

# Artrodesis de tobillo. Consideraciones sobre la técnica quirúrgica

## Ankle arthrodesis

GARCIA-DIHINX CHECA L.

*Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Miguel Servet. Zaragoza.*

**RESUMEN:** Se analizan 34 casos intervenidos entre 1975 y 1997, con un seguimiento medio de 11 años. Se empleó una técnica de artrodesis a cielo abierto en la que se cumplen las condiciones de respetar la vascularización ósea, conseguir una síntesis estable que permita la rehabilitación precoz. La consolidación se logró, en todos los casos, en un tiempo medio de tres meses y medio. Los resultados fueron muy satisfactorios en el 75% de los pacientes, siguiendo la cotación de Duquenois. El dolor fue nulo en 22 casos (65%). Parámetros funcionales como la marcha, el salto, la carrera, las escaleras o la vuelta al trabajo fueron muy positivas. Los resultados radiográficos, aunque buenos, estaban a un nivel más bajo, y no se correspondían totalmente con los funcionales. Los buenos resultados no se deterioraron con el paso del tiempo. La articulación subastragalina presentaba en un 60% de los casos una artrosis evidente, y en un 53% estaba rígida o con escasa movilidad, pero ninguno de ellos requirió la artrodesis secundaria. En la articulación mediotarsiana apareció artrosis en un tercio de los pacientes, pero en el 41% hubo mayor movilidad que en el preoperatorio. La técnica está indicada en todos los casos de artrodesis salvo los sépticos. Frente a ella, la técnica artroscópica se plantea para casos sin desviaciones en varo-valgo.

**PALABRAS CLAVE:** Tobillo. Artrodesis. Técnica quirúrgica.

**ABSTRACT:** An analysis was made of 34 patients who underwent ankle arthrodesis between 1975 and 1997. The mean follow-up time was 11 years. The open arthrodesis technique used created conditions for conserving bone vascularization, preventing lesions, and achieving a stable synthesis, all of which favored early rehabilitation. In every case, consolidation was achieved within a mean time of three and a half months. Functional results were very satisfactory in 75.5% of patients, according to the Duquenois scale. Pain was absent, in 22 patients (65%). Functional parameters such as walking, jumping, running, climbing stairs, or the return to work were very positive. Radiographic results did not deteriorate with time. In 60% of cases, the subastragal joint showed evident arthrodesis and in 53.8% the joint was rigid or had little mobility. None of the patients required secondary arthrodesis. Arthrosis appeared in the mid-tarsal articulation in a third of the patients, but 41% had more mobility than before the operation. This technique is indicated in all non-septic arthrodesis cases. Arthroscopic technique are suitable for patients without varus valgus deviation.

**KEY WORDS:** Ankle. Arthrodesis. Surgical technique.

La artrodesis de tobillo es, actualmente, la más frecuente entre las de las grandes articulaciones, frente a los poco convincentes resultados de las artroplastias. Se presenta una técnica quirúrgica que busca fundamentalmente conservar la movilidad de las articulaciones más próximas que permitan compensar la pérdida funcional del tobillo.

Como dice Vaquero<sup>25</sup>, la de tobillo es una de las indicaciones menos discutida entre las artrodesis, de acuerdo con el criterio de la mayoría de los autores. Probablemente influye el que mientras en el resto de las grandes articulaciones, las artroplastias reúnen un número progresivamente mayor de buenos resultados, en el tobillo es muy difícil en la práctica reproducir los esquemas mecánicos con los que se ha pretendido sustituir la articulación. Hoy día se puede decir que la frecuencia con que se realizan las artrodesis de tobillo, aunque cortas en número global porque los casos de indicaciones se presentan escasamente, es la artrodesis de grandes articulaciones que se practica con más frecuencia.

*Correspondencia:*

Dr. GARCÍA-DIHINX.  
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología  
Hospital Miguel Servet.  
P.º Isabel La Católica, s/n. 50009 Zaragoza.

Recibido: Septiembre de 1999.

Aceptado: Abril de 2000.

### Material y método

Entre enero de 1976 y enero de 1997 se han artrodesado 59 casos. De ellos, 25 no han podido ser evaluados por diversas causas: cinco fallecieron, seis sépticos, seis pérdidas diversas y ocho de etiologías no traumáticas, lo que dejan en 34 el número de casos revisados. Éstos cumplían las siguientes condiciones: ser secuelas traumáticas, haber sido intervenidos por el mismo cirujano siguiendo la misma técnica quirúrgica sin añadir otros gestos. Fueron excluidos los casos sépticos porque podían suponer una contraindicación a la técnica. El tiempo medio de seguimiento fue de 11 años, (mínimo: 2 y máximo: 23 años). El plazo medio entre el traumatismo ocasional y la artrodesis fue de cuatro años y dos meses (mínimo: siete meses y máximo: 19 años). La edad media fue de 43 años (mínimo: 21 y máximo: 67 años). El sexo se repartió entre 23 hombres y 11 mujeres.

#### Técnica quirúrgica

Paciente en decúbito supino, que debe permitir poner la rodilla del lado a intervenir en una flexión de unos  $45^\circ$  a  $60^\circ$ , y con una almohada bajo la nalga para evitar la tendencia a la rotación externa, (Fig. 1). La flexión de la rodilla, facilita el control de la posición del tobillo en relación con la rodilla, sobre todo en las rotaciones. El talón debe estar libre, lo que facilitará el control de la posición de artrodesis. Debe realizarse bajo isquemia del miembro afecto.

