

## Patrones radiológicos normales del calcáneo en niños

### Calcaneus Normal Radiological Patterns in Children

### Aspects radiologiques normaux du calcanéum chez l'enfant

Enrique Vergara Amador, Lina M. Erazo Acosta, Luz Ángela Moreno Gómez

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

---

#### RESUMEN

**Introducción:** en niños es frecuente el dolor en el talón luego de caminar, siendo necesario tener una radiografía convencional. No encontramos en la literatura revisada una descripción del desarrollo radiológico del calcáneo en niños. Frecuentemente se asocia la hiperdensidad y fragmentación de la apófisis posterior con la enfermedad de Sever, sin embargo, estas características se han descrito en niños asintomáticos.

**Objetivo:** describir las características radiológicas del calcáneo en niños, según grupos etarios y especificar aquellas que se relacionan con el desarrollo del núcleo de osificación de la apófisis.

**Método:** estudio observacional descriptivo tipo corte transversal. Población: radiografías de niños entre 5 a 15 años de edad. Se realizó una descripción radiológica y diferentes medidas para comparar entre los subgrupos.

**Resultados:** se obtuvieron 148 radiografías, solo se identificó 1 núcleo de osificación de la apófisis posterior. El proceso de osificación y fusión fue más temprano en niñas que en niños en aproximadamente 2 años, con inicio entre 6 a 8 años y terminación entre 13 a 15 años. El patrón de osificación inició en la mitad inferior del calcáneo y continuó hacia la parte superior. En 26 % de las radiografías se observaron hendiduras y la hiperdensidad fue una característica común en el 89 % de estas.

**Conclusiones:** se describen las características radiológicas normales del calcáneo en niños y la osificación del núcleo de la apófisis posterior, estableciendo diferencias por edad y sexo. El aumento de su densidad y la presencia de hendiduras son características normales y no indican enfermedad.

**Palabras clave:** calcáneo; osteocondrosis; huesos del pie.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** In children, heel pain is frequent after walking, requiring conventional radiograph. The reviewed literature did not provide a description of calcaneus radiological development in children. Hyperdensity and fragmentation of the posterior apophysis are frequently associated with Sever's disease; however, these characteristics have been described in asymptomatic children.

**Objective:** Describe the calcaneus radiological characteristics in children, according to age groups and specify those related to the development of the apophysis ossification nucleus.

**Method:** A descriptive observational cross-sectional study was conducted. Population: X-rays of children between 5 and 15 years of age. A radiological description and different measures were performed to compare the subgroups.

**Results:** 148 radiographs were obtained, only one posterior apophysis ossification nucleus was identified. The ossification and fusion process was earlier in girls than in boys in approximately 2 years, starting between 6 and 8 years and ending between 13 and 15 years. The ossification pattern started in the calcaneus lower half and continued toward the top. Slots were observed in 26% of the radiographs and hyperdensity was a common feature in 89%.

**Conclusions:** The calcaneus normal radiological characteristics in children and ossification of the nucleus of the posterior apophysis are described, establishing differences by age and sex. Increased density and the presence of clefts are normal features and do not indicate disease.

**Keywords:** calcaneus; osteochondrosis; foot bones.

---

## RÉSUMÉ

**Introduction:** Les enfants se plaignent souvent d'une douleur au talon après la marche, ce qui demande une radiographie conventionnelle. Dans la révision de la littérature, aucune description radiologique du développement du calcanéum chez l'enfant n'a été trouvée. L'hyperdensité et la fragmentation de l'apophyse postérieure du calcanéum sont souvent associées à la maladie de Sever, mais ces caractéristiques sont aussi décrites chez l'enfant asymptomatique.

**Objectif:** Décrire les caractéristiques radiologiques du calcanéum chez l'enfant selon tranches d'âge et définir celles qui sont associées au développement du noyau d'ossification de l'apophyse.

**Méthode:** Étude observationnelle et descriptive type transversal. Population: Enfants âgés de 5 à 15 ans. Une description radiographique et plusieurs mesures ont été réalisées afin de comparer les sous-groupes.

**Résultats:** Sur 148 clichés radiographiques, un seul noyau d'ossification de l'apophyse postérieure a été identifié. D'une durée de 2 ans environ, le processus d'ossification et fusion s'est déclenché plus précocement chez les filles que chez les garçons, avec un début à l'âge de 6 à 8 ans et une fin à l'âge de 13 à 15 ans. L'ossification a débuté au niveau de la partie moyenne inférieure du calcanéum, et

---

s'est étendue vers la partie supérieure. On a trouvé des fissures dans 26% des clichés radiographiques, et l'hyperdensité a été fréquente dans 89% des cas.

