

ARTROPLASTIA TOTAL DE TOBILLO

José Enrique Galeote Rodríguez¹, Fernando Álvarez Goenaga²

¹ *Unidad de Pie y Tobillo. Hospital Clínico San Carlos. Madrid*

² *Unidad de Pie y Tobillo. Hospital San Rafael. Barcelona*

Después de los malos resultados iniciales de las prótesis de tobillo comunicados desde 1976, la aparición de nuevos implantes de 3 componentes y no cementados ha vuelto a despertar el interés de la cirugía ortopédica por este procedimiento. Las indicaciones clásicas como artrosis postraumática y artritis inflamatorias se ven actualmente ampliadas al realizarse correcciones de varo y valgo y cirugías complementarias.

Desde 1990 se están comunicando buenos resultados en cuanto al dolor y mantenimiento de la capacidad funcional, y las tasas de supervivencia se asemejan a las de otros implantes, como los de cadera o rodilla.

La principal complicación es el aflojamiento aséptico, que puede requerir el cambio de componentes o la artrodesis del tobillo. Aunque la artrodesis es un procedimiento vigente, la artroplastia de tobillo, realizada en pacientes bien seleccionados, es actualmente una opción electiva en las artropatías graves de tobillo.

PALABRAS CLAVE: *Artropatías del tobillo. Artrodesis. Artroplastia total de tobillo. Prótesis de tobillo.*

TOTAL ANKLE REPLACEMENT

After the initial poor results in total ankle replacement reported since 1976, the introduction of new three-component, non-cemented implants has reawakened the interest of orthopaedic surgeons for this procedure. The classical indications, such as post-traumatic osteoarthritis and inflammatory arthritides, have been currently expanded to valgus / varus corrections and complementary procedures.

Since the 1990's, good results are being reported for pain and maintenance of functional capacity, and the survival rates are similar to those reported for other replacement procedures such as those of the knee or hip.

The main complication is that of aseptic loosening, which may require component replacement or even ankle arthrodesis. Even though arthrodesis is still a valid procedure, total ankle replacement has become, in adequately selected patients, an elective option in severe ankle arthropathies.

KEY WORDS: *Ankle arthropathies. Arthrodesis. Total ankle replacement.*

INTRODUCCIÓN

La artrodesis de tobillo se ha considerado, hasta hace pocos años, el tratamiento de elección para la artrosis y artritis severa de esta articulación. Sin embargo, los resultados obtenidos con la artrodesis no siempre son satisfactorios. La artrodesis conlleva siempre una alteración de la biomecánica del retropié y del patrón de marcha⁽¹⁻³⁾ y, a largo plazo, es inevitable el deterioro de las articulaciones vecinas⁽⁴⁻⁷⁾. No es, además, una técnica exenta de complicaciones; con las

técnicas actuales, la tasa de pseudoartrosis varía entre el 5% y el 35% de los casos⁽⁸⁻¹³⁾.

La artroplastia de tobillo ofrece, al menos teóricamente, ciertas ventajas respecto a la artrodesis: menor alteración del patrón de marcha y menor repercusión sobre las articulaciones vecinas. A pesar de que las artroplastias realizadas en los años 70 y 80 del pasado siglo con prótesis de primera generación proporcionaron malos resultados, con tasas de complicaciones inaceptablemente altas⁽¹⁴⁻¹⁶⁾, en los últimos años la artroplastia de tobillo ha vuelto a despertar el interés de los cirujanos ortopédicos debido a los problemas que presenta la artrodesis a largo plazo, al éxito obtenido con las artroplastias en otras articulaciones, como la cadera y la rodilla, y a la mejoría en los diseños de las prótesis de segunda generación. La demanda del procedimiento por parte de los pacientes es creciente, y se están comunicando resultados satisfactorios a corto y medio plazo con este tipo de implantes⁽¹⁷⁻²²⁾.

Correspondencia:

*Dr. José Enrique Galeote Rodríguez
Unidad de Pie y Tobillo. Hospital Clínico San Carlos.
c/ Profesor Martín Lagos, s/n. 28040 Madrid
Correo electrónico: egaleoter@gmail.com*

Fecha de recepción: 19/02/2011

Es importante recordar que la artroplastia de tobillo y sus resultados no deben compararse con la artroplastia de cadera y rodilla, sino con la artrodesis de tobillo, que representa la principal alternativa de tratamiento en casos de artrosis severa de tobillo.

HISTORIA Y EVOLUCIÓN

La primera referencia de una artroplastia total de tobillo es la publicada en el año 1970 por Lord y Marotte⁽²³⁾. Estos autores implantaron una prótesis cementada similar a una prótesis de cadera, con un componente tibial de vástago largo y un componente astragalino de polietileno que requería una fusión subastragalina para su implantación. Los resultados con esta prótesis no fueron buenos y dejó de utilizarse⁽²⁴⁾.

Después aparecieron otros modelos protésicos que, con el paso del tiempo, se han clasificado como “prótesis de primera generación”. A continuación se mencionan algunos de los modelos más utilizados y su fecha de aparición: la prótesis de Smith^{®(25)} (1972); la prótesis ICLH^{®(26)} (Imperial College of London Hospital) (1972); la prótesis de St. Georg^{®(27)} (1973), que se implantaba a través de un abordaje lateral con osteotomía del peroné; la prótesis de Newton^{®(28)} (1973); la prótesis de Irving^{®(29)} (1975); la prótesis de Mayo^{®(30)} (1976); la prótesis New Jersey LCS^{®(31)} (1976) y la prótesis Bath & Wessex^{®(32)} (1984). La mayoría de estas prótesis se caracterizaban por ser prótesis cementadas, de 2 componentes, constreñidas, poco anatómicas y que requerían una importante resección ósea para su implantación.

Los resultados de estas artroplastias fueron alentadores a corto plazo^(29,33-35). Sin embargo, a medio y largo plazo, estos resultados empeoraban considerablemente^(14,36-38). Las complicaciones más frecuentes que conducían al fracaso eran: aflojamiento precoz, colapso óseo, rotura de los implantes, subluxación de los componentes, fracturas de los maléolos, problemas cutáneos e infección. Algunos autores llegaron a preguntarse si el tobillo podía ser protetizado^(14,39). En España, A. Viladot⁽¹⁶⁾ fue uno de los pioneros en este tipo de cirugía, implantando la primera prótesis de tobillo en el año 1975. Este autor presentó sus resultados en 39 tobillos con prótesis de primera generación Smith[®] y Bath & Wessex[®]; en el 44% de los pacientes el resultado fue bueno, y en el 56% fue regular o malo.

