

DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DE LA ARTRODESIS TIBIOTALAR Y TIBIOTALCALCÁNEA

C. Ramírez Fuentes, P. Nogués Meléndez, M. Atarés Huerta, M. Simonet Redondo

*Radiología Musculoesquelética. Área Clínica de Imagen Médica.
Hospital Universitari i Politècnic La Fe. Valencia*

3

Introducción

Las técnicas de imagen son una herramienta fundamental en la planificación y el seguimiento de la artrodesis de tobillo y retropié, permitiendo evaluar el estado de las articulaciones afectas, el material de fijación y la fusión ósea articular.

En la planificación de la cirugía, además del estudio radiológico (Rx) en carga, es importante realizar una tomografía computarizada (TC) y, en ocasiones, también una resonancia magnética (RM) con el objetivo de incluir la valoración de las articulaciones vecinas, en especial la subastragalina, ya que, si está afectada, se planteará una artrodesis tibiotalocalcánea⁽¹⁾.

En los estudios posquirúrgicos, la información en la Rx puede ser limitada, mientras que la TC proporciona una mejor evaluación y es el método más preciso para controlar a los pacientes intervenidos. La RM tiene escaso papel, al no permitir valorar la integridad del material de fijación ni la fusión ósea y estar limitada por los artefactos metálicos.

Técnicas de imagen

Radiología simple

La radiología simple es la técnica de imagen más empleada en la práctica clínica en la planificación y el seguimiento de la artrodesis. Es la técnica inicial y fundamental para tener una visión global del estado articular, de la alineación, del material de



<https://doi.org/10.24129/j.mact.1401.fs2205003>

© 2022 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

fijación y de sus posibles complicaciones, permitiendo realizar controles durante el seguimiento por su alta disponibilidad, bajo coste y baja dosis de radiación, menor de 0,001 mSv, equivalente a menos de 3 horas de exposición natural solar⁽²⁾.

Se necesitan 2 proyecciones radiográficas, anteroposterior y lateral, que deben realizarse en carga, excepto en el postoperatorio inmediato o en situaciones clínicas en las que la carga no sea posible⁽³⁾.

A pesar de sus ventajas, la precisión diagnóstica de la radiología simple es baja en la detección de fusión ósea y en la valoración de las articulaciones adyacentes, debido a la compleja anatomía de las pequeñas articulaciones del tarso y a la superposición de estructuras óseas que dificultan la visualización de la línea radioluciente del espacio articular^(4,5).

Tomografía computarizada

La TC es la técnica más adecuada para la valoración de la artrodesis. Está indicada especialmente en pacientes con dolor persistente o recurrente tras la artrodesis, o ante hallazgos radiológicos dudosos o no concordantes con la clínica.

Las ventajas de la TC del tobillo y el retropié son su alta disponibilidad, rapidez y buena capacidad diagnóstica, unidas a una dosis efectiva de radiación baja, de 0,07 mSv, equivalente a 7 días de exposición natural solar, que es todavía inferior en los equipos de TC de haz cónico^(2,6).

Los equipos actuales de TC multicorte consiguen mejor penetración de los elementos metálicos con menos artefactos, obteniendo cortes finos de vóxeles casi isotrópicos. A partir de los datos adquiridos en una única y rápida adquisición, se obtienen retrospectivamente imágenes reformateadas de calidad óptima en planos perpendiculares a la articulación del tobillo y el retropié, que resultan fundamentales para mostrar la relación del hueso con el metal y establecer la presencia y el grado de fusión ósea.

La TC es la técnica que aporta mayor resolución y detalle óseo, proporcionando información muy precisa para evaluar la posición y la integridad del material de artrodesis, la madurez de la fusión ósea y el estado de las articulaciones adyacentes.

El desarrollo de técnicas de simulación de carga mediante TC multidetector con el paciente en decúbito supino y, especialmente, de equipos de TC de haz cónico que permiten realizar estudios en carga con el paciente en bipedestación suponen un gran avance, al ofrecer una información detallada en 3D de la alineación y la deformidad articular en una posición funcional^(2,7-9).