La incisión cutánea es longitudinal media anterior, de unos 12 cm a partir de la interlínea en sentido proximal en la pierna, y de unos 4 cm distal (Fig. 2). Abordar el tobillo entre el extensor propio del dedo gordo y el tibial anterior. Identificar el nervio musculocutáneo (Fig. 3). Si se abre la vaina del tibial anterior debe suturarse en el cierre, no supo-



Figura 1. Colocación del paciente.



Figura 2. Incisión quirúrgica.

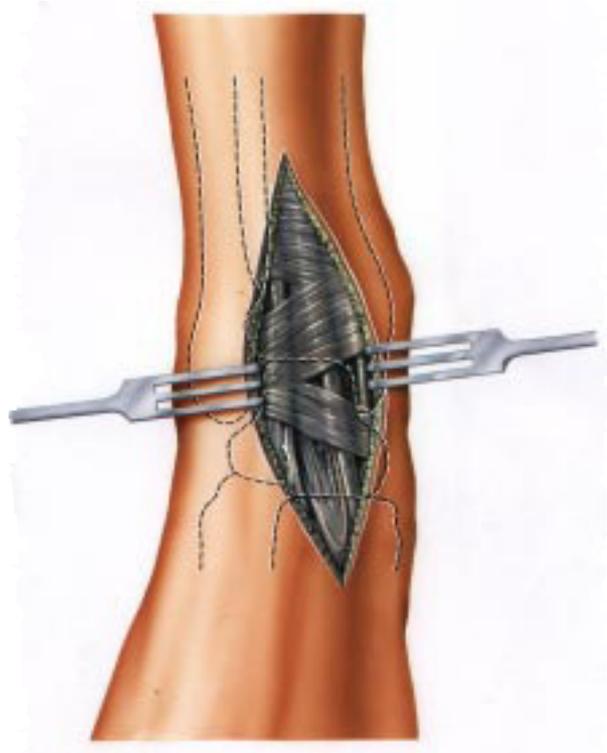


Figura 3. Vía de abordaje.

niendo ningún problema. Hay que tener presente que por debajo del tendón del extensor del dedo gordo está el paquete vásculonervioso tibial anterior. Por ello, debe irse hacia el tendón del tibial anterior hasta el plano óseo, y una vez en él, despegar todos los componentes del lado externo. En ocasiones, se realiza un abordaje anteroexterno, por fuera del extensor común de los dedos, o entre éste y el del dedo gordo. En este momento, se secciona el ligamento frondiforme sin disecarlo. Se desperiostiza la epífisis tibial distal.

El siguiente tiempo es la identificación y limpieza de toda la interlínea, tanto de la tibioastragalina como la de ambos maléolos. El astrágalo hay que denudarlo lo menos posible. Hay que extirpar los osteofitos y la fibrosis, siendo importante la liberación del punto de unión tibia-peroné-astrágalo, donde interesa lograr el mejor contacto óseo, porque en esta zona es donde más precozmente se realiza la unión ósea. En las interlíneas maleolares no se requiere una identificación y exposición amplia de las mismas. Sólo lo preciso para proceder al cruentado de ambas carillas articulares, con la precaución de no descender en el lado medial hasta el ligamento deltoideo para no dañar la vascularización astragalina. En la parte posterior hay que evitar que se deslice el escoplo hacia atrás, ya que allí se encuentra el paquete vásculonervioso que se encuentra en contacto directo con el borde óseo posterointerno del pilón tibial.

El bostezo de la interlínea forzando el equino y apalancando con un escoplo o instrumento similar, que se apoya en la zona ósea articular posterior, tal como propugna Meary y cols.,<sup>17</sup> no es fácil, y muchas veces resulta imposible salvo una amplia movilización periférica de los extremos óseos, sin contar con el riesgo que supone el apalancar apoyándose en unas zonas óseas en las que se alternan zonas osteoporóticas con zonas necrosadas. Si existe una desviación en varo o en valgo, hay que realizar una resección en cuña externa o interna que corrija dicha desviación. En su mayor parte a expensas de la tibia, ya que el astrágalo no permite grandes sacrificios de su volumen, sobre todo si en él se han de colocar dos tornillos de la osteosíntesis de fijación de la artrodesis. Por otra parte, si la cruentación es excesiva al acortar el espacio articular y ascender el astrágalo, se aproxima el maléolo peroneo a la articulación subastragalina, pudiendo afectarla en su movilidad.

Se comprueba la buena posición del pie según los criterios ya referidos, lo que será más fácil si el talón está al aire. En la posición deseada se coloca percutáneamente desde la planta del pie una aguja de Kirschner gruesa que atraviese calcáneo, astrágalo y



Figura 4. Fijación provisional con aguja de Kirschner.

tibia, procurando alojarlo en el centro de la misma en los planos anteroposterior y lateral (Fig. 4). En este momento se aporta el injerto óseo preciso para rellenar los huecos residuales. A nivel de las interlíneas maleolares, pueden introducirse pequeños fragmentos óseos, resultando imprescindible colocarlos en el punto de unión astrágalo tibia-peroneo.

Posteriormente se coloca una placa en T (AO, con 4-5 orificios, frecuentemente una especialmente fabricada *ad hoc*) apoyada en la cara superior de la cabeza del astrágalo y en la zona distal de la tibia



Figura 5. Placa en T utilizada en nuestra técnica.