A medida que los primeros modelos dejaban de utilizarse, comenzaron a aparecer las prótesis que con el tiempo se conocerían como “de segunda generación”. Estas prótesis se beneficiaron del desarrollo de diversos factores: la fijación biológica (no cementada), diseños más anatómicos y más congruentes, prótesis de 3 componentes, instrumentación más precisa y menor resección ósea.

Las primeras prótesis de segunda generación todavía son de 2 componentes: la prótesis TNK^{®(40)} (1980), cuyos

componentes tibial y astragalino son de cerámica, y la prótesis Agility^{®(41)} (1984), que requiere una artrodesis tibio-peronea distal para su implantación. Más tarde surgieron los modelos de 3 componentes, con un polietileno móvil. Algunos de los modelos de 3 componentes más utilizados son: la prótesis Buechel-Pappas^{®(42)} (1998), la prótesis STAR^{®(43)} (1990), la prótesis Salto^{®(44)} (1998), la prótesis Ramses^{®(45,46)} (1998), que tenía una versión cementada y otra sin cementar (**Figura 1**), la prótesis AES^{®(47)} (1998) y la prótesis Hintegra^{®(48)} (2000). Recientemente (2005) han aparecido dos modelos nuevos: la prótesis Mobility[®] (**Figura 2**) y la BOX[®].

BIOMECÁNICA DEL TOBILLO APLICADA A LOS IMPLANTES

En los últimos años se han realizado estudios biomecánicos que han aportado información interesante sobre la artroplastia de tobillo⁽⁴⁹⁾. A continuación expondremos algunos de estos conceptos biomecánicos.

La prótesis de tobillo debe ser lo más anatómica posible para intentar reproducir el movimiento normal del tobillo. El componente astragalino debe ser cilíndrico o troncocónico, similar al astrágalo humano.

La estabilidad del tobillo en varo y valgo en carga depende de la forma de las superficies articulares de la prótesis; en las prótesis esféricas, esta estabilidad pasa a depender de los ligamentos laterales del tobillo. Sin embargo, la estabilidad anteroposterior sí depende de los ligamentos laterales, por lo que su integridad es fundamental al realizar una artroplastia.

La resección ósea debe ser mínima a ambos lados de la articulación para facilitar la cirugía de revisión o la posible artrodesis. Además, a medida que nos alejamos de la superficie articular, la resistencia del hueso va disminuyendo, tanto en la tibia como en el astrágalo. La prótesis debe apoyarse en la mayor superficie posible de hueso para una mejor transmisión de fuerzas y para evitar el colapso óseo. La transmisión de fuerzas a nivel de la tibia se realiza principalmente por la cortical. Debe evitarse dañar o debilitar la cortical anterior de la tibia.

Existen dos conceptos básicos en la biomecánica de las prótesis de tobillo: la constricción y la congruencia. Cuanto más constreñida es una prótesis, mayores son las fuerzas de cizallamiento en la interfase implante-hueso, lo cual favorece el aflojamiento precoz. Por otro lado, cuanto mayor es la congruencia entre los componentes protésicos, menor es el desgaste del polietileno. La asociación de estos dos aspectos se solucionó con la aparición de las prótesis de 3 componentes con un componente intermedio móvil, las cuales presentan una constricción baja (menor aflojamiento) y están formadas por 2 articulaciones muy congruentes (menor desgaste de polietileno).



Figura 1. Prótesis Ramses®. Rx postoperatoria.
Figure 1. Ramses® prosthesis. Postoperative X-ray film.



Figura 2. Prótesis Mobility®. Foto postoperatoria.
Figure 2. Mobility® prosthesis. Postoperative image.

La prótesis debe estar bien alineada, y los ligamentos, correctamente equilibrados. El componente de polietileno debe ser completamente congruente con las superficies metálicas, no tiene que sobrepasar el componente metálico y debe ser suficientemente grueso (al menos 5 mm).

En base a la información que tenemos en la actualidad, podemos afirmar que una prótesis de tobillo debería tener las siguientes características: tener 3 componentes, con polietileno móvil, baja constricción, alta congruencia, componentes anatómicos (cilíndricos o troncocónicos, no esféricos), fijación biológica (no cementada), mínima resección ósea e instrumental preciso.

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

La artroplastia total de tobillo está indicada en las fases avanzadas de deterioro articular debido a: artrosis primaria, artrosis postraumática o enfermedad inflamatoria⁽⁵⁰⁾. Hoy en día, las secuelas postraumáticas representan la etiología más frecuente de la artrosis de tobillo (80% de los casos). Este origen postraumático plantea dos inconvenientes: por un lado, la mayoría de los pacientes son jóvenes y su actividad física puede ser importante; por otro lado, son pacientes que con frecuencia han sido sometidos a cirugía previa y presentan alteraciones anatómicas, mayor afectación de los tejidos blandos y rigidez.

A diferencia de otras articulaciones, muchos de los pacientes que presentan una artrosis de tobillo no pueden ser tratados mediante una artroplastia. Para poder implantar una prótesis, es necesario que se cumplan varios requisitos:

- Suficiente *stock* óseo, tanto en la tibia como en el astrágalo
- Buen estado de los tejidos blandos que rodean el tobillo, especialmente la piel
- Correcta alineación del tobillo y el retropié: más de 10° en varo o valgo no son en principio aconsejables
- Tobillo estable
- Movilidad parcialmente conservada (al menos 10° de flexión dorsal y 20° de flexión plantar)
- Correcto estado neurológico y vascular de la extremidad
- Paciente no inmunodeprimido
- Actividad física suave, tanto laboral como deportiva

Las contraindicaciones de la artroplastia son numerosas y pueden clasificarse como relativas y absolutas⁽⁴⁹⁾.

