

Rol de la alineación de la prótesis y las calcificaciones heterotópicas en la artroplastia total de tobillo

Daniel S. Villena, Pablo Valenti, Jonathan Verbner, Pablo Sotelano, María Gala Santini Araujo, Leonardo Conti, Ana C. Parise, Marina Carrasco

Sector Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo, Servicio de Ortopedia y Traumatología "Prof. Dr. Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: El objetivo principal fue evaluar la relación entre la formación de calcificaciones heterotópicas y los parámetros de alineación de la prótesis. **Materiales y Métodos:** La población estaba formada por 31 pacientes. Se evaluaron variables radiográficas de alineación, como ángulos alfa y beta, centro de rotación astragalino y el porcentaje de cobertura posterior de la tibia en el posoperatorio inmediato y a los 2 años. Las variables de evaluación clínica fueron: la escala analógica visual y la escala de la AOFAS, y el cuestionario SF-36 para evaluar la calidad de vida al final del seguimiento. **Resultados:** La etiología más frecuente de la artrosis fue la postraumática (67,7%). En el posoperatorio inmediato, el ángulo alfa promedio fue de 88,7° (rango 82-92,6; DE ± 2,61); el ángulo beta, de 84,46° (rango 78,62-91,40; DE ± 3,59). La alineación del componente tibial en el plano frontal fue neutra en 25 pacientes (80,6%), en valgo en 6 (19,4%) y en varo (0%). A los 2 años de seguimiento, el 96% tenía calcificaciones heterotópicas. Mejoraron los puntajes en la escala de la AOFAS (preoperatorio/posoperatorio: 31,90/80,94) y en la escala analógica visual (preoperatorio/posoperatorio: 8,7/1,97) ($p < 0,05$). **Conclusiones:** No se halló una relación entre calcificaciones heterotópicas y peores resultados funcionales ni de dolor, excepto en los parámetros de calidad de vida (SF-36), como el rol físico, la limitación emocional y la percepción de la salud general, que empeoraron a medida que aumentó el grado de calcificaciones alrededor de la prótesis.

Palabras clave: Alineación; calcificaciones heterotópicas; calidad de vida.

Nivel de Evidencia: IV

Role of Prosthetic Alignment and Heterotopic Calcifications in Total Ankle Arthroplasty

ABSTRACT

Introduction: The main objective of this work is to evaluate the relationship between the formation of heterotopic calcifications and the alignment parameters of the prosthesis. **Materials and Methods:** The population under study comprised 31 patients. The radiographic alignment variables evaluated were alpha and beta angles, the talar center of rotation, and the percentage of posterior coverage of the tibia in the immediate postoperative period and after 2 years. The clinical evaluation variables were: VAS, AOFAS, and the SF-36 questionnaire to evaluate quality of life at the end of follow-up. **Results:** The most frequent etiology of osteoarthritis was post-traumatic (67.7%). In the immediate postoperative period, the mean alpha angle was 88.7° (range 82-92.6°; SD± 2.61); the mean beta angle was 84.46° (range 78°, 62-91.40°; SD ±3.59). The alignment of the tibial component in the anteroposterior plane was neutral in 25 patients (80.6%), valgus in 6 (19.4%), and varus in none. At 2 years of follow-up, 96% presented heterotopic calcifications. An improvement was verified both in the AOFAS (pre/post 31.90/80.94) and in the VAS scales (pre/post: 8.7/1.97) ($p < 0.05$). **Conclusions:** No relationship was found between heterotopic calcification and worse functional outcomes or pain, except for quality-of-life parameters (SF-36) such as physical condition, emotional limitation, and general health perception, which worsened as the degree of calcifications around the prosthesis increased.

Keywords: Alignment; heterotopic calcifications; quality of life.

Level of Evidence: IV

Recibido el 2-8-2022. Aceptado luego de la evaluación el 18-9-2022 • Dr. DANIEL S. VILLENA • dsvillena@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-5742-1226>

Cómo citar este artículo: Villena DS, Valenti P, Verbner J, Sotelano P, Santini Araujo MG, Conti L, Parise AC, Carrasco M. Rol de la alineación de la prótesis y las calcificaciones heterotópicas en la artroplastia total de tobillo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(1):33-44. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.1.1637>

INTRODUCCIÓN

La calcificación heterotópica (CH) es un fenómeno de aparición frecuente luego de un reemplazo total de tobillo, la incidencia publicada oscila entre el 3,8% y el 82%,¹ y puede llegar hasta el 100%.² La causa todavía no está clara. Algunos autores la han relacionado con la edad, el sexo masculino, el tiempo quirúrgico, la etiología de la artrosis y la falta de cobertura ósea de la prótesis.³⁻⁵

Una de las teorías³ sugiere (basándose en la ley de Wolff) que, ante un mayor desaje del tobillo, habría una tensión mayor en las partes blandas circundantes y, por lo tanto, mayor calcificación de estas. A su vez, estas neoformaciones podrían impactar en los resultados clínicos funcionales. Sin embargo, poco se sabe sobre la relación entre la alineación de la prótesis y la formación de CH.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar la relación entre la formación de CH y los parámetros de alineación de la prótesis. Como objetivos secundarios se buscó evaluar la relación entre las CH y los resultados clínicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se presenta una serie retrospectiva de pacientes >18 años que fueron sometidos a una artroplastia de tobillo de tercera generación, entre 2007 y 2018. Se excluyó a los pacientes con historia clínica incompleta, antecedentes radiográficos incompletos, seguimiento <2 años y cirugías de revisión.

Se evaluaron variables demográficas, como sexo, edad, índice de masa corporal, y las comorbilidades.