(Fig. 5). El material es de titanio, y los orificios de la T se encuentran más próximos entre sí, para los tornillos de esponjosa que se han de colocar en el astrágalo. Se fabrican en dos formas, una recta y otra con una angulación de  $18^\circ$  a nivel del espacio entre los orificios distales y los diafisarios, para una mejor adaptación a cada caso, ya que la forma o colocación más anterior o posterior respecto a la tibia, hacen que la placa tenga que adaptarse a una superficie más plana o más angulada. Debe procurarse que los tornillos del astrágalo tengan la mayor longitud posible (Fig. 6) y con rosca en toda ella. En las primeras placas se debían colocar convergentes entre sí entre  $15$  y  $20^\circ$  para ubicarse dentro del astrágalo. En las placas actuales esta convergencia es aconsejable pero en menor grado. La superficie tibioastragolina debe sintetizarse a compresión. Se extrae la aguja de Kirschner plantar y se cierra por planos dejando drenaje aspirativo. Se termina con un vendaje compresivo sin ninguna inmovilización complementaria. Desde los primeros días se deben de realizar ejercicios de rehabilitación para intentar compensar la movilidad en flexoextensión. A las seis semanas, se empieza la carga parcial y progresiva, siempre dependiendo de la calidad ósea y de la estabilidad conseguida. La carga suele ser total a las 12 semanas, cuando la radiografía ya indica signos de consolidación. Los ejercicios de rehabilitación iniciados en el postopera-



**Figura 6.** Inserción de tornillos en el astrágalo.

**Tabla 1.** Complicaciones. (Sobre 34 casos)

-No consolidación	0
-Infecciones	0
-Dehiscencias de sutura	3
-Hematomas	2
-Complicaciones neurovasculares	0
-Fracturas patológicas	0
-Reintervenciones	0

torio se van intensificando, intentando reeducar los movimientos a nivel de la subastragalina y de la mediotarsiana.

Los 34 pacientes han sido revisados realizándoseles un interrogatorio y un examen clínico completo, lo que ha permitido rellenar la ficha de cotación de Duquenois y cols.<sup>10</sup>, que se ha seguido para la valoración funcional. Se realizó un protocolo radiológico incluyendo radiografías anteroposteriores y lateral en carga del lado operado y del contralateral sano y laterales del lado operado en flexión dorsal y plantar forzadas.

### Resultados

Las principales complicaciones se muestran en la tabla 1.

La consolidación de la artrodesis se ha conseguido en todos los casos, en un plazo de 14 semanas (mínimo: 2 y máximo: 7 meses) (Fig. 7). En tres tardó más de 6 meses y en todos ellos la cantidad de injerto óseo añadido se valoró como escasa.

No ha habido ninguna infección postoperatoria,



**Figura 7.** Radiografía al año; el paciente está trabajando en el campo.

aun teniendo en cuenta que en cinco pacientes existían antecedentes sépticos locales. Los tres casos de cicatrizaciones secundarias fueron dehiscencias de suturas en pieles finas y atróficas, los dos casos de hematomas se resolvieron espontáneamente. En dos casos se extrajo el material, por movilización de un tornillo de la placa. Tampoco hubo necesidad de reintervención para artrodesar la subastragalina o mediotarsiana, o por lo menos ningún paciente manifestó dolor suficiente para requerir la artrodesis de las articulaciones más próximas.

### Resultados funcionales

El baremo de Duquenooy y cols. (tabla 2) valora de forma importante los elementos clínicos esenciales: dolor, recorrido de marcha y cojera, clasificando hasta 100 puntos los resultados en: muy buenos, si la

cotación es mayor de 80; buenos, entre 60 y 80; regulares, entre 30 y 60; y malos, si es inferior a 30.

Los resultados de la serie fueron: muy buenos, 15 casos (44%); buenos, 10 casos (29%); mediocres, 7 casos (20%); y malos, 2 casos (6%). El estudio detallado de cada uno de los parámetros que dan los resultados funcionales nos ha dado los siguientes resultados en los 34 casos valorados con respecto al dolor (tabla 3).

Las dos terceras partes de la serie no presentaron dolor o sólo con los cambios de tiempo. Cuando existe dolor se localiza sobre todo a nivel del retropie, escasamente a nivel del tarso o en la mediotarsiana, sólo en un caso en el antepie. El dolor de la subastragalina nunca ha sido lo suficientemente importante como para realizar una artrodesis. Cuando hubo dolor, nunca fue de aparición tardía, si no desde el postoperatorio inmediato. Los

**Tabla 2.** Valoración clínica según Duquenooy

Dolor:		Carrera-salto:	
Ninguno	30 puntos	Normal	5 puntos
Barométricos	25 puntos	Limitado	3 puntos
Tras esfuerzo importante	20 puntos	Difícil	1 puntos
Mínimos mecánicos.		Imposible	0 puntos
Actividad profesional casi normal	15 puntos	Subir escaleras:	
Moderados mecánicos.		Normal	5 puntos
Actividad profesional limitada	10 puntos	Con ayuda	3 puntos
Importantes mecánicos.		Difícil	2 puntos
Actividad profesional imposible	0 puntos	Con bastón	1 puntos
Perímetro de marcha:		Imposible	0 puntos
Ilimitado	10 puntos	Descenso escaleras:	
Limitado > 1.500 m	8 puntos	Normal	5 puntos
< 1.500 m	6 puntos	Con ayuda	3 puntos
< 500 m	4 puntos	Difícil	2 puntos
< 100 m	2 puntos	Con bastón	1 puntos
Incapacidad	0 puntos	Imposible	
Bastones:		Troficidad:	
Sin bastones	5 puntos	Normal	5 puntos
1 bastón al exterior	3 puntos	Edema al esfuerzo	4 puntos
1 bastón permanente	2 puntos	Edema nocturno. Alter. tróficas mínimas	3 puntos
2 bastones	1 puntos	Edema moderado. Alter. tróficas netas	1 puntos
Incapacidad	0 puntos	Edema importante. Alter. tróficas importantes	0 puntos
Cojera (pies descalzos):		Movilidad flexión dorsal:	
Nula	10 puntos	> 15°	5 puntos
Ligera	8 puntos	10°	4 puntos
Moderada	5 puntos	5°	3 puntos
Importante	0 puntos	0°	1 puntos
Marcha en terreno irregular:		< 0°	0 puntos
Normal	5 puntos	Movilidad flexión plantar:	
Impedimento mínimo	3 puntos	25°	5 puntos
Impedimento importante	0 puntos	20°	3 puntos
Apoyo unipodal:		15°	2 puntos
Normal	5 puntos	10°	1 puntos
Inestable	3 puntos	5°	1 puntos
Difícil	1 puntos	0°	0 puntos
Imposible	0 puntos		