- Contraindicaciones relativas:
 - Paciente joven (menor de 50 años)
 - Obesidad (más de 95 kg)
 - Graves alteraciones anatómicas por traumatismo severo
 - Necrosis avascular del cuerpo del astrágalo menor del 50%
 - Osteoporosis u osteopenia grave
 - Tratamiento prolongado con corticosteroides
 - Actividad deportiva o laboral moderada
- Contraindicaciones absolutas:
 - Artropatía neuropática (enfermedad de Charcot)
 - Infección activa o reciente
 - Diabetes mellitus insulino dependiente
 - Necrosis avascular del cuerpo astrágalo mayor del 50%
 - Desalineación irremediable de la extremidad
 - Lesiones graves de los tejidos blandos alrededor del tobillo
 - Trastorno sensitivo o motor del pie o la pierna
 - Actividad deportiva o laboral intensa

La edad del paciente es una cuestión controvertida. En nuestra opinión, en la franja de edad entre los 40 y los 60 años, la artroplastia estaría indicada en pacientes con un estilo de vida sedentario. En pacientes con mayor actividad física, tanto laboral como deportiva, preferimos una

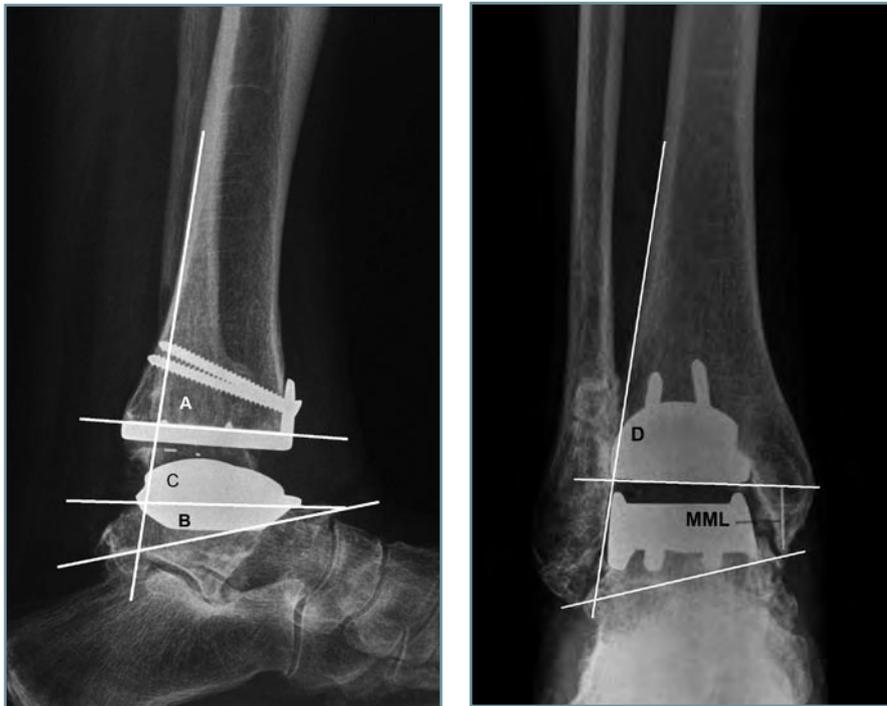


Figura 3. A: Prótesis Hintegra®. Valoración radiológica de ángulos. Rx lateral. B: Valoración radiológica de ángulos. Rx anteroposterior.

Figure 3. A: Hintegra® prosthesis. Lateral X-ray image for angle assessment. B: Anteroposterior X-ray image for angle assessment.

artrodesis, ya que pensamos que la supervivencia de la prótesis será menor en estos pacientes más activos. La diabetes mellitus se considera actualmente una contraindicación, por el mayor riesgo de infección y la posibilidad de desarrollar una artropatía neuropática del tobillo.

El paciente ideal para una artroplastia total de tobillo sería una persona con una edad aproximada de 70 años, cuya artrosis no es de origen traumático, sin cirugía previa, con un tobillo bien alineado, estable y móvil, y con buen estado de las partes blandas. Es difícil que veamos en nuestra consulta un paciente que reúna todas estas características. Sin embargo, las indicaciones de la artroplastia pueden ampliarse mediante cirugía asociada. En este sentido, es importante no considerar la artroplastia como un procedimiento aislado, sino como parte de la reconstrucción global de la extremidad. Los gestos quirúrgicos que pueden asociarse a la artroplastia son: osteotomía proximal o distal de la tibia para corregir alteraciones de la alineación, osteotomía de calcáneo para corregir desviación en varo o valgo, artrodesis subastragalina, alargamiento del tendón de Aquiles, reparación de los ligamentos laterales del tobillo, etc. Estos gestos quirúrgicos asociados permiten solucionar algunas de las contraindicaciones relativas y, de esta manera, ampliar las indicaciones⁽⁵¹⁾.

VALORACIÓN RADIOLÓGICA

Para la valoración específica de la prótesis de tobillo se aceptan generalmente los criterios de Pyevich⁽⁵²⁾, establecidos sobre Rx anteroposterior y lateral en descarga, que describe tres valores angulares y uno lineal que permitirían valorar la posición y posible migración de los componentes.

Rx lateral (Figura 3A):

- Ángulo A: formado por el eje longitudinal de la tibia tomado en su cortical posterior y una línea (A) paralela a la superficie superior del componente tibial.

- Ángulo B: formado por una línea (B) que une los puntos superoanterior y posteroinferior del astrágalo y una línea (C) que recorre el borde inferior del componente astragalino. El ángulo formado por las líneas A y C valdría además para cuantificar la movilidad real del tobillo en las Rx funcionales.

Rx anteroposterior (Figura 3B):

- Ángulo D: formado por una línea que discurre por la cortical externa de la tibia y otra marcada por la superficie articular del componente tibial.

- Línea medial maleolar (MML): distancia vertical entre la superficie articular del componente tibial y la punta del maléolo interno. Sirve para valorar un posible hundimiento del componente.

Una variación de 5° en cualquiera de los ángulos indicaría migración de componentes.

Se establecerían además 3 zonas numeradas de adelante atrás en la Rx lateral y 6 zonas numeradas de medial a lateral en la anteroposterior para valorar la radiotransparencia (2 mm o menos) y la osteolisis (más de 2 mm).

RESULTADOS

La búsqueda inicial de alternativas protésicas a la artrodesis en las artropatías graves de tobillo en plena era de expansión de los implantes (1975-1985) produjo inicialmente resultados mediocres. Kitaoka y Patzer⁽¹⁵⁾ revisan 204 prótesis de tobillo implantadas en la Clínica Mayo entre 1974 y 1988 con sólo un 19% de resultados considerados buenos, un 36% de fracasos que requirieron la retirada del implante, y una tasa de supervivencia del mismo del 65% a los 10 años. Newton⁽³⁴⁾ en 1982 observa altas tasas de aflojamiento aseptico (75%) en modelos cementados sin una relación directa con los resultados clínicos, que considera aceptables, lo que

contraindica el procedimiento en alteraciones de los ejes superiores a 20°, necrosis del astrágalo y pacientes reumatoideos en tratamiento corticoideo.

