



ORIGINAL

Caracterización clínica de pacientes con coaliciones tarsianas. Experiencia de 12 años en hospital de alta complejidad

E. Fernández-Rojas^{a,b,*}, M. Monteagudo de la Rosa^c,
P. Martínez de Albornoz Torrente^c y E. Maceira Suárez^d

^a Equipo de Tobillo y Pie, Servicio de Traumatología y Ortopedia, Hospital Las Higueras de Talcahuano, Talcahuano, Chile

^b Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile

^c Unidad Ortopédica de Pie y Tobillo, Departamento de Traumatología y Ortopedia, Hospital Universitario Quirónsalud Madrid, Pozuelo de Alarcón, Madrid, España

^d Unidad Ortopédica de Pie y Tobillo, Complejo Hospitalario La Mancha Centro, Alcázar de San Juan, Ciudad Real, España

Recibido el 3 de julio de 2024; aceptado el 24 de septiembre de 2024

Disponible en Internet el 27 de septiembre de 2024

PALABRAS CLAVE

Coalición tarsiana;
Coalición
talocalcánea;
Coalición
calcaneonavicular;
Epidemiología

Resumen

Introducción: Las coaliciones tarsianas tienen una incidencia variable, pero se ha reportado que las coaliciones talocalcánea y calcaneonavicular son las diagnosticadas con mayor frecuencia. El objetivo fue evaluar las características clínicas y epidemiológicas de los pacientes con coaliciones tarsianas.

Materiales y métodos: Estudio descriptivo transversal de los pacientes con diagnóstico de coaliciones tarsianas desde agosto de 2007 a enero de 2020 en un Hospital Universitario Privado de Madrid, España. Se obtuvieron datos de edad, sexo, tipo de coalición según ubicación anatómica y tipo de tejido, lateralidad, estado del retropié y presencia de síntomas.

Resultados: De un total de 57 pacientes (80 pies), 31 (54,4%) eran varones y 26 (45,6%) mujeres, con una edad media de 36,9 años. El total de coaliciones fue 85. El compromiso fue bilateral en 48 coaliciones (56,5%). Se registraron 52 coaliciones talocalcáneas (CTC) (61,2%), 32 coaliciones calcaneonaviculares (CCN) (37,6%) y una coalición calcaneocuboidea (1,2%). Por otra parte, se diagnosticaron 36 coaliciones óseas (42,4%) y 49 coaliciones fibrocartilaginosas (57,6%). Al evaluar en forma separada, de las CTC 35 fueron óseas (67,3%) y 17 fueron fibrocartilaginosas (32,7%); y de las CCN una fue ósea (3,1%) y 31 fueron fibrocartilaginosas (96,9%).

Discusión: En nuestra revisión, la CTC fue la más frecuente, siendo dentro de estas mayoritario el subtipo óseo. En la distribución según sexo se encontró una mayor frecuencia del sexo masculino dentro de las CCN (exacto de Fisher; $p=0,032$). Algunos de los resultados obtenidos son distintos a lo reportado previamente en la literatura, lo que da pie para nuevos trabajos que expliquen esta diferencia en nuestra población.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: eefernandezrojas@gmail.com (E. Fernández-Rojas).

KEYWORDS

Tarsal coalition;
Talocalcaneal
coalition;
Calcaneonavicular
coalition;
Epidemiology

Clinical characterization of patients with tarsal coalitions. 12 years of experience in a high complexity hospital**Abstract**

Background: Tarsal coalitions are aberrant unions of two or more tarsal bones which may condition variable foot and ankle conditions. Their incidence is also variable but most frequently diagnosed coalitions are talocalcaneal and calcaneonavicular. This article aims to evaluate clinical and epidemiological characteristics of patients diagnosed with tarsal coalitions.

Materials and methods: Cross-sectional descriptive study of patients with tarsal coalitions from August 2007 to January 2020 in a private University Hospital in Madrid, Spain. Data on age, sex, type of coalition according to anatomical location and tissue type, laterality and hindfoot condition and symptoms were obtained and analyzed.