Evaluación de la fusión ósea

El éxito de la artrodesis es la fusión o consolidación ósea, que se define como la continuidad cortical y trabecular entre las dos superficies articulares⁽¹⁰⁾. En los casos en los que se ha emplea-

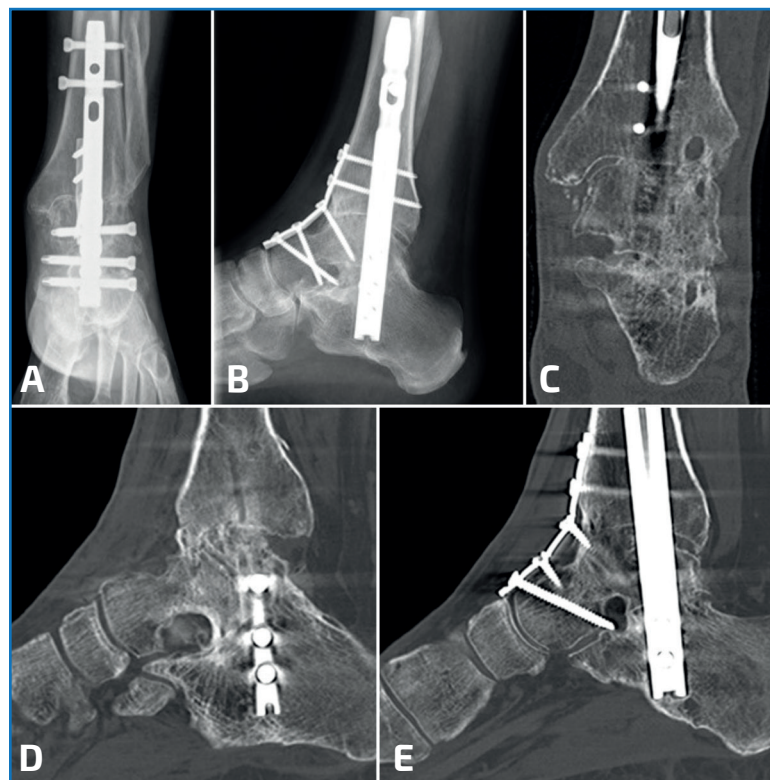


Figura 1. Varón de 44 años con artrosis postraumática. Radiografía (Rx) de tobillo anteroposterior (A), Rx lateral (B) y TC en los planos coronal (C) y sagitales (D-E) tras 2 años de artrodesis tibiotalocalcánea. Fusión ósea completa tibiotalar (mayor del 70%) y subastragalina (del 100%). Buen resultado clínico.



Figura 2. Mujer de 55 años intervenida hace 26 años de artrodesis tibiotalar por artropatía hemofílica. Radiografía de tobillo en carga anteroposterior (A) y lateral (B). Reconstrucciones coronales (C y D) y sagital de TC (E). Fusión ósea completa tibiotalar, sin deterioro de la articulación subastragalina tras 26 años de la cirugía.

do injerto óseo, este debe incorporarse a ambas vertientes de la articulación para conseguir una fusión ósea.

En la radiología simple, se considera que la unión ósea está presente cuando desaparece el área radioluciente del espacio articular y se acompaña de una mejoría del dolor y de una articulación estable. Sin embargo, la radiología es menos fiable y sobrestima el grado de consolidación en comparación con la TC^(4,11).

La TC es la técnica más precisa en la valoración de los puentes óseos articulares (**Figuras 1, 2 y 3**). Permite realizar una evaluación cuantitativa de la fusión ósea articular de manera fiable y reproducible⁽¹²⁾, midiendo las longitudes de los segmentos fusionados y las longitudes de las superficies articulares en cada imagen reformateada sagital o coronal a la articulación del tobillo o el retropié. El porcentaje de fusión ósea se calcula median-

te la siguiente fórmula: $100 \times (\text{suma de las longitudes de los segmentos fusionados en todas las imágenes} / \text{suma de las longitudes de las superficies articulares})^{(10,13-15)}$.

Se ha relacionado el grado de fusión ósea mediante TC con el resultado clínico a los 6 meses de la cirugía, estableciendo un umbral del 33% para unos autores^(10,13,14,16) y del 25-50% para otros⁽¹⁵⁾ como el porcentaje de fusión ósea necesario para conseguir un buen resultado clínico de la artrodesis. Tasas de fusión ósea mayores del 33-50% no se han relacionado con un aumento significativo de la mejoría clínica^(15,16).

Consolidación viciosa y pseudoartrosis

Tanto la falta de fusión ósea como la consolidación viciosa son complicaciones que aparecen a medio y largo plazo, entre 6 meses y un año desde la cirugía. En la consolidación viciosa se consigue fusión ósea en una posición no idónea, siendo las posiciones en equino y en varo las que se relacionan con peores resultados clínicos^(1,17).

