal de la clavícula. Actualización y factores de interferencia. *Cuad Med Forense.* 2023; 26(2): 101-115. DOI: 10.59457/cmef.2023.26.02.org04.