Results: Of the 57 patients identified (80 feet), there were 31 males (54.4%) and 26 females (45.6%). Average age was 36.9 years. The total number of coalitions was 85. There were 48 bilateral coalitions (56.5%). Fifty-two talocalcaneal coalitions (TCC) (61.2%), 32 calcaneonavicular coalitions (CNC) (37.6%) and 1 calcaneocuboid coalition (1.2%) were registered. Our series showed 36 osseous coalitions (42.4%) and 49 fibrocartilaginous coalitions (57.6%). When evaluated separately, 35 of the TCC were osseous (67.3%) and 17 were fibrocartilaginous (32.7%); 1 of the CNC was osseous (3.1%) and 31 were fibrocartilaginous (96.9%).

Discussion: In our review, TCC was the most frequent subtype, with the majority being the bony in nature. In the distribution according to sex, a higher incidence of males is found within the CCN group (Fisher's Exact test, $P=.032$). Some of the results obtained are different from what was previously reported in the literature, which gives rise to new studies that explain this difference in our population.

© 2024 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los primeros hallazgos de la existencia de coaliciones tarsianas datan de 3600 a 2000 a.C.¹. La incidencia reportada en estudios clínicos es de un 1-6%², sin embargo, en estudios cadavéricos con uso de tomografía axial computarizada (TAC), se ha registrado una incidencia del 12,7%, lo que pone en evidencia un alto nivel de subdiagnóstico³. Su etiología puede ser adquirida o con mayor frecuencia congénita, como resultado del fracaso de la segmentación del mesénquima primitivo, que normalmente ocurre entre la 9.^a y 10.^a semana de gestación⁴⁻⁷. Las coaliciones calcaneonaviculares (CCN) se osifican entre los 8 y 12 años de edad, y las coaliciones talocalcáneas (CTC) entre los 12 y 16 años, siendo ambas las variantes más frecuentes. Suelen ser asintomáticas, pero pueden asociarse con deformidades que ocasionen síntomas, generalmente después de su osificación⁸⁻¹¹. En su estudio imagenológico deben solicitarse radiografías de ambos pies en carga en proyección dorsoplantar, lateral y se han descrito algunas proyecciones específicas para algunas coaliciones como la proyección axial de calcáneo o de Harris descrita para la CTC y la proyección oblicua a 45° para el diagnóstico de la CCN con una sensibilidad del 90 al 100%^{2,12}. Algunos signos radiológicos descritos para la CCN son el «signo del oso hormiguero», el «signo del oso hormiguero reverso» y la «hipoplasia lateral de la cabeza talar». Para la CTC se ha descrito el «pico talar» («talar beak») y el «signo de la C»^{9,13,14}. Este último fue reportado por Lateur en proyecciones laterales, siendo descrito como la línea formada por el contorno medial de la cúpula astragalina y el contorno

posteroinferior del *sustentaculum tali*¹⁵. Años más tarde, Moraleda et al. diferenciaron 4 tipos de «signo de la C»: completo e incompleto subtipo A, B y C, siendo los 2 primeros los únicos relacionados con la presencia de una CTC¹⁶. Por esta variabilidad, la TAC tomó mayor importancia para el diagnóstico y actualmente la resonancia magnética (RM) pretende ser el «patrón oro» en las pruebas de imagen, principalmente por su utilidad en el diagnóstico de coaliciones fibrosas y cartilaginosas^{12,17-22}. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar distintas características clínicas y epidemiológicas de nuestros pacientes con diagnóstico de coaliciones tarsianas.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en el que se analizaron fichas electrónicas y estudios imagenológicos realizados a pacientes a los que se le realizó diagnóstico de coalición tarsiana en el Hospital Universitario Quirónsalud de Madrid, España; desde agosto de 2007 a enero de 2020. Se obtuvieron datos en relación con la edad de los pacientes, el sexo, el tipo de coalición según ubicación anatómica y según tipo de tejido definido por hallazgos imagenológicos, la lateralidad y el estado del eje del retropie. Se excluyó un paciente en el que se sospechó clínica y radiológicamente una coalición y, sin embargo, no acudió a control con los exámenes confirmatorios indicados. Todos los pacientes incluidos en el estudio fueron diagnosticados por miembros de la unidad ortopédica de pie y tobillo. Para el análisis de los datos se utilizó la prueba estadística Chi-cuadrado y el test exacto de Fisher.