La no unión ósea se sospecha clínicamente cuando persiste dolor en el sitio de la artrodesis más allá del tiempo esperado para la curación, generalmente 6 meses^(3,10,18).

La ausencia de fusión puede ser de 2 tipos: fibrosa o pseudoartrosis. La forma fibrosa es débil, aunque estable, debido a la presencia de tejido no osificado que une los extremos óseos. Esta fusión fibrosa no se detecta mediante radiología ni TC. La pseudoartrosis o no unión ósea puede ser hipertrófica o atrófica, en función de la existencia o no de hueso reactivo a ambos lados.

En la radiología simple o en la TC, en la pseudoartrosis se comprueba la persistencia de radiolucencia en el espacio articular, la ausencia o presencia escasa de puentes óseos entre las dos superficies articulares o entre el injerto y las superficies articulares, con posibilidad de reabsorción de dicho injerto y de los extremos óseos,

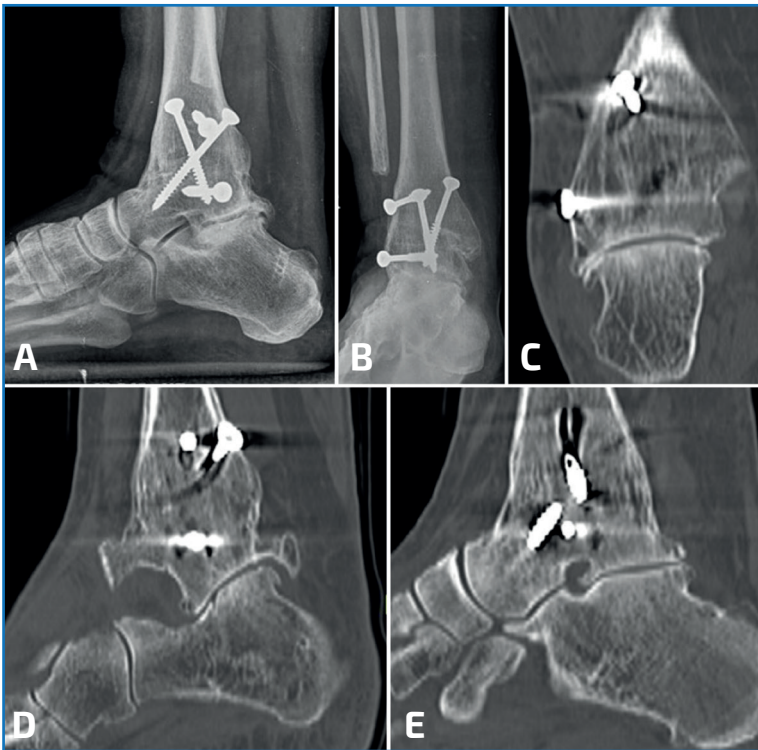


Figura 3. Mujer de 65 años con artrodesis tibiotalar por artrosis postraumática. Radiografía de tobillo en carga anteroposterior (A), lateral (B) y reconstrucciones coronal (C) y sagitales de TC (D-E) a los 20 años de la cirugía. Fusión ósea completa tibiotalar. La articulación subastragalina se mantuvo hasta los 20 años tras la cirugía, desarrollando moderada artrosis que requirió artrodesis subastragalina.

esclerosis y formación de quistes. El aflojamiento, la migración y/o la rotura del material de fijación también son signos de pseudoartrosis y de movimiento persistente en la articulación después de la cirugía (Figura 4).

Evaluación del material de instrumentación

Entre las complicaciones asociadas a la instrumentación se encuentran la malposición y el fracaso del instrumental, condicionando aflojamiento, migración y/o rotura.

Malposición

Cualquier material de instrumentación (clavos, tornillos, placas) puede ser implantado con una

orientación o una posición incorrectas, o bien puede migrar tras su colocación. Según la localización y la dirección del dispositivo, la instrumentación puede ocasionar lesiones neurológicas, vasculares o tendinosas, siendo imprescindible correlacionar la posición del instrumental con las manifestaciones clínicas.

Fracaso del instrumental

La TC permite detectar con mayor precisión que la radiología simple el aflojamiento del instrumental, que está representado por la demostración de áreas de radiolucencia o pérdida de masa ósea (osteólisis) alrededor del material quirúrgico (Figura 4).

La osteólisis es un término descriptivo, que puede indicar reacción a un cuerpo extraño (enfermedad granulomatosa agresiva o por inclusión de partículas), aflojamiento mecánico del implante o infección.