**Conclusions:** On a réalisé une description des caractéristiques radiologiques normales du calcaneum et de l'ossification du noyau de l'apophyse postérieure chez l'enfant, déterminant les différences par âge et sexe. L'augmentation de la densité et la présence de fissures sont des caractéristiques normales et n'indiquent pas de maladie.

**Mots-clés:** calcaneum; ostéochondrose; os du pied.

---

## INTRODUCCIÓN

Aunque el dolor en los pies es menos común en la población infantil que en adultos, quejas de dolor o cansancio en el niño después de caminar son motivos de consulta frecuentes. Entre las causas de dolor en el talón en niños se encuentran los procesos infecciosos, tumorales, traumáticos y la enfermedad de Sever, también llamada apofisititis del calcáneo.<sup>1</sup> Fue descrita inicialmente por J. W. Sever en 1912, como una inflamación de la apófisis del calcáneo presente entre los 8-14 años,<sup>2</sup> actualmente es considerada como un proceso por sobreuso.<sup>3-6</sup> El dolor se presenta de forma aguda sobre la parte posterior y plantar del talón, por lo general, secundario a actividad física intensa. En la radiografía simple, inicialmente se consideraron la hiperdensidad de la apófisis posterior y su fragmentación como hallazgos propios de esta afección,<sup>5</sup> sin embargo en nuestros días el rol de la radiografía se ha puesto en duda<sup>7</sup> para su diagnóstico pues estas características radiológicas no son únicas para la enfermedad, y se encuentran también en niños asintomáticos.<sup>6</sup>

Lo anterior pone de manifiesto el limitado conocimiento que tenemos de la información que se puede obtener de la radiografía simple del calcáneo en la población pediátrica. Como características radiológicas mencionadas en la literatura, se considera que en el primer año, la forma rectangular del calcáneo comienza a alargarse hasta los primeros 3 años y aparece una irregularidad en su cara posterior que más tarde formará parte de la articulación subtalar.<sup>8</sup> Aunque hay estudios que buscan comparar características del calcáneo en diversas enfermedades,<sup>9,10</sup> no hay descripciones precisas de seguimiento radiológico en su proceso de osificación.

El objetivo de este estudio es describir las características radiológicas del calcáneo en el esqueleto inmaduro, según grupos etarios, en una población determinada y detallar aquellas que se relacionan con el desarrollo del núcleo de osificación de la apófisis posterior.

## MÉTODOS

Estudio observacional descriptivo tipo corte transversal cuya población fueron radiografías simples de niños de 5 a 15 años, organizados por edad y sexo, que se tomaron de la base de datos de imágenes diagnósticas del hospital pediátrico de cuarto nivel Fundación Hospital de la Misericordia, entre los años 2012 y 2015. Las radiografías se realizaron con un equipo de rayos X Siemens Polymat Multix.

*Criterios de inclusión:*

- Imágenes radiológicas de pie, tobillo o pierna en proyección lateral, con exposición completa del calcáneo.

*Criterios de exclusión:*

- Trauma o antecedente de trauma en el retropié, deformidades congénitas o adquiridas de los pies, antecedentes de infección o heridas alrededor del calcáneo, enfermedades neurológicas con compromiso neuromuscular y enfermedades metabólicas, datos extraídos de la historia clínica.

Se realizó una descripción de las características radiológicas y la toma de diferentes medidas para comparar entre los subgrupos de estudio. Para identificar el centro del calcáneo se tuvo en cuenta el patrón esférico de su parte posterior, a partir de los círculos concéntricos de Mose, que fueron punto de referencia para algunas medidas.

Las variables analizadas fueron: edad, género, lateralidad, presencia o ausencia de núcleo de osificación de la apófisis posterior y la ubicación del centro del calcáneo en relación con el borde posterior del astrágalo.

### **Características del núcleo de osificación**

- *Esbozos*, cuando aparecen pequeñas imágenes en la radiografía que no pueden identificarse precisamente como uno o varios núcleos por su tamaño;
- *Incipiente*, cuando un núcleo es visible pero menor de 1,5 mm de ancho;
- *Único*, cuando hay un solo núcleo, mayor de 1,5 mm;
- *Múltiple*, cuando hay más de un núcleo y
- *Fragmentado* cuando se observan hendiduras que parecen dividir el núcleo (Fig. 1).