Tabla 1 Distribución según el tipo de coalición tarsiana

Tipo de coalición	N.º	Porcentaje
<i>Talocalcánea</i>	52	61,2
Ósea	35	67,3
Fibrocartilaginosa	17	32,7
<i>Calcaneonavicular</i>	32	37,6
Ósea	1	3,1
Fibrocartilaginosa	31	96,9
<i>Otras</i>	1	1,2
Ósea	0	0
Fibrocartilaginosa	1	100

Resultados

Según la revisión de la información clínica disponible podemos señalar que la sospecha diagnóstica se realizó por historia clínica, examen físico y radiología simple, siendo la confirmación diagnóstica realizada mediante TAC y/o RM.

El total de pacientes con diagnóstico de coalición tarsiana desde agosto de 2007 a enero de 2020 fue de 57 pacientes (80 pies). La distribución por sexo fue de 31 pacientes de sexo masculino (54,4%) y 26 pacientes de sexo femenino (45,6%). La edad media en el momento del diagnóstico fue de 36,9 años (DS: 18,9), siendo un 12,28% (7 casos) menores de 15 años.

El número total de coaliciones tarsianas diagnosticadas fue de 85, estando el 100% ubicadas en el retropie. La lateralidad fue izquierda en 25 coaliciones (29,4%), derecha en 12 coaliciones (14,1%) y bilateral en 48 coaliciones (56,5%).

Con relación al tipo de coalición según su ubicación, registramos 52 CTC (61,2%), 32 CCN (37,6%) y una coalición calcaneocuboidea (1,2%) (tabla 1). Por otra parte, con relación al tipo de coalición según el origen del tejido, obtuvimos 36 casos de coaliciones óseas (42,4%) y 49 casos de coaliciones fibrocartilaginosas (57,6%). Al evaluar en forma separada cada tipo de coalición, 35 de las CTC fueron óseas (67,3%) (fig. 1) y 17 fueron fibrocartilaginosas (32,7%); una de las CCN fue ósea (3,1%) (fig. 2) y 31 fueron fibrocartilaginosas (96,9%); y la única coalición calcaneocuboidea encontrada fue fibrocartilaginosa (tabla 1).



Figura 1 Corte coronal de la RM en secuencia STIR donde se observa una coalición talocalcánea ósea.

Se evaluó también la distribución según sexo para cada tipo de coalición, obteniendo que de las CTC 25 estaban presentes en varones (48,1%) y 27 en mujeres (51,9%), de las CCN 23 estaban presentes en varones (71,9%) y 9 en mujeres (28,1%) (tabla 2). Así también, del total de coaliciones óseas 16 estaban presentes en varones (48,5%) y 17 en mujeres (51,5%), y del total de coaliciones fibrocartilaginosas 32 estaban presentes en varones (61,5%) y 20 en mujeres (38,5%) (tabla 3). Del total de coaliciones, 57 (67,1%) eran sintomáticas y 28 (32,9%) eran asintomáticas, siendo un hallazgo incidental. Del total de coaliciones sintomáticas (57), 9 casos (17%) tenían antecedentes de trauma previo al inicio de la sintomatología. De los 80 pies que presentaban una coalición, 75 presentaban solo una (93,8%) y 5 presentaban 2 o más coaliciones (6,2%). En los datos obtenidos del examen físico registrado en las fichas, de un total de 80 pies, 57 pies presentaban una deformidad del retro-