Pyeovich⁽⁵²⁾ revisa las 100 primeras prótesis Agility® y, ya con un seguimiento medio de 5 años, presenta un 93% de resultados satisfactorios, con un 6% de revisiones del implante. En Europa, Kofoed⁽⁵³⁾ revisa 52 prótesis STAR® en artrosis y artritis reumatoide, con unas tasas de supervivencia del implante similares en ambas patologías y superiores al 70% a los 10 años. Estos 2 últimos artículos, considerados clásicos, ambos publicados en 1998, junto con la evolución de los primeros modelos constreñidos y cementados hacia semiconstreñidos, no cementados y de 3 componentes, con menisco de polietileno, vuelven a despertar interés por un procedimiento inicialmente condenado⁽³⁹⁾.

Sobre los mismos diseños protésicos, Wood y Knecht^(18,54) publican, 5 años más tarde, amplias series (200 y 132, respectivamente), con seguimientos superiores a 9 años en el caso del primero y de 4 en el segundo. La tasa de revisión que condujo a la realización de una artrodesis se sitúa en el 11%, y un 90% de los pacientes se declaran satisfechos con el procedimiento.

Desde entonces, se vienen publicando resultados con diversos implantes tanto en EE. UU. como en Europa, si bien hasta 2008 todo lo publicado tiene un nivel de evidencia IV y se basa en trabajos retrospectivos⁽⁵⁵⁾. Otro dato relevante es que algunas de estas series con tasas de supervivencia del 95% a 5 años parten de autores o centros que guardan alguna vinculación con el diseño del implante^(53,54), manteniéndose una cierta discrepancia con los resultados de otros autores que refieren supervivencias notablemente inferiores (67-80%)^(55,56).

Las publicaciones más recientes ofrecen tasas de supervivencia de la prótesis de tobillo del 93% a 5 años^(18,57) y del 85% a los 10 años^(58,59), similares a las de otros implantes, no teniéndose aún datos contrastables en seguimientos largos. Las cifras ofrecidas por los registros nacionales europeos de prótesis presentan una supervivencia general de las prótesis de tobillo del 77% a 10 años, con unas tasas de revisión de 3,29 por 100 componentes en un año, frente a 1,29 para la cadera y 1,26 para la rodilla⁽⁶⁰⁾.

En todas ellas, el denominador común es un alto grado de satisfacción de los pacientes y una significativa mejoría en la puntuación de la escala de la AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society)⁽⁶¹⁾, fundamentalmente a expensas del dolor y en una medida más variable, del resto de parámetros funcionales. Un cierto dolor residual se mantiene entre el 23% y el 46% según varios autores^(19,54).

Actualmente se implantan en el mundo una gran diversidad de prótesis (en torno a 20) de tobillo, en su mayoría de 3 componentes y sin cementar. Estudios retrospectivos comparativos^(62,63) no han encontrado diferencias significativas entre los resultados de diferentes modelos.

La edad en el momento de la implantación puede ser un condicionante; Spirt⁽⁶⁴⁾ encuentra mayor tasa de supervivencia y menor riesgo de reintervención en pacientes mayores de 54 años.

En cuanto a los beneficios que puede aportar la prótesis de tobillo se cuentan: una marcha normal, conservación de la movilidad y disminución de la repercusión sobre las articulaciones vecinas que produce la artrodesis. Estudios comparativos sobre la marcha realizados en ambos procedimientos muestran un patrón de marcha más normalizado y simétrico en las artroplastias, aunque no se consigue un resultado mucho mejor en cuanto a velocidad y longitud del paso⁽⁶⁵⁾.

Respecto a la movilidad conseguida, la mayor parte de las series consultadas^(51,66,67) refieren valores similares a los preoperatorios o una ligera mejoría del rango de movilidad entre 4° y 14°. Aunque es de esperar una importante mejoría en la calidad de la marcha y la funcionalidad general, no resulta posible realizar actividades deportivas más allá de lo puramente recreativo, fundamentalmente natación, bicicleta o senderismo⁽⁶⁸⁾.

Tradicionalmente, uno de los límites técnicos para la indicación de prótesis de tobillo era la alteración de los ejes tanto en varo como en valgo superiores a 10°, puesto que la capacidad de corregir esta deformidad con este procedimiento es limitada, comunicándose malos resultados en cuanto a mal posicionamiento, aflojamiento de componentes y desgaste del polietileno⁽⁶⁹⁾. La mayor versatilidad de los implantes actuales y la realización de gestos quirúrgicos asociados permite ampliar estos límites.

Si la deformidad obedece a una articulación incongruente, se puede realizar una amplia liberación interna, que incluya actuación sobre estructuras como el tendón tibial posterior o ligamento deltoideo, plastias externas o plicaturas capsulares. Doets⁽⁷⁰⁾ propone también la osteotomía con alargamiento del maléolo interno como alternativa a estas actuaciones sobre las partes blandas.

En deformidades con articulación congruente, se puede recurrir a ampliar el corte tibial y utilizar mayores espesores de polietileno. Para alinear el retropié, pueden realizarse osteotomías de calcáneo o artrodesis subastragalinas. Utilizando estas técnicas correctoras asociadas, algunos autores⁽⁷¹⁻⁷³⁾ no encuentran diferencias de resultados entre tobillos con eje normal y desviaciones de hasta 30° en el plano frontal. De cualquier modo, la colocación de una prótesis de tobillo en desviaciones axiales superiores a 10° exige cierta experiencia con el procedimiento⁽⁷⁴⁾. No existe tampoco un criterio uniforme en cuanto a realizar estos procedimientos durante la implantación de la prótesis o en un tiempo quirúrgico diferente, anterior o posterior.

Los buenos resultados en situaciones biomecánicas desfavorables han hecho extender la indicación de artroplastia a tobillos artrodesados con persistencia del dolor⁽⁷⁵⁾. Aunque

es difícil situar los cortes y calcular las resecciones óseas, utilizando implantes estables y tamaños mayores de componente astragalino se pueden obtener buenos resultados, con un rango de movilidad de hasta 24°.