Análisis clínico

Antes de la intervención, se evaluaron los antecedentes de cirugías en el mismo tobillo o pie y la etiología de la artrosis. Se empleó también la escala analógica visual (EAV) para dolor y la escala de la AOFAS (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) antes de la cirugía y luego de dos años. Al final del seguimiento, se valoró la calidad de vida con el cuestionario SF-36. Se comunican aquellos pacientes que sufrieron algún tipo de complicación durante el seguimiento, así como también el tratamiento indicado para su resolución.

Análisis radiográfico

Se tomaron radiografías de tobillo con carga de peso, en proyección anteroposterior y de perfil, antes de la cirugía y en el posoperatorio inmediato (semana 4), al año y a los dos años. Todas las mediciones radiográficas estuvieron a cargo de tres ortopedistas.

Se evaluaron los parámetros angulares en las radiografías del posoperatorio inmediato, al año y al segundo año para analizar posibles variaciones a través del tiempo.

Para estudiar la alineación de la prótesis en el plano frontal se tomó el ángulo alfa⁶ (varo: >92, valgo: <86)⁷ y la inclinación tibial en la radiografía de perfil con el ángulo beta⁶. Se definió como valor positivo <86° y como negativo una disminución (>92°).⁷

La posición del centro de rotación del astrágalo, *offset* de la prótesis, se evaluó en relación con el eje longitudinal de la tibia en la proyección lateral,⁸ se puede ubicar por delante del eje de la tibia (positivo), por detrás (negativo) o centrado (neutro) (Figura 1).

Se analizó también la relación de tamaño entre el componente tibial de la prótesis y la tibia utilizando una adaptación que hemos desarrollado para la prótesis Hintegra® basándonos en aquellas realizadas por otros autores,^{3,5,9} con el fin de poder cuantificar el grado de cobertura o falta de cobertura posterior.

La relación entre el tamaño de la tibia y el componente tibial de la prótesis (cobertura) se evaluó en la radiografía de perfil del posoperatorio inmediato. Se trazaron dos líneas paralelas al componente tibial, desde el borde posterior del muro anterior del componente tibial hasta el borde posterior de este (línea A) y otra línea hasta la cortical posterior de la línea tibial (línea B). Sobre la base de ambas líneas, se midió la relación (línea A/línea B x 100), que da como resultado el porcentaje de cobertura. Se considera 100% cuando ambos bordes de la tibia y del componente tibial están alineados en el eje vertical. Se considera sobrecobertura a más del 100% (sobresale la prótesis hacia posterior) y falta de cobertura a menos del 100% (sobresale la tibia hacia posterior).

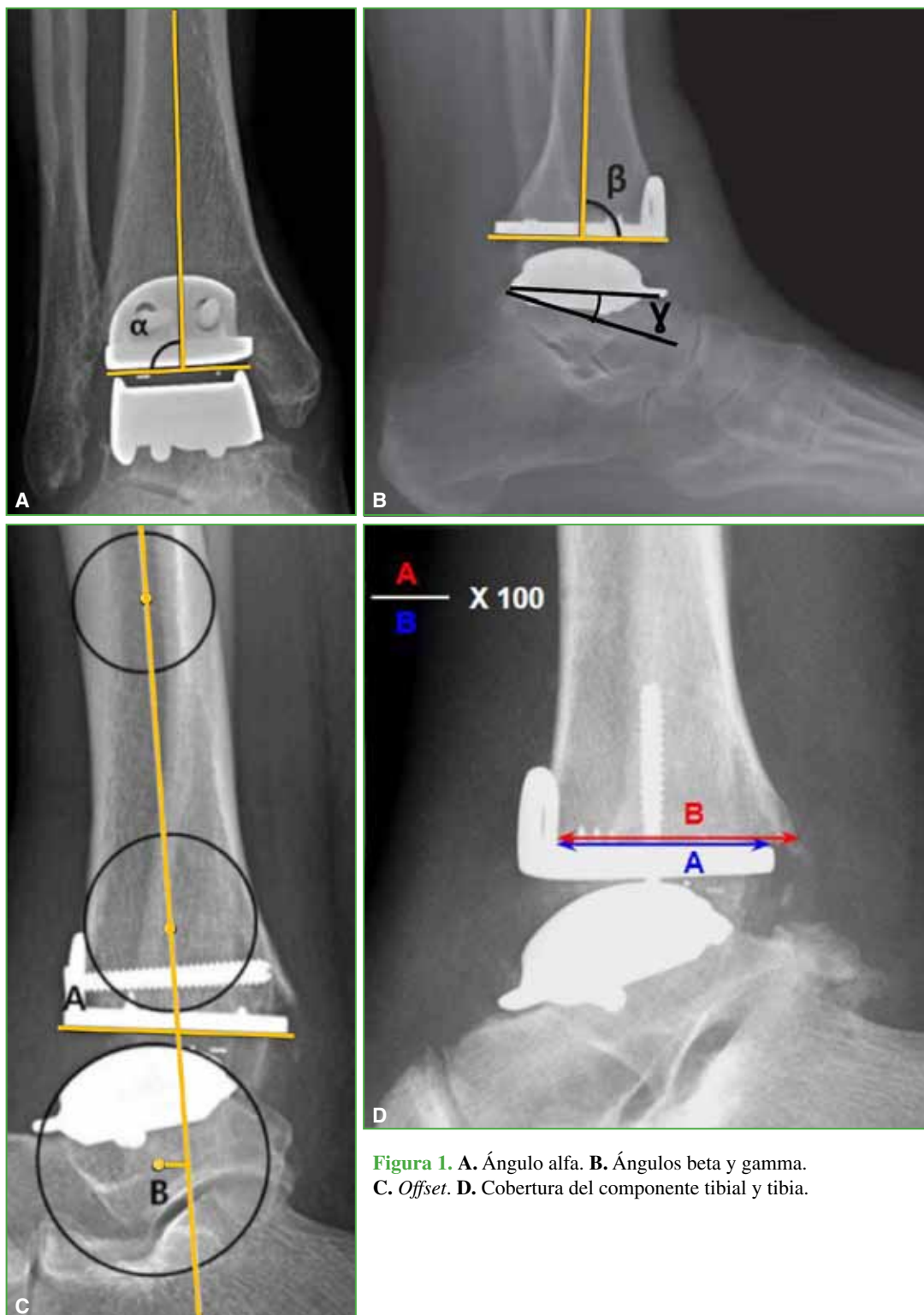


Figura 1. A. Ángulo alfa. B. Ángulos beta y gamma. C. *Offset*. D. Cobertura del componente tibial y tibia.