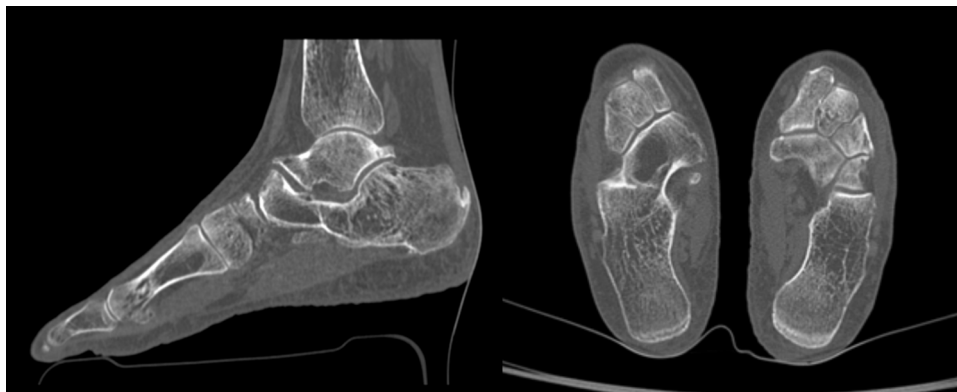


Figura 2 Cortes sagitales y axiales de la TAC donde se observa una coalición calcaneonavicular ósea.

Tabla 2 Distribución de coaliciones según la ubicación anatómica por sexo

	CTC	CCN	Otras	Total
Sexo				
<i>Varón</i>				
Recuento	25	23	0	48
Porcentaje	48,1	71,9	0	56,5
<i>Mujer</i>				
Recuento	27	9	1	37
Porcentaje	51,9	28,1	100	43,5
Total				
Recuento	52	32	1	85
Porcentaje	100	100	100	100

CCN: coalición calcaneonavicular; CTC: coalición talocalcánea.
p-valor: 0,032 exacto de Fisher.

Tabla 3 Distribución de coaliciones según el tipo de tejido por sexo

	Fibrocartilaginosas	Óseas	Total
Sexo			
<i>Varón</i>			
Recuento	32	16	48
Porcentaje	61,5	48,5	56,5
<i>Mujer</i>			
Recuento	20	17	37
Porcentaje	38,5	51,5	43,5
Total			
Recuento	52	33	85
Porcentaje	100,0	100,0	100,0

p-valor: 0,018 Chi cuadrado.

pie en valgo (71,3%), 8 pies presentaban una deformidad del retropié en varo (10%) y 15 pies presentaban un retropié con normoeje (18,7%). De los pies que presentaban retropié en valgo 66,7% eran sintomáticos, de los que presentaban retropié en varo 87,5% eran sintomáticos y de los que presentaban retropié con normoeje 53,3% eran sintomáticos.

Discusión

De los diferentes tipos de coaliciones tarsianas descritos en la literatura, hay consenso en que las más frecuentes son la CCN y la CTC, siendo la suma de ambas casi el 90% del total⁶. Si bien la frecuencia de ambas coaliciones varía en las distintas series publicadas, existe consenso en que la CCN sería la más frecuente⁶. Sin embargo, en nuestra revisión, la frecuencia de CTC fue ampliamente mayor con un 61,2% del total, versus un 37,6% de CCN. Stormont et al. en 1984 en un estudio clínico describieron una frecuencia del 53% para la CCN²³. Por otra parte, Solomon et al. en un estudio cadavérico de 9 individuos identificaron 7 CCN (77,7%) y solo 2 CTC (22,2%)³. Nalaboff et al., en su estudio con diagnóstico con RM, describieron que un 71,4% de su muestra correspondía a CCN²⁴. Case et al. en un estudio de restos óseos obtuvieron datos de 3 colecciones arqueológicas distintas, una de individuos europeo-americanos, otra de sudafricanos y la tercera de daneses. De un total de 1.634 esqueletos analizados, en el grupo europeo-americano la CCN fue la más