COMPLICACIONES

Las complicaciones de las prótesis de tobillo se clasifican como: de bajo grado (leves), de grado medio (moderadas) y de alto grado (graves) en función de la repercusión sobre el futuro del implante⁽⁷⁶⁾. Complicaciones de grado bajo o leves serían las fracturas maleolares, que no son raras en la propia cirugía o en el postoperatorio inmediato⁽⁵⁹⁾ y no suelen tener gran relevancia si son tratadas correctamente. Si la fractura se produce intraoperatoriamente, debe ser reducida y sintetizada. Si se produce en el postoperatorio inmediato y no está desplazada, se puede tratar mediante inmovilización. Las fracturas producidas más adelante pueden ocurrir hasta en un 20% de los casos⁽⁷⁷⁾ y son ya complicaciones de grado medio que pueden llevar al fracaso del implante.

Es un hecho llamativo que la extremidad operada pueda mantenerse hinchada hasta un año después de la cirugía; esta tumefacción es mayor en pacientes que han sufrido intervenciones previas.

Las complicaciones cutáneas como dehiscencia y necrosis de bordes cutáneos se producen con una gran variabilidad registrada entre un 4% y un 28% según las series⁽⁷⁸⁻⁸⁰⁾. Se producen en menor medida con los nuevos diseños⁽⁶⁶⁾ y no suelen requerir procedimientos plásticos para su resolución. Al igual que en la cadera y la rodilla, la enfermedad inflamatoria incrementa significativamente el riesgo de complicaciones cutáneas y aumenta hasta 14 veces el riesgo de reintervención⁽⁸¹⁾, lo que debe tenerse en cuenta, al ser la artritis reumatoide una de las indicaciones electivas de la prótesis de tobillo.

Complicaciones graves que llevan al fracaso de la prótesis son el aflojamiento y la infección. La infección es rara y se da en un 3-4% de los casos⁽⁸²⁾, presentándose con una frecuencia similar a la encontrada en otros grandes implantes.

El aflojamiento aséptico de los componentes es, con mucho, la causa más frecuente de fracaso de las prótesis de tobillo y la que tiene un mayor impacto en la evolución del procedimiento⁽⁸³⁾. Las causas son múltiples: una incorrecta implantación de los componentes, mala calidad ósea (necrosis avascular, hueso esclerótico), existencia de fuerzas de cizallamiento en la interfase hueso-implante, o un inapropiado recubrimiento de las superficies metálicas (mejor con hidroxiapatita o fosfato tricálcico). Para facilitar la osteointegración del implante es fundamental una correcta fijación primaria y la carga parcial precoz.

En una revisión de diversas series que comprende 1.105 artroplastias, Gougoulis⁽⁶⁷⁾ encuentra un índice de fracaso

medio por aflojamiento del 9,8%, con un rango que va del 4% al 15% a los 5 años. En la mayoría de los casos de esta serie (62%) se pudo realizar revisión de los componentes, en el 30%, artrodesis, y sólo un 2,5% terminaron en amputación.

Signos radiológicos de aflojamiento como hundimiento o migración de componentes se aprecian en un porcentaje que oscila entre el 15% y el 45% en estas mismas series, sin que se haya precisado cirugía de revisión. Un dato llamativo lo constituyen las líneas radiotransparentes alrededor del implante, que se observan hasta en un 86% de los casos⁽⁵⁴⁾ y que no presentan repercusión clínica.

La aparición de osteolisis, con cavidades > 10 mm alrededor de los implantes, ha sido documentada en un 37% de los casos en un modelo de titanio con recubrimiento de hidroxiapatita (*ankle evolutive system* [AES®])⁽⁸⁴⁾. Dado que estos materiales son comunes a diversos modelos actualmente en uso, los autores de este estudio recomiendan prudencia con estas prótesis hasta que se aclaren las causas que producen dicha osteolisis.

Otras causas que pueden producir movilización de componentes son: colapso, que puede deberse a una excesiva resección ósea, incorrecta colocación o dimensión de los implantes, mala calidad ósea (osteoporosis, necrosis avascular) o carga demasiado precoz. En cuanto al desgaste del polietileno, no está claro todavía cuál es el grosor ideal del mismo para una prótesis de tobillo, aunque se considera necesario que tenga al menos 5 mm de grosor. Cuanto más grueso sea el polietileno, mejor resistirá una posible rotura, pero mayor será la resección ósea necesaria. El desgaste será menor si el polietileno es completamente congruente con las superficies metálicas y no las sobrepasa.

La aparición de osificación heterotópica es una complicación común en la cirugía protésica de cadera y rodilla; en el tobillo se ha encontrado presencia de calcificación en diverso grado en un 25% de los casos⁽⁸⁵⁾, especialmente en la parte posterior. Estos casos acusan una significativa afectación de los parámetros funcionales, con disminución de la movilidad y de la puntuación en la escala AOFAS. El origen postraumático de la artrosis, un inadecuado tamaño del componente tibial que no cubre totalmente la superficie de resección tibial y la prolongación del tiempo quirúrgico con atrición de las partes blandas son factores que parecen relacionarse con estas osificaciones. No existe evidencia sobre la utilización preventiva de antiinflamatorios en su prevención.

La trombosis venosa profunda es una complicación poco habitual en la cirugía de pie y tobillo. En el caso de la artroplastia, se registran tasas del 3,9%⁽⁸⁶⁾, similares a las que se observan en prótesis de cadera y rodilla. Episodios anteriores de TVP, un índice de masa corporal mayor de 35 kg/m² y una inmovilización postoperatoria prolongada parecen aumentar el riesgo. Las tasas registradas de tromboembolismo pulmonar en prótesis de tobillo son del 0,06%⁽⁸⁷⁾. Aunque no existe

evidencia de que la profilaxis medicamentosa evite estos raros casos, cada centro deberá ajustar su pauta de profilaxis al igual que en cualquier cirugía protésica del miembro inferior.

El número de indicaciones para la implantación de prótesis de tobillo es relativamente reducido con respecto a otras grandes articulaciones, lo que implica una prolongación excesiva de la curva de aprendizaje, que repercute negativamente en los resultados^(88,89). Aunque la prótesis de tobillo es un procedimiento ya muy extendido en Europa y Estados Unidos, en España es aún un procedimiento poco habitual. La concentración de estos procedimientos en centros de referencia y la implantación de un registro de implantes podría ser una medida racional para evitar la dispersión de modelos protésicos y acumular experiencia.