Se definió como CH a toda neoformación ósea en las radiografías (anteroposterior y de perfil) posoperatorias a partir de las seis semanas de la cirugía.³ Dichas calcificaciones se evaluaron con radiografías al año y a los dos años de la intervención. Se analizaron comparándolas con las radiografías del posoperatorio inmediato con el objetivo de descartar la presencia de osteofitos remanentes posoperatorios y poder distinguirlos de aquellas neoformaciones. En la proyección lateral, se evaluaron utilizando la clasificación de Brooker modificada por Choi y cols.¹⁰ para el compartimento posterior y la clasificación de Jung y cols.¹¹ para el compartimento anterior. Con el propósito de describirlas en el plano frontal, hemos desarrollado una clasificación topográfica para intentar estandarizar su descripción en este plano (Figura 2).

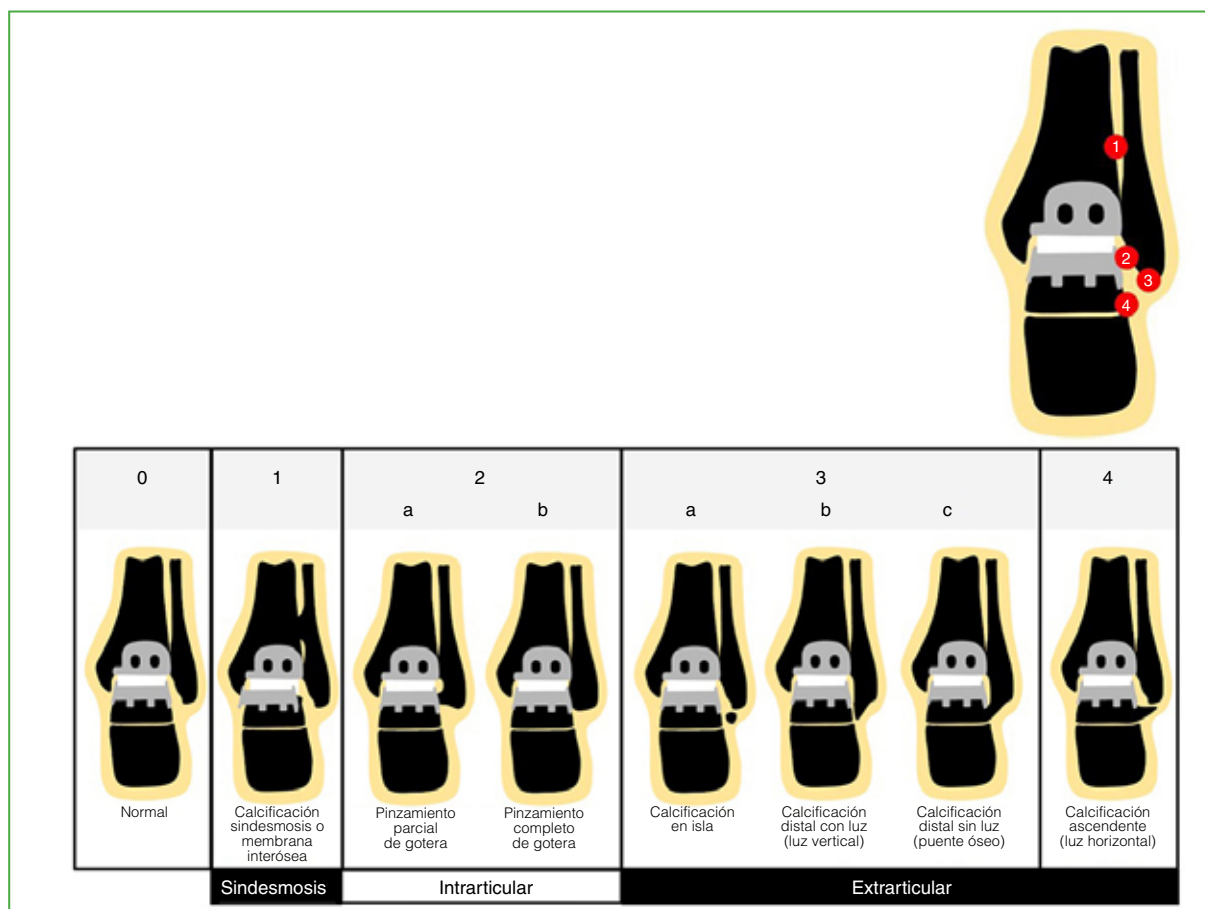


Figura 2. Clasificación descriptiva de las calcificaciones heterotópicas en el plano coronal.

Proponemos una clasificación topográfica de CH asociadas a artroplastia de tobillo, que busca describir la posición de dichas calcificaciones en el plano coronal. Por desconocer el impacto independiente de la posición de cada neoformación ósea sobre el resultado clínico, dicha clasificación no describe gravedad.