El borde del calcáneo (borde posterior en contacto con el núcleo de osificación) se considera:

- *Liso*, cuando no se visualizan irregularidades,
- *Aserrado*, cuando se encuentra irregular; puede ser superior, medio, inferior o en toda su extensión (Fig. 1).



**Fig. 1. A.** Esbozos del núcleo de osificación sobre el borde posterior del calcáneo que se encuentra aserrado. **B.** Osificación incipiente de la apófisis posterior.

La densidad (radiolucidez del núcleo de osificación con respecto al resto del calcáneo) puede ser mayor, igual o menor.

**VARIABLES CUANTITATIVAS (Fig. 2):**

- *Ángulo de Bohler:* ángulo formado entre la tuberosidad y la articulación subtalar. Se traza una línea desde el punto más alto de la tuberosidad del calcáneo hasta el aspecto superior de la articulación subtalar, y otra desde este punto hasta el borde superior del proceso anterior.

- *Ángulo de Gissane o ángulo crítico:* es el ángulo formado por la parte inferior de la faceta articular posterior y la línea que va desde el surco del calcáneo hasta el vértice de la apófisis anterior.

- *Ángulo del calcáneo:* es el ángulo que se forma en la superficie inferior del calcáneo.

- *Ángulo de la apófisis:* es el ángulo formado desde el centro del cuerpo del calcáneo a los extremos de la apófisis posterior.

- *Ancho de la apófisis:* medida en milímetros en el segmento más ancho del núcleo de osificación de la apófisis posterior.

- *Ángulo posterior del calcáneo:* teniendo en cuenta el centro del cuerpo del calcáneo, es el ángulo medido entre los extremos del borde posterior de este, sin considerar la apófisis.



**Fig. 2.** Variables cuantitativas. 1. Ángulo de Gissane (rojo). 2. Ángulo de Bohler (negro). 3. Ángulo del borde (naranja). 4. Ángulo de la apófisis (azul). 5. Ángulo del calcáneo (verde). 6. Centro del calcáneo.

El estudio se realizó con las normas éticas que tienen su principio en la declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética del hospital sede del trabajo. Al ser un estudio basado en archivo de imágenes e historias clínicas, sin intervención sobre pacientes no requirió de consentimiento informado.

## RESULTADOS

Se obtuvieron 148 radiografías entre los 5 a 15 años de edad, 76 masculinos y 72 femeninos. Por cada grupo etario se recogieron 14 radiografías, excepto de los 5 y 7 años, que se obtuvieron 12 y 10 radiografías respectivamente. Del total de imágenes 73 fueron de calcáneo izquierdo y 75 del derecho. En todos los casos se identificó el centro del cuerpo del calcáneo sobre el eje del borde posterior del astrágalo o ligeramente posterior.

A los 5 años de edad ningún individuo tenía núcleo de osificación. El inicio de la osificación de la apófisis posterior en las niñas fue a los 6 años mientras que en los niños fue evidente a los 8 años.

Desde los 10 años de edad el núcleo de osificación de la apófisis está presente en todas las imágenes. No había fusión del núcleo de osificación en menores de 11 años en ninguno de los casos. En el grupo de 12 años, el 85,7 % de las niñas y el 57 % de los niños, el núcleo de osificación tenía un tamaño superior al 90 %, en las niñas se encontraba fusionado en el 71 % de los casos y sin evidencia de fusión en alguno de los niños. A los 13 años el 100 % de las niñas presentó fusión completa del núcleo de osificación, mientras que en los niños se presentó a los 15 años ([Fig. 3](#)).



**Fig. 3.** Imagen del núcleo de osificación a la edad de 13 años. A. Niño con núcleo de osificación no fusionado. B. Niña con fusión completa.

El núcleo de osificación de la apófisis en todos los casos inició su osificación desde la mitad inferior del borde del calcáneo. El ancho de este fue de 5 mm en promedio. Todos los casos tenían un solo núcleo de osificación pero en 30 (26 %) había presencia de hendiduras, entre 1 y 3 por núcleo, presentes desde los 8 años (Fig. 4).



**Fig. 4.** Hendiduras del núcleo de osificación de la apófisis posterior del calcáneo. A. Presencia de una hendidura. B. Dos hendiduras.