Casi al mismo tiempo que se publican buenos resultados en artroplastias de tobillo^(78,90) van apareciendo artículos que recogen complicaciones y su tratamiento⁽⁹¹⁻⁹³⁾. En dichos artículos se habla de una tasa global de cirugía de revisión de las prótesis de tobillo de un 26%. Mientras que algunos autores⁽⁶⁴⁾ recomiendan recambiar componentes, otros aconsejan directamente realizar artrodesis, convencional o con clavo transcálcneo en caso de gran pérdida de masa ósea^(91,94). En estos casos de fracaso de la artroplastia, la artrodesis es más difícil técnicamente, requiere injerto óseo y el índice de consolidación es menor que en la artrodesis primaria.

En resumen, la prótesis de tobillo presenta, frente a la artrodesis, un mayor índice de complicaciones a corto plazo, como son el aflojamiento aséptico o fractura; pero la artrodesis, aun siendo todavía un procedimiento recomendado como más seguro⁽⁹⁵⁾, continúa presentando graves problemas a medio y largo plazo: pseudoartrosis, cojera, deterioro de articulaciones vecinas y persistencia del dolor.

Tanto la artroplastia como la artrodesis demuestran ser eficaces en la mejora del dolor, y la prótesis parece conseguir mejores resultados funcionales⁽⁹⁶⁾, pero las complicaciones de ambos métodos repercuten de forma significativa y parecida en el resultado final⁽⁸³⁾ y no deben compararse necesariamente entre sí.

CONCLUSIONES

Las indicaciones de la artroplastia son limitadas. No es posible implantar una prótesis a todos los pacientes con artrosis de tobillo, aunque las indicaciones pueden ampliarse al asociar la artroplastia con otros procedimientos quirúrgicos. Es fundamental seleccionar bien al paciente para establecer la indicación.

La artroplastia proporciona mejoría del dolor, pero poco incremento de la movilidad, la cual dependerá directamente de la movilidad preoperatoria. La etiología más frecuente en las artropatías de tobillo es la artrosis postraumática, y esto plantea un problema al tratarse de pacientes más jóvenes y activos, a

menudo operados previamente y con mayor rigidez y afectación de las partes blandas. Las artropatías inflamatorias constituyen una buena indicación, pero en ellas hay que considerar un mayor riesgo de complicaciones cutáneas y de reintervención.

La artroplastia de tobillo debe considerarse siempre como parte del tratamiento global de la extremidad, lo que quiere decir que con frecuencia son necesarias intervenciones asociadas.

El conocimiento preciso de la técnica quirúrgica y el desarrollo de unos implantes cada vez más perfeccionados y ajustados a la compleja biomecánica del tobillo están consiguiendo cada vez mejores resultados en cuanto al dolor y el mantenimiento de la movilidad en pacientes con graves artropatías en los cuales la artrodesis no debería ser la única sino la última opción de tratamiento.

DECLARACIÓN DE INTERESES

Los autores declaran no haber percibido subvenciones, honorarios o remuneración de cualquier tipo, ni tener intereses comerciales en relación con los temas relacionados en el artículo.

BIBLIOGRAFÍA

General

1. Mazur JM, Schwartz E, Simon SR. Ankle arthrodesis. Long-term follow-up with gait analysis. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 61: 964-75.
2. Valderrabano V, Hintermann B, Nigg BM, Stefanyshyn D, Stergiou P. Kinematic changes after fusion and total replacement of the ankle: part 1: Range of motion. *Foot Ankle Int* 2003; 24 (12): 881-7.
3. Valderrabano V, Hintermann B, Nigg BM, Stefanyshyn D, Stergiou P. Kinematic changes after fusion and total replacement of the ankle: part 2: Movement transfer. *Foot Ankle Int* 2003; 24 (12): 888-96.
4. Takakura Y, Tanaka Y, Sugimoto K, Akiyama K, Tamai S. Long-term results of arthrodesis for osteoarthritis of the ankle. *Clin Orthop* 1999; 361: 178-85.
5. Coester LM, Saltzman CL, Leupold J, Pontarelli W. Long-term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A (2): 219-28.
6. 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 (7): 994-8.
7. Buchner M, Sabo D. Ankle fusion attributable to posttraumatic arthrosis: a long-term followup of 48 patients. *Clin Orthop* 2003; 406: 155-64.
8. Maenpaa H, Lehto MU, Belt EA. Why do ankle arthrodeses fail in patients with rheumatic disease? *Foot Ankle Int* 2001; 22 (5): 403-8.