Se divide en cuatro zonas que pueden subdividirse. Las zonas son numeradas de forma creciente desde la más proximal que es la sindesmosis (zona 1), la gotera (zona 2), la región inframaleolar (zona 3) y la más distal que es la zona astragalina (zona 4). A su vez, llamamos M (medial) a las calcificaciones mediales y L a las laterales. Aquellos pacientes con dos o más osificaciones se describen, de forma independiente, con su respectiva nomenclatura. Consideramos como intrarticulares a las calcificaciones en las zonas 1 y 2, y extrarticulares a las localizadas en las zonas 3 y 4. Dentro de la zona 2, proponemos un subtipo que compromete parcialmente la gotera (a) y otro que la compromete en su totalidad (b). A su vez, a la zona 3, la subdividimos en una osificación sin contacto directo con otro hueso, en forma de isla (a), otra que continúa hacia la punta del maléolo (b) y otra que forma un puente óseo completo entre el maléolo y el astrágalo (c).

Técnica quirúrgica

Todas las artroplastias se realizaron con un mismo modelo de prótesis de tercera generación (Hintegra®, Integra, Plainsboro, New Jersey/New Deal, Lyon, Francia). Las cirugías estuvieron a cargo de un mismo equipo quirúrgico. Se agregaron procedimientos adicionales a la técnica original según necesidad (plásticas ligamentarias, alargamientos de tendón de Aquiles, etc.).

Análisis estadístico

En cuanto a la estadística descriptiva, se calcularon las frecuencias absoluta y relativa de las variables cualitativas, y se confeccionaron cuadros de doble entrada con frecuencias absolutas y relativas, calculadas por columnas. También se estimaron la media, la mediana y la desviación estándar de las variables cuantitativas.

Para investigar las relaciones entre las variables categóricas se utilizó la prueba χ^2 de Pearson, cuando fue posible, y, cuando no lo fue, en las tablas de 2×2 , se calculó el estadístico exacto de Fisher.

Con el fin de analizar la diferencia entre las variables cuantitativas, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para muestras independientes y la prueba de Kruskal-Wallis para grupos más numerosos, en ambos casos, porque no se pudo suponer la normalidad de la distribución de los datos.

Se empleó el programa SPSS, Windows v. 22 para los análisis estadísticos y el programa Excel para confeccionar los gráficos y tablas. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p = 0,05$.

RESULTADOS

De los 61 pacientes tratados con artroplastia total de tobillo en nuestro Centro, 30 (49%) se perdieron durante el seguimiento, lo que arrojó un total de 31 en estudio. La edad promedio era de 55,8 años (rango 87-32, DE $\pm 14,6$). Ningún caso fue bilateral. Quince (48,4%) artroplastias se realizaron en tobillos derechos y 16 (51,6%), en tobillos izquierdos.

Tres pacientes (9,7%) eran diabéticos; tres (9,7%), tabaquistas y cuatro (12,9%) tenían artritis reumatoide. El índice de masa corporal promedio de la población era de 27,9 kg/m² (DE $\pm 4,3$). Diecinueve (61,3%) tenían cirugías previas de tobillo.

La etiología más frecuente de la artrosis fue la postraumática (67,7%; 21 casos).

Se realizaron procedimientos agregados a la artroplastia en 16 pacientes (51,6%): seis (19%) de partes óseas y 10 (23,3%) de partes blandas.

Cinco pacientes (16,1%) sufrieron complicaciones: dos (6,4%), una fractura intraoperatoria del maléolo interno que requirió la fijación en el mismo acto quirúrgico y tres, complicaciones posoperatorias: una fractura del maléolo medial que requirió reducción y osteosíntesis, una dehiscencia de la herida que mejoró con el tratamiento tópico y una fractura por estrés del quinto metatarsiano tratada con una bota Walker. No hubo casos que requirieran revisión de la artroplastia.

Alineación de la prótesis

En el posoperatorio inmediato, el ángulo alfa promedio fue de 88,7° (rango 82-92,6; DE $\pm 2,61$) y el ángulo beta promedio, de 84,46° (rango 78,62-91,40; DE $\pm 3,59$).

La alineación del componente tibial en el plano frontal fue neutra en 25 (80,6%) pacientes; de los restantes, seis (19,4%) fueron en valgo y 0 (0%) en varo. Con respecto a la alineación en el plano sagital (beta), se logró una alineación neutra en 14 (43,4%) pacientes, valores positivos en 17 (54,8%) y ninguno con valor negativo.

En cuanto al centro de rotación del astrágalo en relación con el eje longitudinal de la tibia (*offset*), se obtuvo una alineación neutra en nueve (29%) pacientes, una por delante del eje en 22 (71%) y ninguna por detrás.

En 19 (61%) pacientes, se observó la falta de cobertura posterior en la radiografía inmediata, con un promedio de cobertura del 95,26% (rango 84-104,17).

Las variables antes mencionadas no sufrieron modificaciones estadísticamente significativas a lo largo de los dos años de seguimiento (Tabla 1).

Tabla 1. Alineación inmediata posoperatoria en el plano anteroposterior y lateral

Ángulo alfa (media)	88,69°
Ángulo beta (media)	84,74°
Varo	0%
Valgo	19%
Neutro	25%
Offset negativo	0%
Offset neutro	29%
Offset positivo	71%

Calcificaciones heterotópicas

La prevalencia de CH en el plano sagital después de un año fue del 0% en la región anterior y del 80% en la posterior; esta última aumentó significativamente hasta un 96% a los dos años de seguimiento. Además, se incrementó no solo la incidencia, sino también el grado de calcificación (Tabla 2).

Tabla 2. Calcificaciones heterotópicas en el plano lateral

	Primer año	Segundo año
Brooker 0	19,4%	3,2%
Brooker 1	16,1%	12,9%
Brooker 2	22,6%	6,5%
Brooker 3	29%	32,3%
Brooker 4	12%	45,2%
Jung 0	93,5%	93,5%
Jung 1	6,5%	6,5%
Jung 2	0%	0%
Jung 3	0%	0%
Jung 4	0%	0%

En la radiografía en el plano coronal, sobre la base de la clasificación descriptiva propuesta en este estudio, 22 pacientes (70,9%) tenían CH en el primer año posoperatorio y 29 (93,5%), a los dos años de la cirugía (Tabla 3).