Se observó irregularidad en el borde del calcáneo en 55 % de los casos, predominantemente en el borde superior, esta fue mayor en el grupo de 9 años (93 %), y desapareció completamente en el grupo de 15 años. La irregularidad antecedió a la aparición del núcleo de osificación y desaparece a medida que este se fusiona (Fig. 5).



**Fig. 5.** Borde superior aserrado del calcáneo señalado por la flecha.

De los 114 individuos con presencia de núcleo de osificación, en 102 de ellos (89 %) la densidad de este era mayor que el resto del calcáneo y en 10 casos (9 %) igual. En los 2 casos restantes no fue posible observar con claridad esta característica, dado que solo había esbozos de este.

El promedio del ángulo de Bohler fue de  $38^{\circ}$  (22-56  $^{\circ}$ ); el de Gissane  $106^{\circ}$  (62 a  $137^{\circ}$ ); el del calcáneo  $141^{\circ}$  (96 a  $162^{\circ}$ ). El ángulo de la apófisis aumentó progresivamente con la edad.

## DISCUSIÓN

Como acercamiento inicial ante la queja de dolor de talón en niños es indispensable una historia clínica completa y un examen minucioso, sin embargo dado que esto puede llevar a un diagnóstico dudoso, las imágenes radiológicas nos pueden ayudar a aclarar la etiología del dolor. Sin embargo, actualmente no existen parámetros claros de los hallazgos en una radiografía simple del calcáneo normal en la población pediátrica.

El calcáneo es el primer hueso del tarso en osificarse. Se considera que al nacimiento es una estructura principalmente cartilaginosa, cuyo centro primario de osificación se encuentra en el cuerpo con uno o dos núcleos de crecimiento,<sup>11</sup> que aparecen entre el quinto y sexto mes de vida fetal;<sup>12</sup> presenta, además, un núcleo (o varios) de osificación secundaria sobre la apófisis posterior que aparece hacia los 9 años y termina de fusionarse hacia los 16 años.<sup>8</sup> En este estudio se encontró que a los 5 años de edad el calcáneo ya presenta osificación completa del cuerpo y su crecimiento puede seguirse teniendo en cuenta un patrón esférico, con un centro que se localiza sobre o ligeramente posterior al borde posterior del astrágalo, patrón que continúa

durante el proceso de desarrollo. Se identificó solo un núcleo de osificación de la apófisis posterior y el proceso de osificación y fusión fue más temprano en las niñas, en aproximadamente 2 años, respecto a los niños, con un rango de inicio de 6 a 8 años y finalización de 13 a 15 años. Se observó además que el patrón de osificación inició en la mitad inferior del calcáneo y continuó su desarrollo hacia la mitad superior, el cual terminó primero en la parte plantar y finalmente en la parte superior,<sup>13</sup> antecedido por irregularidad en el borde posterior<sup>3,14</sup> la cual desaparece a medida que se fusiona. Esta irregularidad del borde posterior del calcáneo durante la osificación de la apófisis se considera expresión del anclaje del cartílago fisiario al hueso, que puede ser un mecanismo de protección a lesiones por tracción de ésta, dada la carga y el estrés a los que es sometida durante la marcha.<sup>15</sup>

En las descripciones del calcáneo halladas en la literatura se refiere que puede encontrarse fragmentación en la apófisis e hiperdensidad<sup>16,17</sup> en edades cercanas al cierre completo de esta.<sup>18</sup> En el presente trabajo, de 114 imágenes con presencia de núcleo de osificación, 26 % presentaron hendiduras en el núcleo sin una correlación directa con la edad ni el sexo. Igualmente la hiperdensidad fue una característica común en el 89 % de la muestra e isodensidad en 9 %; esta última característica se observó en niños en los que el núcleo era incipiente o pequeño.

La mayor densidad del núcleo de osificación y las hendiduras fueron características normales encontradas en nuestra población.

Las variaciones de los ángulos de Bohler, Gissane y del calcáneo no se relacionaron con la edad ni el género de los individuos, pero el ángulo de la apófisis aumentó directamente proporcional a la edad.

La limitación principal del estudio fue que al ser retrospectivo, la técnica no fue estandarizada para la toma de las imágenes, lo que podría alterar algunas mediciones.