**Tabla 3.** Dolor

Importancia del dolor	N.º de casos en el preoperatorio	N.º de casos en la revisión
Nulo o sólo con cambios de tiempo	2	22
Mínimo, mecánico	4	6
Moderado, mecánico	8	4
Importante	20	2

pacientes que no volvieron a su trabajo se encuadran aquí.

En el 80% de los pacientes (27 casos) el recorrido de la marcha ha aumentado tras la artrodesis. Casi todos los pacientes andaban sin zapatos ortopédicos y llevaban en el calzado un tacón entre 25 y 30 mm. Los hombres un zapato normal y las mujeres 10 mm más de altura, oscilando entre 5 y 50 mm. En cinco casos presentaban una cojera más o menos apreciable, con pasos más cortos o en rotación externa en grado variable. No se apreció *recurvatum* compensatorio de la rodilla. La marcha con el pie descalzo era posible en 24 casos (70%). Cuando la marcha se realiza en terreno irregular es cuando más se nota la existencia del tobillo artrodesado. Para adaptarse a una superficie irregular se requiere cierta movilidad del retropie, por lo que la dificultad de adaptarse a él está en relación con la movilidad en la subastragalina. Así la marcha en terreno accidentado era normal en 18 casos, difícil o con algún impedimento en 11 casos, y difícil o casi imposible en 5 casos.

El salto unilateral sobre la punta del pie resultó particularmente difícil, siendo necesario excluir de este test a 12 de los 34 casos, ya que por razones de edad les resultaba difícil de realizar sobre su pie normal. Pone en situación extrema a las articulaciones que rodean al tobillo sobre todo a la subastragalina. Fue realizado con normalidad en 12 de los 22 casos restantes, difícil en cuatro e imposible en ocho de los pacientes revisados.

La carrera supone la continuidad de saltos sucesivos, y presenta dificultades similares que el salto sobre un solo pie, siendo sus resultados superponibles, ya que ambos ponen a prueba a la subastragalina en mayor grado. Fue imposible en ocho de los 22 revisados, en cuatro lo realizaban con dificultad evidente y sólo la mitad de ellos podían realizarlo con apariencia de normalidad.

Al valorar la actividad deportiva se excluyen los 12 casos de los 34 que por razones de edad ya no practicaban y entre los 22 restantes podían seguir realizando alguna actividad deportiva aquellos que

se valoran como muy buenos y buenos entre los resultados funcionales.

Subir y bajar escaleras supone que el pie que apoya en el suelo conserva la movilidad en flexión dorsal y plantar. Para el ascenso el pie es menos solidificado y se requiere fundamentalmente una movilidad y potencia muscular normal de la rodilla, siendo necesario en el pie la posibilidad de un cierto equinismo, que es lo que más frecuentemente se conserva. Por ello, de los 34 pacientes, 22 subían y bajaban con normalidad, ocho encontraban dificultad y cuatro les resultaba prácticamente imposible. Para el descenso se requiere mayor movilidad del pie y sobre todo flexión dorsal. El miembro en apoyo requiere la flexión de la rodilla y la flexión dorsal del pie mientras cambia de escalón el otro pie. Cuando el pie afecto entra en contacto con el escalón inferior se realiza en flexión plantar. El descenso resultó normal en 22 casos, con dificultad en ocho de ellos y era imposible en cuatro. En los casos de dificultad realizaban el apoyo en el escalón inferior o bien con el talón o realizaban una rotación externa del miembro inferior.

El edema del tobillo artrodesado desapareció con el tiempo, aunque siempre de una manera lenta, y suele guardar relación con la normalización de las actividades diarias. En el 70% no había edema o sólo era intermitente al final del día. En el 15% persistía en pequeños grados comparativos con el contralateral, en el que no se distinguían relieves venosos y tendinosos, y en el 15% restante era importante frente al lado contrario y con carácter casi permanente. Las alteraciones tróficas fueron poco importantes, sobre todo en los casos seguidos a más largo plazo. Los seis casos en los que se presentaban de forma importante estaban en relación con lesiones asociadas y en relación con el traumatismo causal original: manifestaciones cutáneas, como cianosis, o cambios en la coloración de la piel, o cambios de temperatura local. De forma casi constante se apreció atrofia muscular, que se tradujo en una pérdida de 2 a 3 cm, a nivel de la pantorrilla. Fue frecuente un acortamiento del lado operado, poco valorado por los enfermos, entre 5 y 10 mm, y que salvo en dos casos no precisaron compensación.

En cuando al calzado, la mitad de los pacientes utilizaban de manera regular plantillas ortopédicas para paliar algún pequeño vicio de posición del pie.