9. Perlman MH, Thordarson DB. Ankle fusion in a high risk population: an assessment of nonunion risk factors. *Foot Ankle Int* 1999; 20 (8): 491-6.
10. Dereymaeker GP, Van Eygen P, Driesen R, De Ferm A. Tibiotalar arthrodesis in the rheumatoid foot. *Clin Orthop* 1998; 349: 43-7.
11. Iglesias-Durán E, Vilá-Rico J, Galván-Arnaldes FJ, Alcocer-Perez-España L. Artrodesis artroscópica de tobillo. *Rev Med Cir Pie* 2004; 18 (1): 40-6.
12. Kennedy JG, Harty JA, Casey K, Jan W, Quinlan WB. Outcome after single technique ankle arthrodesis in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 2003; 412: 131-8.
13. Felix NA, Kitaoka HB. Ankle arthrodesis in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1998; 349: 58-64.
14. Bolton-Maggs BG, Sudlow RA, Freeman MA. Total ankle arthroplasty: a long-term review of the London Hospital experience. *J Bone Joint Surg* 1985; 67B: 785-90.
15. Kitaoka HB, Patzer GL. Clinical results of the Mayo total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78 (11): 1658-64.
16. Viladot A. Tratamiento de la artrosis del tobillo mediante endoprótesis. *Rev Ortop Traumatol* 1996; 40: 389-96.
17. Kofoed H. Scandinavian Total Ankle Replacement (STAR). *Clin Orthop* 2004; 424: 73-9.
18. Wood PL, Deakin S. Total ankle replacement. The results in 200 ankles. *J Bone Joint Surg Br* 2003; 85 (3): 334-41.
19. Valderrabano V, Hintermann B, Dick W. Scandinavian total ankle replacement: a 3.7-year average followup of 65 patients. *Clin Orthop* 2004; 424: 47-56.
20. Hintermann B, Valderrabano V, Dereymaeker G, Dick W. The HINTEGRA ankle: rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. *Clin Orthop* 2004; 424: 57-68.
21. Bonnin M, Judet T, Colombier JA, Buscayret F, Graveleau N, Piriou P. Midterm results of the Salto Total Ankle Prosthesis. *Clin Orthop* 2004; 424: 6-18.
22. Buechel FF, Buechel FF Jr, Pappas MJ. Twenty-year evaluation of cementless mobile-bearing total ankle replacements. *Clin Orthop* 2004; 424: 19-26.
23. Lord G, Marotte JH. Prothèse totale de cheville: technique et premier resultants. A propos de 12 observacions. *Rev Chir Orthop* 1973; 59: 139-51.
24. Lord G, Marotte JH. Total ankle replacement. *Rev Chir Orthop* 1980; 66: 527-30.
25. Wiedel JD. Total ankle arthroplasty with Smith prosthesis. *Orthop Trans* 1977; 1: 154-5.
26. Swanson SA, Freeman MA, Heath JC. Laboratory tests on total joint replacement prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 1973; 55: 759-73.
27. Buchholz HW, Engelbrecht E, Siegel A. Complete ankle joint endoprosthesis type "St. Georg". *Chirurg* 1973; 44: 241-4.
28. Newton SE. An artificial ankle joint. *Clin Orthop* 1979; 142: 141-5.
29. Waugh TR, Evansky PM, McMaster WC. Irvine ankle arthroplasty. Prosthetic design and surgical technique. *Clin Orthop* 1976; 114: 180-4.
30. Stauffer RN. Total ankle joint replacement. *Arch Surg* 1977; 112: 1105-9.
31. Pappas M, Buechel FF, DePalma AF. Cylindrical total ankle joint replacement: surgical and biomechanical rationale. *Clin Orthop* 1976; 188: 82-92.
32. Marsh CH, Kirkup JR, Regan MW. The Bath and Wessex ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 1987; 69: 153-4.
33. Stauffer RN, Segal NM. Total ankle arthroplasty: four years' experience. *Clin Orthop* 1981; 160: 217-21.
34. Newton SE. Total ankle arthroplasty. Clinical study of fifty cases. *J Bone Joint Surg Am* 1982; 64: 104-11.
35. Lachiewicz PF, Inglis AE, Ranawat CS. Total ankle replacement in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66: 340-3.
36. Viladot-Voegeli A. Our experience with a spherical total ankle replacement. En: Kofoed H (ed.). *Current status of ankle arthroplasty*. Berlin: Springer; 1998. p. 111-5.
37. Smith TW, Elson RA, Hay SM. Long term follow-up of total ankle arthroplasty. The Sheffield experience. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75 (Suppl): 297.
38. Kitaoka HB, Patzer GL, Strup DMI, Wallrichs SI. Survivorship analysis of the Mayo total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76: 974-9.
39. Hamblen DL. Editorial. Can the ankle joint be replaced? *J Bone Joint Surg Br* 1985; 67: 689-90.
40. Takakura Y, Yanaka Y, Sugimoto K, Tamai S, Masuhara K. Ankle arthroplasty. A comparative study of cemented metal and uncemented ceramic prostheses. *Clin Orthop* 1990; 252: 209-16.
41. Alvine FG. Total ankle arthroplasty: new concepts and approaches. *Contemp Orthop* 1991; 22: 397-403.
42. Buechel FF, Pappas MJ. Survivorship and clinical evaluation of cementless, meniscal-bearing total ankle replacements. *Semin Arthroplasty* 1992; 3: 43-50.
43. Kofoed H, Danborg L. Biological fixation of ankle arthroplasty. *Foot* 1995; 5: 27-31.
44. Judet T, Colombier JA, Bonnin M, Piriou P, Siguier T, Elis JB. The SALTO total ankle. *Actas del International Day of Foot and Ankle Surgery*; 2001. Nimes, France.
45. Mendolia G. Ankle arthroplasty - The RAMSES prosthesis. En: Kofoed H (ed.). *Current status of ankle arthroplasty*. Berlin: Springer; 1998. p. 99-105.
46. Núñez-Samper M. Artroplastia modular de tobillo. *Rev Ortop Traumatol* 2007; 51: 42-50.
47. Asencio J. The AES total ankle. *Actas del International Day of Foot and Ankle Surgery*; 2001. Nimes, France.

Historia

48. Hintermann B, Klinke M, Valderrabano V. Preliminary results of a new ankle design. *Med Chir Pied* 2002; 18: 158-65.

Biomecánica

49. Hintermann B. Total ankle arthroplasty. Wien: Spriger-Verlag; 2005.

Indicaciones

50. Álvarez-Goenaga F. Artroplastias de tobillo y pie. Prótesis Híntegra. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF (eds.). *Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie*. Barcelona: Masson; 2007. p. 633-4.
51. Álvarez-Goenaga F. Artroplastia total de tobillo. Primeros 25 casos. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2008; 52: 224-32.

Rx

52. Pyevich MT, Charles L, Saltzman MD, Callaghan JJ, Alvine FG. Total ankle arthroplasty: a unique design. Two to twelve-year follow-up. *J Bone Joint Surg* 1998; 80 A: 1410-19.
53. Kofoed H, Sorensen TS. Ankle arthroplasty for rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *J Bone Joint Surg* 1998; 80 B: 328-32.
54. Knecht SI, Estin M, Callaghan JJ, Zimmerman MB, Alliman KJ, Alvine FG, Saltzman CL. The Agility total ankle arthroplasty. Seven to sixteen-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 1161-71.
55. Guyer AJ, Richardson EG. Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (2): 256-64.
56. Hurowitz EJ, Gould JS, Fleisig GS, Fowler R. Outcome analysis of agility total ankle replacement with prior adjunctive procedures: two to six year followup. *Foot Ankle Int* 2007; 28 (3): 308-12.
57. Chou LB, Coughlin MT, Hansen S Jr, Haskell A, Lundeen G, Saltzman CL, Mann RA. Osteoarthritis of the ankle: the role of arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2008; 16 (5): 249-59.
58. Wood PLR, Karski MT, Wathmough P. Total ankle replacement. *J Bone Joint Surg* 2010; 92 B: 958-62.
59. Jensen NC, Linde F. Long term follow-up on 33 TPR ankle joint replacements in 26 patients with reumathoid Arthritis. *Foot Ankle Surg* 2009; 15 (3): 123-6.
60. Labek G, Thaler M, Janda W, Agreiter M, Stockl B. Revision rates after total joint replacement. *J Bone Joint Surg* 2011; 93-B: 293-7.
61. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot and Ankle Int* 1994; 15: 349-53.