frecuentemente encontrada (75%)²⁵. Recientemente Albee et al., en otro estudio de restos óseos humanos medievales realizado en Exeter, ciudad al suroeste de Inglaterra, examinaron un total de 183 individuos, identificando 8 coaliciones tarsianas, de las cuales un 71% fueron CCN²⁶. En esta misma dirección, las últimas revisiones relativas a coaliciones describen a la CCN como la más prevalente^{2,22,27,28}, existiendo escasos estudios que describen una leve predominancia de la CTC^{10,29} (fig. 3). Solo un estudio en la literatura refiere una incidencia similar a la encontrada en nuestra serie. Mendeszoon et al. estudiaron la incidencia de coaliciones tarsales en la población Amish³⁰. La población Amish es un grupo etnorreligioso, anabaptista, conocidos principalmente por su estilo de vida sencilla, su resistencia a adoptar comodidades y tecnologías modernas, y por ser endogámicos. En su estudio, con 10 años de seguimiento, 33 pacientes Amish fueron revisados, encontrándose que 29 de los 38 casos (76.3%) presentaban una CTC, mientras que 8 (21%) tenían una CCN. Solo un (2,6%) paciente presentó una coalición talonavicular²⁹. La alta incidencia de coaliciones en este grupo puede explicarse por su endogamia y el tipo de transmisión genética autosómica dominante de muchas coaliciones tarsales.

Creemos que el resultado de la predominancia de CTC es relevante considerando que en nuestra serie tenemos un número total de coaliciones mayor a otros estudios clínicos publicados previamente y que no existía el sesgo gené-

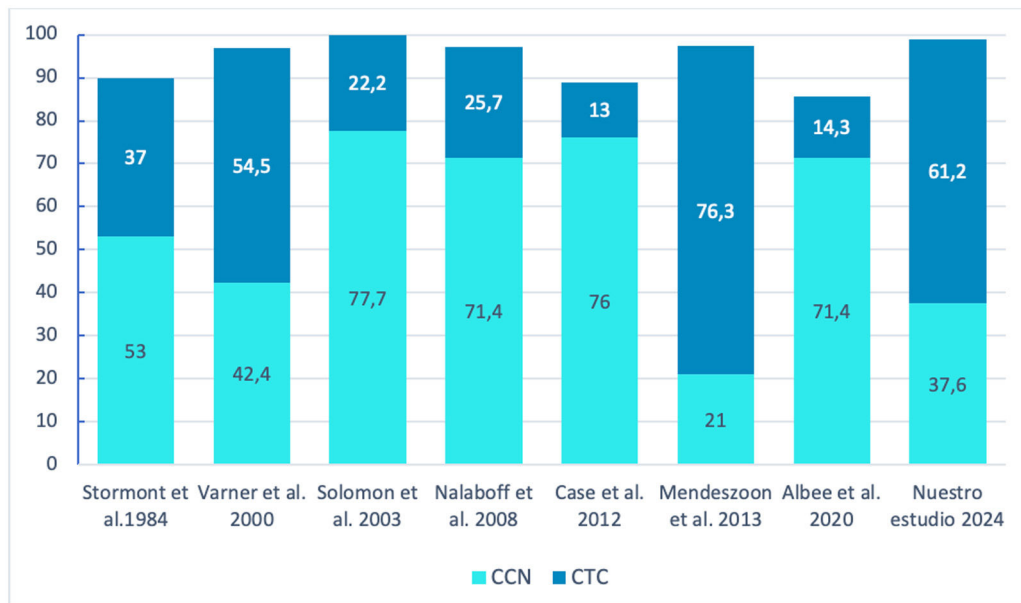


Figura 3 Gráfico con distribución reportada en estudios previos para cada tipo de coalición según ubicación anatómica. CCN: coalición calcaneonavicular; CTC: coalición talocalcánea.

tico del estudio en la población Amish. En nuestra serie todas las coaliciones estaban ubicadas en el retropié, no existiendo casos con compromiso del mediopié, en concordancia con lo descrito por Case et al. en sus grupos danés y europeo-americano²⁵. El 56,5% de las coaliciones diagnosticadas presentaba compromiso bilateral, siendo mayor a lo descrito en otros estudios. Solomon et al. en su estudio cadavérico comunicaron una incidencia de bilateralidad de un 40% y Case et al. en su serie describieron un 43% de compromiso bilateral^{3,25}. Stormont et al., por otra parte, descubrieron un 22% de bilateralidad para CTC y un 68% para CCN²³. Como autores creemos que una de las causas de esta diferencia pudo ser la búsqueda activa del diagnóstico, con estudio imagenológico contralaterales en pacientes con diagnóstico de coalición tarsiana, aun siendo asintomáticos.