Tabla 3. Calcificaciones heterotópicas en el plano coronal

	Primer año	Segundo año
0	29,03%	6,50%
M3b	22,65%	19,40%
M2a	12,83%	9,70%
M2b	6,45%	12,90%
M3a	6,45%	3,20%
1	3,23%	3,20%
L2b	3,23%	3,20%
L3a	3,23%	3,20%
L3b	3,23%	3,20%
M3a	3,23%	3,20%
M4	3,23%	3,20%
L2a	3,23%	12,00%
M3c	0,00%	16,10%

Resultados funcionales

Se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa tanto en el puntaje de la escala de la AOFAS (preoperatorio/posoperatorio: 31,90/80,94), como en el de la EAV (preoperatorio/posoperatorio: 8,7/1,97) (Tabla 4).

En cuanto al cuestionario SF-36, se lograron muy buenos resultados en cuanto al dolor, el rol social y el rol emocional, y buenos resultados para el rol físico, la vitalidad y la percepción de la salud general.

Tabla 4. Evaluación clínica

	Preoperatorio	Posoperatorio	p
Escala de la AOFAS	32	81	<0,005
EAV	9	2	<0,005

AOFAS = American Orthopaedic Foot and Ankle Society; EAV = escala analógica visual.

Correlaciones

Los pacientes con artrosis primaria tuvieron una proporción mayor de estadios elevados de CH posteriores al primero y segundo año posoperatorio. La proporción de CH posteriores fue más alta en las mujeres a los dos años de la cirugía, ambas correlaciones no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$). La edad mayor se relacionó con estadios elevados de CH posteriores a los dos años de la operación, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

No se observó una relación entre la cobertura posterior de la tibia y estadios elevados de CH posteriores al año y al segundo año, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

En relación con los parámetros de alineación, se observó que, a mayor deseje en el plano coronal (ángulo alfa), mayor grado de CH en el compartimento posterior a los dos años ($p > 0,05$). En el plano sagital, a medida que disminuyó el ángulo beta (aumento de la inclinación tibial lateral), se incrementó el grado de CH posteriores a los dos años de la cirugía. No obstante, ambas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Si bien hallamos una relación entre deseje en valgo y estadios elevados de CH posteriores al año tras la cirugía, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

No hubo una relación estadísticamente significativa entre el puntaje de la escala de la AOFAS y estadios elevados de CH posteriores. Se observó que el puntaje en la EAV disminuyó con el incremento de estadios elevados de CH posteriores a los dos años de la operación, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Con respecto al cuestionario SF-36, el promedio de rol físico es menor en estadios elevados de CH posteriores a los dos años; la limitación emocional y la percepción de la salud general son menores en estadios elevados de CH posteriores a los dos años y las diferencias fueron estadísticamente significativas en las tres variables ($p < 0,05$).

El 71% de los pacientes tenía CH en el plano anteroposterior al año de la cirugía, y el 93,5%, al segundo año. El 19% presentó CH en más de una localización a los dos años.

DISCUSIÓN

Las CH son un fenómeno frecuente luego de una artroplastia total de tobillo. Se las ha relacionado con ciertas variables demográficas y antecedentes personales. Lee y cols.¹² afirman que no hay diferencias con relación al sexo, la edad, el índice de masa corporal, la causa de la artrosis y las cirugías previas. Por su parte, Valderrabano y cols.¹³ sostienen que las CH son más frecuentes en pacientes con artrosis postraumáticas, mientras que Manegold y cols.³ no hallaron una asociación entre el sexo ni la etiología de la artrosis con dichas osificaciones. Por el contrario, Choi y Lee⁹ observaron que el sexo masculino tenía el doble de incidencia de CH. En nuestro estudio, las CH fueron más frecuentes en el sexo femenino ($p > 0,05$). Si bien la etiología más común de la artrosis de nuestros pacientes concuerda con la publicada (postraumática),¹³ no se halló una relación directa con las CH ($p > 0,05$).

En nuestro estudio, la prevalencia de CH fue del 6,5% en la región anterior y del 80% en la posterior; esta última aumentó significativamente hasta un 96% a los dos años de seguimiento, lo que coincide con lo comunicado por Manegold y cols.:³ del 86,4% (76/88) ($p = 0,002$) hasta el 99% (87/88) luego de tres años de seguimiento. Además, en nuestra serie, aumentó no solo la incidencia de CH, sino también su estadio (Tabla 2).

Los informes publicados sobre CH en artroplastia de tobillo son dispares, ya que algunos autores no discriminan las distintas localizaciones. La mayoría de los estudios se limita a analizar principalmente las CH posteriores.¹² Se comunica que las CH aparecen, a menudo, como una sombra amorfa que suelen ser notadas en la radiografía a partir del primer mes del posoperatorio.¹² Jung y cols.¹¹ publicaron que pudieron detectar CH (en el compartimento anterior) a partir de la sexta semana posoperatoria. En 2011, en una serie de 90 tobillos operados, Choi y Lee⁹ informaron que 31 tobillos tenían CH y que, en 30, aparecieron durante el primer año posterior a la cirugía. Asimismo, se publicaron estudios en los cuales las CH aparecieron dentro de los primeros dos años luego de la artroplastia de tobillo.⁹ Lee y cols.¹² afirmaron que la prevalencia publicada de estas CH suele oscilar entre el 3,8% y el 82%, y comunicaron un 25% (20 pacientes de 80) de CH posoperatorias en su serie de pacientes a quienes se les habían con la prótesis Hintegra®. Natensy cols. hallaron una prevalencia del 42% en 26 pacientes. En el estudio de Valderrabano y cols.,¹³ el 63% de los pacientes tuvo CH; San Giovanni y cols. comunicaron una incidencia del 82% con la prótesis Mobility®, todas en la región posterior del tobillo. Ninguno de estos pacientes requirió tratamiento porque no tenían síntomas ni síndrome friccional del tobillo.