La artrodesis tibiotalariana afecta las actividades laborales de forma importante. La duración media de la baja laboral varía entre tres meses a dos años, dependiendo de la profesión y de la presencia de lesiones asociadas (tabla 4). El soporte de cargas pesadas

**Tabla 4.** Vuelta al trabajo tras la artrodesis

Trabajo	N.º de casos
Mismo trabajo	12
Más ligero	4
Incapacidad con pensión	9
Desempleo antes y después de la pensión	9

era posible en 15 casos (44%), siendo muy difícil o imposible en 8 casos (23,5%).

#### Resultados radiográficos

La posición en el plano sagital se valoró tras el cálculo de la angulación entre el eje del tercio inferior de la pierna y el plano del suelo, sobre una radiografía lateral en carga del pie, obteniéndose una posición neutra en 14 casos, un pie talo en cuatro y un pie equino en 16 (ocho  $< 5^\circ$ , cuatro entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$ ; cuatro  $> 10^\circ$ ). La mayor parte de los casos en equino están entre los operados más antiguos de la serie, cuando no se valoraban tanto las malas consecuencias que supone esta posición.

La posición en el plano frontal no ha podido ser apreciada radiográficamente de una manera segura y valorable, ya que en la proyección anteroposterior normal no se puede mensurar y la proyección de Mery no se pudo realizar más que en un corto número de casos, por lo que el varo o valgo sólo se han determinado clínicamente, con 14 pacientes en neutro, siete en valgo y tres en varo.

La movilidad de la mediotarsiana se valoró por comparación de las proyecciones laterales en flexión dorsal y plantar forzadas y el ángulo entre el eje del

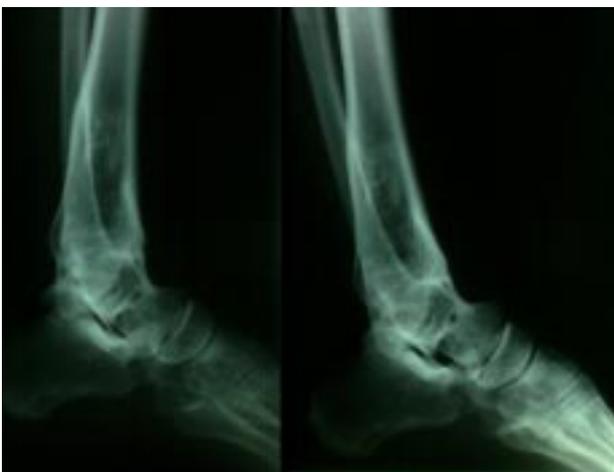
astrágalo y el del primer metatarsiano con una amplitud media fue de  $22^\circ$  (mínimo:  $0^\circ$ ; máximo:  $33^\circ$ ). (Fig. 8). Si se consideran  $15^\circ$  como la movilidad fisiológica, 10 pacientes (30%) presentaban una hiper-movilidad. Si se compara la movilidad mediotarsiana entre antes y después de la artrodesis, aumentó en 14 casos, disminuyó en 10 y era igual en otros 10.

#### Evolución tras la artrodesis

La articulación subastragalina es la articulación que más sufre tras la artrodesis, en 12 casos permanece con una movilidad en varo-valgo igual o mayor que la mitad de la del lado sano; y en 18 estaba rígida o con mínimo movimiento. Entre los factores que favorecen esta rigidez están: a) el traumatismo inicial, en ocho pacientes existía previa a la artrodesis, b) la propia intervención, sobre todo si existe una posición en varo (tres casos). Tras la intervención, se ha apreciado en 20 casos algún grado de artrosis, siendo en la mitad de ellos importante. Los casos más graves son los que presentan peores resultados funcionales, si bien ninguno precisó de cirugía por esta causa.

La articulación mediotarsiana juega un papel importante en el resultado global a largo plazo. En los 14 casos en que se logró una mayor movilidad frente al preoperatorio fue únicamente en el sentido de la flexión plantar. Se dieron signos de artrosis mediotarsiana en 11 pacientes. La aparición de la artrosis mediotarsiana es mucho menos frecuente que la subastragalina, suele ser mínima y de presentación tardía. Suele verse en casos con gran movilidad a dicho nivel sin que tenga una traducción clínica, lo que suele sorprender si no se conoce esta situación (Fig. 9).

#### Discusión



**Figura 8.** Radiografía en flexión dorsal y plantar de otro caso a los 20 años, comprobándose la apertura de la subastragalina en la flexión plantar.



**Figura 9.** Radiografía de otro paciente a los 18 años de evolución, mostrando un osteofito dorsal en la astrágalo-escafoidea, asintomático.