## **CONCLUSIONES**

La radiografía simple continúa siendo un elemento de gran utilidad para el estudio de las afecciones musculoesqueléticas en niños; en este estudio se describen características de la anatomía radiológica normal del calcáneo y la osificación del núcleo secundario de la apófisis posterior, estableciendo diferencias por edad y sexo, que junto con las mediciones cuantitativas dan un conocimiento más detallado de esta estructura en la población pediátrica, para facilitar el reconocimiento de sus alteraciones. De acuerdo a lo encontrado en esta investigación el aumento de la densidad del núcleo de osificación y sus hendiduras son características normales y no indican enfermedad.

Los resultados obtenidos sirven como referente para posteriores estudios que busquen describir patrones anormales que comprometan el calcáneo como en la enfermedad de Sever o fracturas de calcáneo en una población pediátrica.

## **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización del estudio. No se contó con financiación.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wiegerinck JI, Zwiers R, Sierevelt IN, van Weert HC, van Dijk CN, Struijs PA. Treatment of Calcaneal Apophysitis: Wait and See Versus Orthotic Device Versus Physical Therapy: A Pragmatic Therapeutic Randomized Clinical Trial. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(2):152-7.
2. Chiodo WA, Cook KD. Pediatric heel pain. *Clin Podiatr Med Surg*. 2010;27(3):355-67. Epub 2010/08/10.3.
3. Ogden JA, Ganey TM, Hill JD, Jaakkola JI. Sever's Injury: A Stress Fracture of the Immature Calcaneal Metaphysis. *J Pediatr Orthop*. 2004;24(5):488-92.
4. Aiyer A, Hennrikus W. Foot pain in the child and adolescent. *Pediatr Clin North Am*. 2014;61(6):1185-205.
5. Kose O, Celiktas M, Yigit S, Kisin B. Can we make a diagnosis with radiographic examination alone in calcaneal apophysitis (Sever's disease)? *J Pediatr Orthop B*. 2010;19(5):396-8.
6. Gillespie H. Osteochondroses and apophyseal injuries of the foot in the young athlete. *Curr Sports Med Rep*. 2010;9(5):265-8.
7. Rachel JN, Williams JB, Sawyer JR, Warner WC, Kelly DM. Is Radiographic Evaluation Necessary in Children With a Clinical Diagnosis of Calcaneal Apophysitis (Sever Disease)? *J Pediatr Orthop*. 2011;31(5):548-50.
8. Ishikawa SN. Conditions of the calcaneus in skeletally immature patients. *Foot Ankle Clin*. 2005;10(3):503-13.
9. Kleiger B, Mankin HJ. A Roentgenographic Study of the Development of the Calcaneus by Means of the Posterior Tangential View. *J Bone Joint Surg Am*. 1961;43(7):961-9.
10. Harty MP. Imaging of pediatric foot disorders. *Radiol Clin North Am*. 2001;39(4):733-48.
11. Slovis TL, Caffey J. *Caffey's Pediatric Diagnostic Imaging*. Mosby Elsevier; 2008.
12. Tachdjian MO. *The Child's Foot*. W.B. Saunders Company; 1985. p. 711.
13. Nicholson AD, Liu RW, Sanders JO, Cooperman DR. Relationship of calcaneal and iliac apophyseal ossification to peak height velocity timing in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(2):147-54.
14. Joseph AM, Labib IK. Pediatric heel pain. *Clin Podiatr Med Surg*. 2013;30(4):503-11.
15. Jung ST, Cho SB, Kim MS, Lee JJ, Lee JH. Calcaneal apophyseal fractures in young athletes: two case reports. *J Pediatr Orthop B*. 2008;17(1):11-4.
16. Wexler R, Wootton-Gorges SL, Ozonoff MB. *Pediatric Orthopedic Imaging*. Springer Berlin Heidelberg; 2014.

17. Shopfner CE, Coin CG. Effect of weight-bearing on the appearance and development of the secondary calcaneal epiphysis. *Radiology*. 1966;86(2):201-6.

18. Keats TE. Atlas de variables radiológicas normales que puedan simular estado patológico. 5 ed. Mosby-Year Book de España; 1993. p. 982.

Recibido: 03 de agosto de 2016.

Aprobado: 18 de octubre de 2016.

*Enrique Vergara Amador*. Universidad Nacional de Colombia. Ciudad Universitaria. Carrera 30, Calle 45. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: [enriquevergaramd@gmail.com](mailto:enriquevergaramd@gmail.com)