En cuanto a las CH posteriores, se ha publicado que el 40,6% de los pacientes sometidos a artroplastia con Hintegra® tuvo CH: un caso (7,7%) estadio Brooker 1; dos casos (15,4%), estadio Brooker 2 y 10 casos (76,9%) estadio Brooker 3.¹⁰ Por su parte, Haytmanek y cols.¹⁴ observaron un 100% de CH posteriores (79 pacientes) al final del seguimiento e informaron que los grados 2 (31,6%) y 3 (51,9%) eran los más relevantes, seguidos del grado 1 (13,9%) y el grado 4 (2,5%). Lee y cols.¹² publicaron que un 25% de sus pacientes operados con Hintegra® presentaron CH posteriores: cuatro Brooker 1 (20%), cinco Brooker 2 (25%), cuatro Brooker 3 (20%) y siete Brooker 4 (35%). Kerkhoff y cols.¹⁵ hallaron una incidencia en el compartimento posterior del 71,6% (73 tobillos). En un estudio con 107 pacientes, King y cols.⁵ observaron un 86% de crecimiento óseo posterior a los 18 meses de la cirugía. En nuestra serie, el porcentaje de CH posteriores fue del 80%, con una mayor prevalencia de grados ele-

vados (Brooker 4), lo que coincide con lo publicado por los autores ya citados; a su vez, esta prevalencia aumentó significativamente hasta un 96% a los dos años de seguimiento.

La presencia de CH anteriores en la artroplastia de tobillo también ha sido poco estudiada. Lee y cols.¹² explicaron que, como son menos frecuentes, se las estudia y publica menos. Estos autores analizaron una serie de 80 artroplastias, en la que hubo solo tres casos (3,75%) de osificaciones anteriores. En nuestra serie, solo dos pacientes (6,5%) tenían CH anteriores al final del seguimiento. Se podría pensar, además, que el muro anterior del componente tibial típico del diseño de la Hintegra® evitaría la formación de dichas calcificaciones anteriores.¹² Tan es así que King y cols.,⁵ al comparar dos poblaciones operadas con las prótesis Hintegra® y Salto Talaris®, observaron una mayor cantidad de osificaciones anteriores en pacientes con la prótesis Salto Talaris®.

Respecto a las osificaciones en el plano frontal, los escasos estudios que mencionan la incidencia de CH en el plano anteroposterior indican que la prevalencia es del 56,8% en la zona medial.¹⁵ Lee y cols.¹² dividieron el tobillo en cuatro cuadrantes y detectaron CH en el cuadrante posteromedial en cinco casos (25%), en el cuadrante posterolateral, en cinco casos (25%), en los cuadrantes anteromedial y posterolateral, en dos casos (10%) y en los cuadrantes anterolateral y posteromedial, en solo un caso (5%).

Sobre la base de la clasificación descriptiva propuesta en este estudio, 22 pacientes (70,9%) presentaron CH al primer año posoperatorio, aumentó a 29 pacientes (93,5%) a los dos años posoperatorios en el plano coronal, la zona medial fue la ubicación más frecuente.

En relación con el análisis del eje del tobillo, Choi y cols.,¹⁰ en su estudio de 32 pacientes operados con la prótesis Hintegra®, el 84% tuvo una alineación neutra; el 12%, en varo y el 3%, en valgo. King y cols.⁵ agregan que se colocaron más prótesis con una pendiente (ángulo beta) positiva que aquellas neutras o negativas en el plano sagital. Haytmanek y cols.¹⁴ obtuvieron un ángulo alfa promedio de 87,8° y uno beta de 87,5°. Manegold y cols.³ informan que se logró la alineación neutra frontal en el 84,1%, el 14,8% estaba en varo y una sola prótesis (1,1%) fue implantada en valgo. Dos tercios de los pacientes (59/88; 67%) presentaron una alineación neutra de la pendiente sagital. Si bien este estudio halló una correlación entre la falta de alineación en el plano anteroposterior (varo), esta no fue estadísticamente significativa.

En nuestro caso, con respecto a la alineación del componente tibial en el plano frontal, se logró una alineación anatómica en 25 (80,6%) pacientes; seis (19,4%) fueron en valgo y ninguno fue en varo. En cuanto a la alineación del componente tibial en el plano sagital (beta), se logró una alineación neutra en 14 (43,4%) pacientes, valores positivos en 17 (54,8%) y ninguno tuvo un valor negativo. Acerca del centro de rotación del astrágalo en relación con el eje longitudinal de la tibia (*offset*), se logró una alineación neutra en nueve (29%) pacientes, una alineación por delante del eje normal, en 22 (71%) y ninguno tuvo un *offset* detrás del eje normal.

El estudio de la falta de cobertura posterior de la tibia ha ganado interés últimamente como consecuencia de las teorías que sugieren que la falta de cobertura posterior del corte tibial daría mayor exposición ósea, lo que predispondría a la aparición de osificaciones posteriores,^{11,16} esto explicaría por qué son tan frecuentes en esta localización.¹² Se han descrito distintas formas de medirlo para los diversos modelos de prótesis, por lo que no existe aún un método estandarizado de medición y esto dificulta las comparaciones.