### Biomecánica

En posición estática, de pie, la línea de gravedad del cuerpo pasa a 4 cm por debajo del centro de rotación de la articulación tibioastragalina. El componente de rotación así creado es contrabalanceado por la contracción del tríceps. El brazo de palanca del tríceps está igualmente a 4 cm, siendo fácil calcular que el astrágalo soportará una carga doble de la mitad del peso del cuerpo en el apoyo bipodal o el peso del cuerpo en el apoyo unipodal. La necesidad del movimiento de flexo-extensión en la articulación tibiotarsiana deja al astrágalo muy inestable bajo el pilón tibial, requiriendo la permanente contracción de flexores dorsales y plantares para su equilibrio. La neta predominancia de éstos últimos, necesario por su papel de propulsores, implica que la línea de gravedad está trasladada hacia delante del eje de la tibiotarsiana<sup>4</sup>. Cinéticamente, la unión tibioperoneoastragalina se ve sometida a sollicitaciones en tracción en el transcurso de la flexión plantar, mientras que durante la flexión dorsal se ejercen fuerzas de compresión sobre todo en la parte más anterior de la articulación, siendo mayor durante la marcha cuando se realiza el apoyo completo del pie sobre el suelo y la tibia avanza por efecto de la gravedad<sup>13</sup>. En la marcha, en el contacto inicial del pie con el suelo, el vector se localiza en el talón, por detrás de la articulación del tobillo. Posteriormente, en la fase de adaptación a la carga, el vector pasa por el centro de la articulación tibioastragalina. Según se traslada hacia adelante el peso del cuerpo, el vector de fuerza de reacción crea la flexión dorsal, que aumenta progresivamente hasta tener su valor máximo al final de la fase de apoyo terminal. En este momento, el vector del peso del cuerpo se sitúa sobre las articulaciones metatarsofalángicas con el talón despegado del suelo y el tobillo en flexión plantar. Estas fuerzas alternantes de tracción en la flexión plantar y de compresión en la dorsal, son las más importantes a inmovilizar en la fijación de un tobillo a artrodesar.

### Vascularización

La epífisis distal de la tibia, así como los maléolos interno y externo, presentan una rica vascularización<sup>8</sup>. La vascularización del astrágalo es, al contrario, muy precaria. Ello es debido a la poca accesibilidad que da el hueso para la llegada de vasos por las amplias superficies articulares que presenta.

Los estudios ya clásicos sobre la vascularización de Mulfinger y Trueta<sup>18</sup>, de De Wulf<sup>28</sup>, de Butel y Witvöet<sup>4</sup> y Carret<sup>5</sup>, demuestran que el aporte sanguíneo se realiza fundamentalmente por cuatro pedículos,

que en orden de importancia son: el pedículo inferior en la arcada del seno del taso mediante la arteria del mismo nombre, que es el principal aporte; el pedículo interno, formado por ramas de la arteria tibial posterior, que penetra en el astrágalo justo por debajo del maléolo interno; el pedículo posterior, formado por pequeñas ramas que entran por el tubérculo posterior de la cola del astrágalo; y el pedículo superior, constituido por ramas de la arteria pedía que penetran por forámenes en la cara superior y externa del cuello. Si bien estas aportaciones extraóseas son precarias, presentan innumerables anastomosis intraóseas, aunque las dos principales vías de aporte sanguíneo, el *sinus* del tarso y el ligamento deltoideo, deben de ser conservadas en cualquier abordaje quirúrgico.

En el planteamiento y discusión de una técnica quirúrgica para esta artrodesis hay que considerar: los problemas de consolidación, las vías de abordaje, el tipo de fijación y la posición de inmovilización.

### Problemas de consolidación

Hay que valorar el aporte vascular a los tres extremos óseos. La epífisis distal de la tibia es un hueso normalmente bien vascularizado, como se comprueba en los trabajos de Crock<sup>8</sup>. Ahora bien, las secuelas postraumáticas, más aun si se han tratado por osteosíntesis a cielo abierto, pueden existir zonas avasculares, cuya resección deje amplias pérdidas óseas o zonas con aspecto bastante comprometido. El maléolo peroneo es un fragmento óseo que de forma constante suele estar bien irrigado, requiriendo no realizar una amplia disección en su parte externa, manteniéndose las inserciones músculo-ligamentosas. El cuerpo del astrágalo es el que presenta una vascularización más precaria, debido a sus amplias superficies articulares que dejan escaso espacio para la penetración de los vasos nutricios. La técnica quirúrgica a cielo abierto deberá evitar la lesión de estas vías de vascularización. La artroscopia, indudablemente, es la más conservadora en este sentido, y deberá tenerse en cuenta preferentemente en los casos en que la vascularización esté más comprometida<sup>20</sup>. Los injertos óseos deben considerarse como valiosos colaboradores en la consolidación. Desde Charnley<sup>6</sup> y Adams<sup>1</sup>, se pensaba que la calidad de los injertos era el mejor aval para conseguir la consolidación, e incluso se usaban como fijación mecánica de la artrodesis. En este sentido, los fragmentos desde la cara anterior de la tibia<sup>14</sup> o del peroné atornillado<sup>1</sup>, se mantuvieron durante muchos años como las técnicas a seguir. Actualmente su protagonismo es menor, y sólo el maléolo peroneo se mantiene como aporte óseo vascularizado.

### *Vía de abordaje*

El abordaje no deberá afectar a la vascularización de los extremos óseos, sobre todo al astrágalo. Por ello, parece arriesgado el uso de técnicas que supongan la denudación de la cara interna del astrágalo o del cuello del mismo, siendo por otra parte difícil llegar al seno del tarso, menos abordable con las técnicas habituales. Tampoco debe dañar las articulaciones subastragalina ni de Chopart, ni producir tenodesis de los tendones tibial anterior, Aquiles o peroneos. Por último, permitir corregir los ejes anatómicos alterados.

### *Tipo de inmovilización*

La bota de escayola como única estabilización es totalmente insuficiente, llegando a producir mayor rigidez de las articulaciones periféricas al tobillo que en ella misma. La osteosíntesis no sólo no deberá afectar a la vascularización, sino que además no ha de comprometer la integridad de las articulaciones vecinas (fijador externo al calcáneo), no afectar a los tendones, ni a la movilidad de las articulaciones próximas (clavos o tornillos de un fijador externo que atravésase los tendones y sus vainas). Deberá ser una osteosíntesis lo suficientemente estable, no sólo para inmovilizar la tibioastragalina, sino para permitir el movimiento de flexoextensión en el mismo eje del tobillo a nivel del tarso, para que facilite la rehabilitación en el postoperatorio inmediato.