En el análisis específico según el tipo de tejido que conforma la coalición, definido por estudios imagenológicos, encontramos una mayor frecuencia de CTC óseas, lo que también difiere de lo publicado previamente. Rozansky et al. en su serie de 35 pacientes (54 CTC) estudiados con TAC con reconstrucción tridimensional (3D) describieron un 57,4% de CTC fibrocartilaginosas³¹. En el mismo sentido, Nalaboff et al. comunicaron un 66,7% y Wang et al. un 83,4% de CTC fibrocartilaginosas^{24,32}. En nuestra revisión, las CCN fueron mayoritariamente fibrocartilaginosas en un 96,9%, lo que va en concordancia con lo descrito por Upasani et al. quienes estudiaron con TAC multiplanar 3D a 37 pacientes con sospecha de coaliciones, encontrando 69 CCN, siendo solo un 4% óseas (fig. 2)³³. Recientemente en un estudio arqueológico de Albee et al. la totalidad de las CCN identificadas fueron no óseas²⁶. La distribución según sexo fue levemente mayor en varones en un 54,4% de los casos. Lo anterior, coincide con lo reportado anteriormente ya que se describe una distribución sin diferencia por sexo, existiendo algunos estudios que describen una leve mayor prevalencia del sexo masculino^{6,23,34}. Al analizar en forma separada obtuvimos una relación esta-

dísticamente significativa entre el tipo de coalición según ubicación anatómica y el sexo con un p valor de 0,032 (test exacto de Fisher), siendo en pacientes con diagnóstico de CCN mayor la frecuencia de sexo masculino (71,9%).

El total de coaliciones asintomáticas en nuestra casuística fue de un 32,9%, cifra similar al 34,4% reportado en la serie de Varner et al.²⁹. En referencia al antecedente de trauma previo al inicio de la sintomatología, estuvo presente en el 17% de las coaliciones sintomáticas, esto reafirma lo ya señalado en estudios previos respecto a que los traumas menores pueden desencadenar o exacerbar el dolor de una coalición tarsiana^{2,10,35}. Los autores creen que los pacientes con coaliciones pueden hacerse sintomáticos cuando dejan de funcionar bien los mecanismos de compensación de las partes blandas que ayudan a corregir o minimizar los efectos de la deformidad secundaria. Esto puede explicar la diferente edad de presentación de coaliciones aparentemente iguales.

Con relación al examen físico, el hallazgo de retropié en valgo fue predominante con un 71,3%. A pesar de que Varner et al. publicaron en su estudio 22 de 32 casos con retropié neutro y solo 7 casos (22%) de valgo, existe relativo consenso en que lo más frecuente es la deformidad en valgo flexible o rígido del retropié, siendo posibles —pero menos frecuentes— los casos con retropié en normoeje y con deformidad en varo^{2,29,36}.

Si bien en nuestra serie contamos con un adecuado número total de casos, y todas las evaluaciones y diagnósticos fueron realizados por traumatólogos especialistas en cirugía de pie y tobillo, como limitación destacamos que nuestro estudio es de tipo descriptivo transversal.

De todo lo analizado podemos concluir que obtuvimos algunos resultados distintos a lo reportado anteriormente en la literatura, destacando la mayor frecuencia de CTC por sobre las CCN en nuestra población y también una mayor frecuencia de coaliciones óseas en el grupo de CTC, lo que

da pie para nuevos trabajos que busquen explicar dicha diferencia en nuestra población. Por otra parte, obtuvimos una mayor prevalencia de compromiso bilateral y en el grupo de las CCN, la mayor frecuencia en varones fue estadísticamente significativa.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Consideraciones éticas

Esta investigación fue realizada conforme a las normas éticas del comité de experimentación humana o animal responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki, sin embargo, debemos destacar que la presente investigación no incluye experimentación humana ni animal.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a Camilo Manríquez Vidal, ingeniero estadístico, por su colaboración en el análisis de los resultados obtenidos.