62. Skytta ET, Koivu H, Eskelinen A, Ikavalko M, Paavolainen P, Remes V. Total ankle replacement: a population based study of 515 cases from the Finnish arthroplasty register. *Acta Orthop* 2010; 81 (1): 114-8.
63. Besse JL, Colombier JA, Asencio J, Bonnin M, Gaudot F, Jarde O, et al. Total ankle arthroplasty in France. *Orthop Traumatol Surg Res* 2010; 96 (3): 291-303.
64. Spirt AA, Assal M, Hansen ST Jr. Complications and failure after total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86 (6): 1172-8.
65. Piriou P, Culpán P, Mullins M, Cardon JN, Pozzi D, Judet T. Ankle replacement versus arthrodesis: a comparative gait analysis study. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (1): 3-9.
66. Schutte BG, Louwerens JW. Short-term results of our first 49 Star ankle replacements. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (2): 124-7.
67. Gougoulias N, Khanna A, Maffulli N. How successful are current ankle replacements? A systematic review of the literature. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468 (1): 199-208.
68. Bonnin MP, Laurent JR, Casillas M. Ankle function and sports activity after Total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2009; 30 (10): 933-44.
69. Guyer AJ, Richardson EG. Total ankle arthroplasty. *Foot & Ankle Int* 2008; 29 (2): 256-64.
70. Doets H, van del Plaats LW, Klein JP. Medial malleolar osteotomy for the correction of varus deformity during total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (2): 171-7.
71. Kim BS, Choi WJ, Kim IS, Lee JW. Total Ankle replacement in moderate to severe varus deformity of the ankle. *J Bone Joint Surg* 2009; 91 B: 1183-90.
72. Hobson SA, Karantana A, Dhar S. Total ankle replacement in patients with significant preoperative deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg* 2009; 91-B: 481-6.
73. Shock RP, Christensen JC, Schubert JM. Total ankle replacement in the varus ankle. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50 (1): 5-10.
74. Wood PLR, Sutton C, Mishra, Suneja R. A randomized, controlled trial of two mobile bearing total ankle replacements. *J Bone Joint Surg* 2009; 91-B: 69-74.
75. Hintermann B, Barg A, Knupp M, Valderrabano V. Conversion of painful ankle arthrodesis to total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2009; 91 B: 850-8.

Complicaciones

76. Glazebrook MA, Arsenaault K, Dunbar M. Evidence -based classification of complications in total ankle arthroplasty. *Foot & Ankle Int* 2009; 30 (10): 945-9.
77. Mc Garvey WC, Clanton TO, Lunz D. Malleolar fracture after total ankle arthroplasty: a comparison of two designs. *Clin Orthop* 2004; 424: 104-10.

78. Morgan SS, Brooke B, Harris NJ. Total ankle replacement by the ankle evolution system. *J Bone Joint Surg* 2010; 92 B: 61-5.
79. Wood PL, Prem H, Sutton C. Total ankle replacement: medium-term results in 200 Scandinavian total ankle replacements. *J Bone Joint Surg Br* 2008; 90 (5): 605-9.
80. Whalen JL, Spelsberg SC, Murray P. Wound breakdown after total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2010; 31 (4): 301-5.
81. Raikin SM, Kane J, Ciminiello ME. Risk factors for incision-healing complications following total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2010; 92 A: 2150-5.
82. Soo Hoo N, Zingmond DS, Ko CI. Comparison of reoperation rates following ankle arthrodesis and total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2007; 89 A: 2143-9.
83. Krause FG, Windolf M, Bora B, Penner MJ, Wing KJ, Younger AS. Impact of complications in total ankle replacement and ankle arthrodesis analyzed with a validated outcome measurement. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93 (9): 830-9.
84. Koivu H, Kohonen I, Sipola E, Alanen K, Vahlberg T, Tiisanen H. Severe periprosthetic osteolytic lesions after the Ankle Evolutive System total ankle replacement. *J Bone Joint Surg* 2009; 91-B: 907-14.
85. Lee KB, Cho YJ, Park JK, Song EK, Yoon TR, Seon JK. Heterotopic Ossification after primary total ankle arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2011; 93 A: 751-8.
86. Barg A, Henninger HB, Hintermann B. Risk factors for symptomatic deep-vein thrombosis in patients after total ankle replacement who received routine chemical thromboprophylaxis. *J Bone Joint Surg* 2011; 93-B: 921-7.
87. Jameson SS, Augustine A, James P, Serrano-Pedraza I, Oliver K, Townshend D, Reed MR. Venous thromboembolic events following foot and ankle surgery in the English national health service. *J Bone Joint Surg* 2011; 93 B: 490-7.
88. Kumar A, Dhar S. TAR early results during learning period. *Foot and Ankle Surg* 2007; 13.
89. Saltzman CL, Annunziato A, Coetzee JC, Gall RJ, Haddad SL, Herbst S, et al. Surgeon training and complications in total ankle arthroplasty. *Foot Ankle Int* 2003; 24: 514-8.
90. Doets HC, Brand R, Nelissen RG. Total ankle arthroplasty in inflammatory joint disease with use of two mobile-bearing designs. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88 (6): 1272-84.
91. Hopgood P, Kumar R, Wood PLR. Ankle arthrodesis for failed total ankle replacement. *J Bone Joint Surg* 2006; 88-B: 1032-8.
92. Kotnis R, Pasapula C, Anwar F, Cooke PH, Sharp RJ. The management of failed ankle replacement. *J Bone Joint Surg* 2006; 88-B: 1039-47.
93. Culpan P, Le Strat, Pirou P, Judet T. Arthrodesis after failed total ankle replacement. *J Bone Joint Surg* 2007; 89 B: 1178-83.
94. Doets HC, Zürcher AW. Salvage arthrodesis for failed total ankle arthroplasty. *Acta Orthop* 2010; 81 (1): 142-7.
95. Larrainzar R. Artrodesis frente a prótesis total de tobillo; reflexiones sobre la evidencia disponible. *Rev de Pie y Tobillo* 2008; 22 (2): 79-84.
96. Saltzman CL, Mann RA, Ahrens JE, Amendola A, Anderson RB, Berlet GC, Coughlin MJ. Prospective controlled trial of STAR ankle replacement versus ankle fusion. Initial results. *Foot Ankle Int* 2009; 30 (7): 579-96.