Este aflojamiento del instrumental se observa con mayor frecuencia en casos de no unión ósea, como se ha comentado previamente, y puede ir asociado a migración y/o rotura de este.

Evaluación de las articulaciones adyacentes

La fusión ósea en la artrodesis tibiotalar o tibio-talocalcánea puede sobrecargar mecánicamente las articulaciones adyacentes y condicionar el proceso de degeneración articular a largo plazo^(19,20).

La TC es la técnica que mejor valora las articulaciones subastragalina y mediotarsianas, detectando cuando aparecen los signos de artrosis. Sin embargo, la incidencia descrita en la literatura de artrosis subastragalina en los casos de artrodesis tibiotalar aislada es variable⁽¹⁹⁾ (Figuras 2 y 3) y no se ha podido encontrar correlación entre el dolor y el grado de artrosis de las articulaciones adyacentes^(17,20,21).

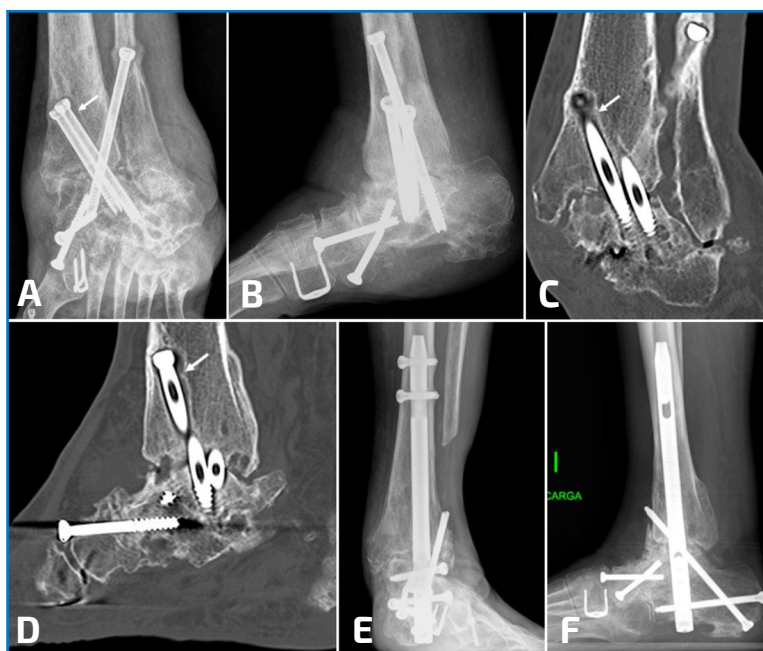


Figura 4. Artrodesis tibiotalar y astragaloescafoidea en mujer de 74 años con pie plano valgo adquirido y choque (impingement) lateral. Radiografía de tobillo anteroposterior (A) y lateral (B) y reconstrucciones de TC en el plano coronal (C) y sagital (D) realizadas 9 meses tras la cirugía. Extracción de material de osteosíntesis de tornillos en calcáneo de artrodesis subastragalina previa. Fusión ósea completa subastragalina y astragaloescafoidea. Ausencia de fusión ósea (pseudoartrosis) tibioastragalina con aflojamiento del tornillo (flecha), que requirió nueva cirugía con artrodesis tibiotalocalcánea mediante clavo retrógrado (E-F).

Conclusiones

Las técnicas de imagen son esenciales en el seguimiento de pacientes sometidos a artrodesis tibiotalar y tibiotalocalcánea, permitiendo evaluar el material de fijación, la fusión ósea articular y el estado de las articulaciones adyacentes.

La Rx en carga es fundamental como técnica de imagen de control postoperatorio y en la valoración de la alineación ósea, pero está limitada en la evaluación de la fusión ósea y de las articulaciones adyacentes, proporcionando la TC mayor precisión diagnóstica.

La TC cuantifica con exactitud la fusión ósea, habiéndose establecido umbrales del 33-50% como los porcentajes necesarios de fusión que se relacionan con un buen resultado clínico.

La afectación degenerativa de las articulaciones adyacentes es una complicación a largo

plazo que se detecta mejor mediante TC, si bien su incidencia es variable y no se ha podido demostrar la correlación entre el dolor y el grado de artrosis de las articulaciones adyacentes.