Bibliografía

1. Silva AM. Non-osseous calcaneonavicular coalition in the Portuguese prehistoric population: report of two cases. *Int J Osteoarchaeol*. 2005;15:449–53, <http://dx.doi.org/10.1002/oa.800>.
2. Klammer G, Espinosa N, Iselin LD. Coalitions of the Tarsal Bones. *Foot Ankle Clin*. 2018;23:435–49, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2018.04.011>.
3. Solomon LB, Rühli FJ, Taylor J, Ferris L, Pope R, Henneberg M. A dissection and computer tomograph study of tarsal coalitions in 100 cadaver feet. *J Orthop Res*. 2003;21:352–8, [http://dx.doi.org/10.1016/S0736-0266\(02\)00131-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0736-0266(02)00131-6).
4. Kulik SA, Clanton TO. Tarsal Coalition. *Foot Ankle Int*. 1996;17:286–96, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2014.06.011>.
5. Lawrence DA, Rolan MF, Haims AH, Zayour Z, Moukaddam HA. Tarsal Coalitions: Radiographic, CT, and MR Imaging Findings. *HSS J*. 2014;10:153–66, <http://dx.doi.org/10.1007/s11420-013-9379-z>.
6. Zaw H, Calder JDF. Tarsal Coalitions. *Foot Ankle Clin*. 2010;15:349–64, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2010.02.003>.
7. Gougoulas N, O'Flaherty M, Sakellariou A. Taking out the tarsal coalition was easy. But now the foot is even flatter What now? *Foot Ankle Clin*. 2014;19:555–68, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2014.06.011>.
8. Cowell H, Elener V. Rigid Painful Flatfoot Secondary to Tarsal. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;177:54–60.
9. Lemley F, Berlet G, Hill K, Philbin T, Isaac B, Lee T. Current concepts review: Tarsal coalition. *Foot Ankle Int*. 2006;27:1163–9, <http://dx.doi.org/10.1177/107110070602701229>.
10. Kernbach KJ. Tarsal Coalitions: Etiology, Diagnosis, Imaging, and Stigmata. *Clin Podiatr Med Surg*. 2010;27:105–17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2009.08.006>.
11. Mosca VS, Bevan WP. Talocalcaneal Tarsal Coalitions and the Calcaneal Lengthening Osteotomy: The Role of Deformity Correction. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:1584–94, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.K.00926>.
12. Harris R, Beath T. Etiology of peroneal spastic flat foot. *J Bone Joint Surg Br*. 1948;30:624–34, <http://dx.doi.org/10.1302/0301-620x.30b4.624>.
13. Crim JR, Kjeldsberg KM. Radiographic Diagnosis of Tarsal Coalition. *Am J Roentgenol*. 2004;182:323–8, <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.182.2.1820323>.
14. Zaw H, Calder JDF. Tarsal Coalitions. *Foot Ankle Clin*. 2010;15:349–64, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2010.02.003>.
15. Lateur LM, van Hoe LR, van Gillewe KV, Gyspeerdts SS, Baert AL, Dereymaeker GE. Subtalar coalition: Diagnosis with the C sign on lateral radiographs of the ankle. *Radiology*. 1994;193:847–51, <http://dx.doi.org/10.1148/radiology.193.3.7972836>.
16. Moraleda L, Gantsoudes GD, Mubarak SJ. C sign: Talocalcaneal coalition or flatfoot deformity? *J Pediatr Orthop*. 2014;34:814–9, <http://dx.doi.org/10.1097/BPO.000000000000188>.
17. Newman JS, Newberg AH. Congenital tarsal coalition: Multimodality evaluation with emphasis on CT and MR imaging. *Radiographic*. 2000;20:321–32, <http://dx.doi.org/10.1148/radiographics.20.2.g00mc03321>.
18. Crim JR, Cracchiolo A, Bassett LW, Seeger LL, Soma CA, Chate-laine A. Magnetic Resonance Imaging of the Hindfoot. *Foot Ankle Int*. 1989;10:1–7, <http://dx.doi.org/10.1053/j.ro.2010.01.002>.
19. Guignand D, Journeau P, Mainard-Simard L, Popkov D, Haumont T, Lascombes P. Child calcaneonavicular coalitions: MRI diagnostic value in a 19-case series. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011;97:67–72, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2010.09.015>.
20. Myerson MS, Fernández-Rojas E, Rosa MM, Araya-Bonilla V, Barra-Dinamarca E, Elgueta-Grillo J. Talocalcaneal coalition classifications: A critical analysis review and suggested new classification system with implications for treatment. *Foot Ankle Sur*. 2024;27, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2024.03.010>. S1268-7731(24)00070-5.
21. Marth AA, Feuerriegel GC, Marcus RP, Sutter R. How accurate is MRI for diagnosing tarsal coalitions? A retrospective diagnostic accuracy study. *Eur Radiol*. 2024;34:3493–502, <http://dx.doi.org/10.1007/s00330-023-10531-4>.
22. Catanzano AA Jr, Akoh CC, Easley ME, Mosca VS. Decision-Making and Management of Tarsal Coalition in the Young Adult Patient: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev*. 2023;11, <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.RVW.23.00021>.
23. Stormont DM, Peterson HA. The Relative Incidence of Tarsal Coalition. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;81:28–36.
24. Nalaboff KM, Schweitzer ME. MRI of tarsal coalition: Frequency, distribution, and innovative signs. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2008;66:14–21.
25. Case DT, Burnett SE. Identification of tarsal coalition and frequency estimates from skeletal samples. *Int J Osteoarchaeol*. 2012;22:667–84, <http://dx.doi.org/10.1002/oa.1228>.
26. Albee ME. Diagnosing tarsal coalition in medieval Exeter. *Int J Paleopathol*. 2020;28:32–41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpp.2019.11.005>.