En 2013, King y cols.⁵ comunicaron una cobertura tibial media del 89% (rango 73-100) con el modelo Salto Talaris®, y una correlación negativa entre la cantidad de cobertura tibial y el hueso hipertrófico formado. En 2011, Choi y Lee⁹ analizaron 90 tobillos operados con el modelo Hintegra® e informaron que 10 componentes (11,1%) eran pequeños; 79 (87,7%), óptimos y uno (1,2%), grande, pero no hallaron una asociación significativa entre las CH y el grado de cobertura. En nuestra serie, hubo cuatro (12%) casos de sobrecobertura; ocho (25,8%), de cobertura normal y 19 (61%) de falta de cobertura. La cobertura promedio total fue del 95,26%. Coincidiendo con los hallazgos de los autores citados, no hemos encontrado una relación significativa entre la falta de cobertura y la osteogénesis posterior.

En relación con la posición del eje de rotación astragalino, hemos tenido una menor proporción de casos con *offset* posteriores que los publicados. En una serie con la prótesis Hintegra®, hubo ocho (25%) casos con *offset* neutro, 21 (65%) casos anteriores y tres (9,4%) posteriores.¹⁰ Otras series informan 27 (30,7%) casos neutros, 28 (31,8%) anteriores y 33 (37,5%) posteriores.³ En nuestra serie, el *offset* fue neutro en nueve (29%) pacientes, anterior en 22 (71%) y no hubo casos con *offset* posterior.

Con relación a la mejoría del dolor (EAV) luego de la artroplastia, Jung y cols.¹⁷ publicaron que el puntaje medio de dolor disminuyó de 8,3 a 2,0 en pacientes con el modelo Hintegra®. Choi y cols.¹⁰ comunicaron un puntaje promedio en la EAV de 7,63 preoperatorio y de 2,13 posoperatorio en 22 pacientes con artroplastias con el modelo Hintegra®.

Algunos autores^{9,11} no hallaron una asociación entre el grado de CH y el resultado clínico (ni con la EAV ni la escala de la AOFAS). En nuestra serie, se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en el puntaje de la EAV (preoperatorio/posoperatorio: 8,7/1,97), con una tendencia similar a la publicada y una leve disminución del puntaje en la EAV con el incremento de estadios avanzados de CH posteriores al segundo año, aunque esto último no fue estadísticamente significativo ($p > 0,05$).

Se ha descrito extensamente que el puntaje de la escala de la AOFAS mejora luego de la artroplastia de tobillo. Diversos autores publicaron que el puntaje de la escala de la AOFAS mejoró entre el preoperatorio y el posoperatorio, de 46,50 a 81,84, de 45,7 a 85,2.^{10,11} En nuestra serie, observamos una mejoría estadísticamente significativa del valor de la escala de la AOFAS (preoperatorio/posoperatorio: 31,90/80,94). Tal como se publica en algunos estudios,^{9,15,18,19} no hallamos una relación entre la presencia de CH y peores resultados en la escala de la AOFAS ($p > 0,05$).

Si bien son escasos los artículos que evalúan la calidad de vida con el cuestionario SF-36 luego de una artroplastia total de tobillo,^{20,21} hallamos que el promedio de rol físico es menor en estadios elevados de CH posteriores, y la limitación emocional y la percepción de la salud general son menores en estadios elevados de calcificaciones, con diferencias estadísticamente significativas en las tres variables ($p < 0,05$).

En una revisión sistemática de 2020,² se afirmó que la tasa de reoperación debido a CH en pacientes con artroplastia de tobillo era del 7,2% (rango 0-32). Valderrabano y cols.¹³ comunicaron una de las mayores tasas de reoperación por CH, llegó al 34,2% del 63% de CH detectadas en sus pacientes. Otros autores publicaron tasas más bajas de reoperación, como Lee y cols.¹² (2,5%) y Overley y cols.¹ (2,3%). En nuestra serie, no hubo reoperaciones debido a osificaciones sintomáticas al igual que lo comunicado por King y cols.⁵

Las causas de la formación de las CH en la artroplastia aún se desconocen.¹¹ Se ha propuesto que la disección excesiva de tejidos blandos, los traumatismos en hueso, el exceso de debris óseo remanente en la cirugía y la aparición de hematoma podrían ser el origen de dichas osificaciones.^{12,22} Algunos autores sostienen también que el desaje del tobillo luego de la artroplastia podría predisponer a estas neoformaciones óseas,¹ y que la tensión crónica sufrida por ligamentos las provocaría.² Según nuestra experiencia, nuestros hallazgos y los datos publicados, creemos que los factores que predisponen a la aparición de dichas calcificaciones dependerían no tanto de variables del paciente, sino de aquellas variables propias de la técnica quirúrgica y del modelo de prótesis.

Las debilidades de nuestro estudio son la escasa cantidad de pacientes que nos impidió realizar, en algunos casos, una inferencia de relación estadística, no fue posible evaluar el rango de movilidad y su relación con el grado de calcificaciones, y su diseño retrospectivo. La evaluación tomográfica de las CH tendría una mayor sensibilidad que la radiográfica. Con respecto a las fortalezas existen pocos estudios que relacionen la alienación de la prótesis con el desarrollo de CH, la mayoría de las evaluaciones y clasificaciones se describen en el plano sagital sin tener en cuenta el coronal, además proponemos una clasificación descriptiva para las CH en el plano coronal, pues no hay publicaciones al respecto.²³ Posiblemente nuestra clasificación permitirá otorgarle el interés que merecen dichas osificaciones en futuros estudios.

CONCLUSIONES

En este estudio, detectamos una alta tasa de CH a los dos años de la cirugía, sin una relación clara entre los distintos parámetros de alienación de la prótesis y la formación de CH. No hallamos una relación entre la presencia de CH y peores resultados funcionales ni de dolor, excepto en los parámetros de calidad de vida (SF-36), como el rol físico, la limitación emocional y la percepción de la salud general, que empeoraron a medida que aumentó el grado de calcificaciones alrededor de la prótesis.