Bibliografía

1. Vicent Carsí V, Sánchez González M, Navarrete Faubel E. Artrodesis de tobillo en el paciente joven. *Mon Act Soc Esp Med Cir Pie Tobillo*. 2015;7:71-9
2. Godoy-Santos A, de Cesar Netto C; Weight-Bearing CT International Study Group. Weight-bearing computed tomography of the foot and ankle: an update and future directions. *Acta Ortop Bras*. 2018;26:135-9.
3. Stegeman M, van Ginneken BTJ, Romijn MG, Castelein RM, Louwerens JWK. Diagnostics in tarsal fusion: The theory and practise in The Netherlands. *Foot Ankle Surg*. 2017;23:201-6.
4. Coughlin MJ, Grimes JS, Traugher PD, Jones CP. Comparison of radiographs and CT scans in the prospective evaluation of the fusion of hindfoot arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2006;27:780-7.
5. Krestan CR, Noske H, Vasilevska V, Weber M, Schueller G, Imhof H, Czerny C. MDCT versus digital radiography in the evaluation of bone healing in orthopedic patients. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;186:1754-60.
6. Koivisto J, Kiljunen T, Kadesjö N, Shi XQ, Wolff J. Effective radiation dose of a MSCT, two CBCT and one conventional radiography device in the ankle region. *J Foot Ankle Res*. 2015;12;8:8.
7. Hirschmann A, Pfirrmann CW, Klammer G, Espinosa N, Buck FM. Upright cone CT of the hindfoot: comparison of the non-weight-bearing with the upright weight-bearing position. *Eur Radiol*. 2014;24:553-8.
8. Welck MJ, Myerson MS. The value of Weight-Bearing CT scan in the evaluation of subtalar distraction bone block arthrodesis: Case report. *Foot Ankle Surg*. 2015;21:e55-9.
9. Burssens A, Peeters J, Buedts K, Victor J, Vandeputte G. Measuring hindfoot alignment in weight bearing CT: A novel clinical relevant measurement method. *Foot Ankle Surg*. 2016;22:233-8.

10. Dorsey ML, Liu PT, Roberts CC, Kile TA. Correlation of arthrodesis stability with degree of joint fusion on MDCT. *AJR Am J Roentgenol.* 2009;192:496-9.
11. Cohen JC, Sasaki Reis F, Macedo Enne V, De Albuquerque Dinoa, Amorim LE. Evaluation of the result and consolidation of arthrodesis in the hindfoot using simple radiography versus computed tomography. *Rev ABTPé.* 2017;11:38-48.
12. Cerrato RA, Aiyer AA, Campbell J, Jeng CL, Myerson MS. Reproducibility of computed tomography to evaluate ankle and hindfoot fusions. *Foot Ankle Int.* 2014 Nov;35:1176-80.
13. Jones CP, Coughlin MJ, Shurnas PS. Prospective CT scan evaluation of hindfoot nonunions treated with revision surgery and low-intensity ultrasound stimulation. *Foot Ankle Int.* 2006;27:229-35.
14. Thaunat M, Bajard X, Boisrenoult P, Beaufils P, Oger P. Computer Tomography assessment of the fusion rate after posterior arthroscopic subtalar arthrodesis. *Int Orthop.* 2012;36:1005-10.
15. Glazebrook M, Beasley W, Daniels T, Evangelista PT, Donahue R, Younger A, Pinzur MS, Baumhauer JF, Di-Giovanni CW. Establishing the relationship between clinical outcome and extent of osseous bridging between computed tomography assessment in isolated hindfoot and ankle fusions. *Foot Ankle Int.* 2013;34:1612-8.
16. Coulomb R, Hsayri E, Nougarede B, Marchand P, Mares O, Kouyoumdjian P, Cellier N. Do clinical results of arthroscopic subtalar arthrodesis correlate with CT fusion ratio? *Orthop Traumatol Surg Res.* 2019;105:1125-9.
17. Manke E, Yeo Eng Meng N, Rammelt S. Ankle Arthrodesis - a Review of Current Techniques and Results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2020;87:225-36.
18. Krause F, Younger AS, Baumhauer JF, Daniels TR, Glazebrook M, Evangelista PT, et al. Clinical Outcomes of Nonunions of Hindfoot and Ankle Fusions. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98:2006-16.
19. Coester LM, Saltzman CL, Leupold J, Pontarelli W. Long-term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:219-28.
20. Fuchs S, Sandmann C, Skwara A, Chylarecki C. Quality of life 20 years after arthrodesis of the ankle. A study of adjacent joints. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85:994-8.
21. Trouillier H, Hänsel L, Schaff P, Rosemeyer B, Refior HJ. Long-term results after ankle arthrodesis: clinical, radiological, gait analytical aspects. *Foot Ankle Int.* 2002;23:1081-90.