27. Murphy JS, Mubarak SJ. Talocalcaneal Coalitions. *Foot Ankle Clin.* 2015;20:681–91, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2015.07.009>.
28. Swensen SJ, Otsuka NY. Tarsal Coalitions - Calcaneonavicular Coalitions. *Foot Ankle Clin.* 2015;20:669–79, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2015.08.001>.
29. Varner KE, Michelson JD. Tarsal coalition in adults. *Foot Ankle In.* 2000;21:669–72, <http://dx.doi.org/10.1177/107110070002100807>.
30. Mendeszoon M, Mendeszoon E, Orabovic S, Valentine C. Tarsal Coalitions: A Review and Assessment of the Incidence in the Amish Population. *FAOJ.* 2013;6:1, <http://dx.doi.org/10.3827/faoj.2013.0607.001>.
31. Rozansky A, Varley E, Moor M, Wenger DR, Mubarak SJ. A radiologic classification of talocalcaneal coalitions based on 3D reconstruction. *J Child Ortho.* 2010;4:129–35, <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-009-0224-3>.
32. Wang A, Shi W, Gao L, Chen L, Xie X, Zhao F, et al. A new classification of talocalcaneal coalitions based on computed tomography for operative planning. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22:678, <http://dx.doi.org/10.1186/s12891-021-04567-0>.
33. Upasani VV, Chambers RC, Mubarak SJ. Analysis of calcaneonavicular coalitions using multi-planar three-dimensional computed tomography. *J Child Orthop.* 2008;2:301–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s11832-008-0111-3>.
34. Menz HB, Gilheany MF, Landorf KB. Foot and ankle surgery in Australia: A descriptive analysis of the Medicare Benefits Schedule database, 1997–2006. *J Foot Ankle Res.* 2008;1:1–10, <http://dx.doi.org/10.1186/1757-1146-1-10>.
35. Mehdi N, Bernasconi A, Lintz F. Tarsal coalition in adults. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024;110 Suppl 1:103761, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2023.103761>.
36. Thorpe SW, Wukich DK. Tarsal Coalitions in the Adult Population. Does Treatment Differ from the Adolescent? *Foot Ankle Clin.* 2012;17:195–204, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2012.03.004>.