### *Posición de inmovilización*

Desde las primeras descripciones de Charnley<sup>6</sup> han existido opiniones diversas basándose en la marcha, calzado o descalzo, y en la capacidad compensadora del tarso. Unos opinaban dejar un mínimo grado de equino para compensar el acortamiento y permitir el uso del tacón, y otros que se debe de fusionar en 5° de flexión dorsal en los hombres y 0° en las mujeres, argumentando que si las articulaciones subastragalina y mediotarsiana se encuentran en perfectas condiciones, el pie puede flexionarse plantarmente hasta 25°, permitiendo a las mujeres usar zapatos de tacón de hasta 4 cm. De esta manera el paciente artrodesado podría apoyar perfectamente el talón en el suelo cuando caminase descalzo. Sanchís Olmos<sup>23</sup> con anterioridad afirmaba que el ángulo normal tibioastragalino es de 105° en un sujeto adulto en bipedestación y descalzo, y que dicho ángulo llegaba hasta 145° llevando tacón de 6 cm. Müller y cols.<sup>19</sup> quizás en la opinión más opuesta, aconsejaba llegar hasta los 10° de flexión plantar en los hombres y 0° en las mujeres. Creemos que el estudio de Buck y cols.<sup>3</sup> es el más concienzudo en este sentido y que la posición mejor para artrodesar la tibioastragalina es con flexión dorsal de 5° en los hombres; flexión-

extensión de 0° en mujeres; valgo de 2° a 5° y rotación externa de 5° a 10°.

### *Posibilidades de compensación*

En el eje longitudinal se ha propugnado el desplazamiento posterior del astrágalo buscado por Charnely<sup>6</sup> y Müller y cols.,<sup>19</sup> por la facilidad que aportaba a la marcha y por una mejor adaptación del pie al impedir el cavo anterior. Pensamos que en la práctica no presenta ningún problema si no se lleva a cabo, ya que requiere una cruentación abusiva de las superficies articulares para permitir el deslizamiento y únicamente hay que tenerlo en cuenta para evitar el efecto contrario, que es lo que pudiera resultar nocivo. Si se fija en excesiva rotación interna, el paciente deberá tener dificultad cuando el centro de gravedad pasa por fuera del pie. Dicha posición supone estrés en la subastragalina y en la mediotarsiana, con dolor progresivo y artrosis. Secundariamente se sobrecargarán la rodilla y la cadera al intentar compensar la malrotación de todo el miembro inferior. Si se fija en excesiva rotación externa, el enfermo se apoyará en el borde medial del pie en posición forzada del mismo, sobre todo de la primera metatarsofalángica, con la aparición de una deformidad en *hallux-valgus*. Igualmente puede aparecer un aumento de sollicitaciones a nivel de la interlínea interna de la rodilla. Este tipo de malposición no se puede compensar. En el plano frontal no hay posibilidad de compensación. En este sentido 1° de varo es más perjudicial que 10° de valgo. Un valgo entre 2 y 5° es fisiológico, y hasta 10° es bien tolerado. Por otra parte, un varo de 5° acabará afectando a la mediotarsiana, dando una artrosis clínica y radiográfica. En el plano sagital, como ya se ha dicho, 5° de equino es el máximo en una mujer que habitualmente requiere el uso de tacón alto. Un discreto talo de 2 a 5° suele ser útil en un hombre con escaso tacón y que le permitirá a su vez andar descalzo. La suplencia de la flexión dorsal y plantar puede compensarse muy escasamente en la rodilla, manteniéndola en recurvatum o en flexión, lo que se realiza con dificultad y generalmente con cojera. La flexión plantar puede compensarse con una hipermovilidad de la mediotarsiana, llegando a conseguir unos 3 cm de desplazamiento a nivel de las cabezas de los metatarsianos entre la flexión y la extensión máximas. Según Tomeno y Piat<sup>24</sup> la artrodesis debe de ser realizada en una posición tal que dicha movilidad sea utilizada en la marcha habitual; incluso para Weber<sup>27</sup> gradualmente puede conseguirse un aumento de la flexibilidad que llega a alcanzar los 35-40° de flexoextensión cuando se trata de paciente jóvenes con gran capacidad de adaptación. A nivel de la subastragalina

se pueden conseguir de 5° a 10° de flexión plantar por apertura de la subastragalina anterior y del seno del tarso, lo que anatómicamente es un poco sorprendente, aunque se puede evidenciar en las radiografías comparativas; creemos que ello es debido a la movilidad fisiológica que dicha articulación lleva de forma simultánea con la mediotarsiana a la que acompaña en su movilidad. La flexión dorsal puede compensarse a nivel de las metatarsofalángicas, sobre todo en el dedo gordo. Gracias a la flexión dorsal de las mismas puede mantenerse el apoyo del pie, lo que se puede favorecer con un calzado apropiado y un tacón supletorio, colocando el antepie en ligero equino. En resumen podemos decir que las rotaciones y el valgo-varo no se compensan. La flexo-extensión puede llegar a compensarse en, aproximadamente, 50°. Como es la única movilidad existente en un tobillo, una artrodesis del mismo puede llegar a pasar desapercibida, lo cual no ocurre de una manera tan manifiesta en ninguna de las grandes articulaciones de los miembros.