La clasificación que proponemos será útil para la descripción de las CH en el plano frontal y permitirá así poder estudiarlas. Observamos que estas tienen una alta prevalencia y que, en la actualidad, se las ha subestimado, tal vez porque no hay una clasificación que facilite su estudio.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de P. Valenti: <https://orcid.org/0000-0001-6946-4127>
 ORCID de J. Verbner: <https://orcid.org/0000-0001-7040-2097>
 ORCID de P. Sotelano: <https://orcid.org/0000-0001-8714-299X>
 ORCID de M. G. Santini Araujo: <https://orcid.org/0000-0002-5127-5827>

ORCID de L. Conti: <https://orcid.org/0000-0003-2333-5834>
 ORCID de A. C. Parise: <https://orcid.org/0000-0001-7308-3693>
 ORCID de M. Carrasco: <https://orcid.org/0000-0002-1251-4936>

BIBLIOGRAFÍA

1. Overlay BD, Beideman TC. Painful osteophytes, ectopic bone, and pain in the malleolar gutters following total ankle replacement: management and strategies. *Clin Podiatr Med Surg* 2015;32(4):509-16. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2015.06.013>
2. Bemenderfer TB, Davis WH, Anderson RB, Wing K, Escudero MI, Waly F, et al. Heterotopic ossification in total ankle arthroplasty: case series and systematic review. *J Foot Ankle Surg* 2020;59(4):716-21. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2019.12.003>
3. Manegold S, Springer A, Landvoigt K, Tsitsilonis S. Heterotopic ossification after total ankle replacement: The role of prosthesis alignment. *Foot Ankle Surg* 2017;23(2):122-7. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2017.02.008>
4. Anghong C, Adams SB, Easley ME, Nunley JA. Heterotopic ossification following total ankle replacement: clinical significance and factors affecting its formation. *J Surg Orthop Adv* 2014;23(4):203-13. PMID: 25785471
5. King CM, Schubert JM, Christensen JC, Swanstrom KM. Relationship of alignment and tibial cortical coverage to hypertrophic bone formation in Salto Talaris® total ankle arthroplasty. *J Foot Ankle Surg* 2013;52(3):355-9. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2013.01.011>
6. Hintermann B, Valderrabano V, Dereymaeker G, Dick W. The HINTEGRA ankle: rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(424):57-68. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000132462.72843.e8>
7. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhava A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am* 1994;25(3):425-65. PMID: 8028886
8. Barg A, Elsner A, Chuckpaiwong B, Hintermann B. Insert position in three-component total ankle replacement. *Foot Ankle Int* 2010;31(9):754-9. <https://doi.org/10.3113/FAI.2010.0754>
9. Choi WJ, Lee JW. Heterotopic ossification after total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93(11):1508-12. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B11.27641>
10. Choi GW, Kim HJ, Yeo ED, Song SY. Comparison of the HINTEGRA and Mobility total ankle replacements. Short-to intermediate-term outcomes. *Bone Joint J* 2013;95-B(8):1075-82. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B8.31774>
11. Jung H-G, Lee S-H, Shin M-H, Lee D-O, Eom J-S, Lee J-S. Anterior heterotopic ossification at the talar neck after total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2016;37(7):703-8. <https://doi.org/10.1177/1071100716642757>
12. Lee K-B, Cho Y-J, Park J-K, Song E-K, Yoon T-R, Seon J-K. Heterotopic ossification after primary total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(8):751-8. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00178>
13. Valderrabano V, Hintermann B, Dick W. Scandinavian total ankle replacement: a 3.7-year average followup of 65 patients. *Clin Orthop Relat Res* 2004;(424):47-56. PMID: 15241143
14. Haytmanek CT, Gross C, Easley ME, Nunley JA. Radiographic outcomes of a mobile-bearing total ankle replacement. *Foot Ankle Int* 2015;36(9):1038-44. <https://doi.org/10.1177/1071100715583353>
15. Kerkhoff YRA, Kosse NM, Metsaars WP, Louwerens JWK. Long-term functional and radiographic outcome of a mobile bearing ankle prosthesis. *Foot Ankle Int* 2016;37(12):1292-302. <https://doi.org/10.1177/1071100716661477>
16. Buechel FF, Buechel FF, Pappas MJ. Ten-year evaluation of cementless Buechel-Pappas meniscal bearing total ankle replacement. *Foot Ankle Int* 2003;24(6):462-72. <https://doi.org/10.1177/107110070302400603>
17. Jung H-G, Shin M-H, Lee S-H, Eom J-S, Lee D-O. Comparison of the outcomes between two 3-component total ankle implants. *Foot Ankle Int* 2015;36(6):656-63. <https://doi.org/10.1177/1071100715573716>
18. Natens P, Dereymaeker G, Abbara M, Matricali G. Early results after four years experience with the S.T.A.R. uncemented total ankle prosthesis. *Acta Orthop Belg* 2003;69(1):49-58. PMID: 12666291
19. Wood PLR, Deakin S. Total ankle replacement. The results in 200 ankles. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(3):334-41. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.85b3.13849>
20. Lee G-W, Seon J-K, Kim N-S, Lee K-B. Comparison of intermediate-term outcomes of total ankle arthroplasty in patients younger and older than 55 years. *Foot Ankle Int* 2019;40(7):762-8. <https://doi.org/10.1177/1071100719840816>

21. Demetracopoulos CA, Adams SB, Queen RM, DeOrio JK, Nunley JA, Easley ME. Effect of age on outcomes in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2015;36(8):871-80. <https://doi.org/10.1177/1071100715579717>
22. San Giovanni TP, Keblish DJ, Thomas WH, Wilson MG. Eight-year results of a minimally constrained total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2006;27(6):418-26. <https://doi.org/10.1177/107110070602700606>
23. Del Vecchio JJ, Uzair AE, Ghioldi ME. Letter regarding: anterior heterotopic ossification at the talar neck after total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2017;38(8):930-2. <https://doi.org/10.1177/1071100717712986>