En el análisis de la bibliografía aparecen resultados y evoluciones diferentes según los autores. Watson-Jones<sup>26</sup> tiene una visión particularmente optimista de los resultados de la artrodesis tibiotarsiana. Según él, las articulaciones subastragalina y mediotarsiana aseguran una suplencia completa de manera que es difícil saber que los movimientos están limitados tras la artrodesis. De cualquier manera nosotros compartimos dicha opinión, ya que la artrodesis de tobillo presenta la posibilidad de que la movilidad perdida se compense en las articulaciones subastragalina y medio tarsiana.

La consolidación ósea, tiene unos límites muy variables entre las diversas técnicas descritas en la bibliografía. En cirugía abierta con osteosíntesis, la no consolidación varía entre el 0% de Maurer y cols.<sup>15</sup> al 41% de Frey y cols.<sup>11</sup> Hay quien va todavía más lejos, como Katcherian<sup>12</sup> que en las series por él revisadas encuentra un rango que va del 0 al 60% de fallos en la consolidación. Mediante artroscopia, aunque la dispersión de técnicas es menor que en las cirugías abiertas, presenta de manera similar, fallos que oscilan entre el 0% de Corso y Zimmer<sup>7</sup> al 46% de Dent y cols.<sup>9</sup> A mitad de camino con técnicas semiinvasivas como miniartrotomías, Paremain y cols.<sup>22</sup> presenta un 100% de consolidaciones. Por ello, todos los autores pueden referenciar datos de otras técnicas abiertas o cerradas, en que los porcentajes de fusión difieren de las suyas. Nuestra técnica, no presenta ninguna falta de consolidación, probablemente por el respeto a la vascularización del astrágalo, como hueso más comprometido bajo ese punto de vista y por proporcionar la estabilización

mediante una osteosíntesis totalmente sólida. Al no tener casos con falta de consolidación ni presentarse ninguna infección, no nos hemos planteado la valoración del riesgo que sobre la consolidación se produce en las personas fumadoras, que según los estudios de Ouzounian y cols.,<sup>21</sup> es 16 veces mayor para la no consolidación, si éste es el único factor de riesgo que presentan.

El tiempo en conseguir la consolidación también varía de forma muy amplia. Paremain y cols.<sup>22</sup> señalan seis semanas como tiempo de consolidación radiológica con su técnica de miniartrotomía mediante pequeñas incisiones anteriores y fijación percutánea con dos tornillos cruzados. El mismo autor señala plazos de 12 meses con otras técnicas abiertas. En general, las técnicas artroscópicas señalan plazos medios entre ocho y diez semanas por la menor agresividad de la técnica y el mayor respeto vascular. Es un parámetro que no valoramos en demasía, y si damos un tiempo de 14 semanas, creemos que es aproximado, ya que la estimación se hace de las imágenes radiográficas, único dato para definirlo, estando sujeto a muchas posibilidades de error personal. No tiene mayor trascendencia cuando se trata de un paciente que en el momento del control suele llevar dos meses de carga progresiva sin dolor y en rehabilitación desde hace más de tres meses.

La indicación de realizar una artrodesis con una técnica a cielo abierto fijada mediante osteosíntesis interna o fijador externo, frente a una técnica artroscópica viene calificada por sus ventajas al tratarse de una técnica no invasiva, y por lo tanto con mayor respeto a la biología, que da rápidas consolidaciones y que por realizarse con mínimas incisiones está más indicada en casos de riesgo cutáneo por el mal estado previo de la piel en relación a sus antecedentes traumáticos, o la mala calidad de la misma, que suelen presentar los pacientes reumáticos con corticoterapia prolongada. Sin embargo, presenta sus limitaciones en los casos en que existe una deformidad angular, varo o valgo, más frecuente en las secuelas postraumáticas, o en los casos con necrosis o pérdidas óseas en los que el aporte mediante injertos óseos se hace imprescindible y que se debe de valorar en una indicación que no es de uso frecuente.

Los resultados funcionales son los que se deben valorar con más detenimiento en una técnica cuyos buenos resultados dependen de una funcionalidad restante a largo plazo. En este sentido, la situación final de las articulaciones subastragalina y mediotarsiana es lo que predomina. En una revisión de la bibliografía aparecen en casi todas las series buenos resultados en dos tercios de los casos. La rigidez

de la subastragalina es frecuente verla en muchas revisiones, pero casi siempre es asintomática. La artrosis subastragalina, si se presenta en el preoperatorio, tiene una clara tendencia a agravarse, sobre todo si existe una posición viciosa del pie en varo o en equino.<sup>2</sup> En cuanto a la cojera, Mazur y cols.<sup>16</sup> en un estudio detallado de la marcha en casos de artrodesis han podido comprobar que con el tiempo la marcha se hace simétrica por adaptación del lado sano, y la movilidad de ambos pies se hace más superponible.

En nuestra serie, los peores resultados están relacionados con una afectación previa de la subastragalina y mediotarsiana, o condicionada por la intervención, siendo el varo y el exceso de equino residual los factores más agravantes. La rigidez y la artrosis subastragalina, aunque real, se sufre en silencio, ya que no da síntomas clínicos para ser preocupante, por lo que hasta hoy no hemos tenido la

necesidad de realizar su fijación secundaria y, contrariamente a Broquin<sup>2</sup> no creemos que deba realizarse artrodesis subastragalina simultáneamente a la del tobillo.

### Conclusiones

La artrodesis tibiotalariana consigue buenos resultados a largo plazo. Los factores más importantes, para ello son: conseguir una fijación estricta, con pie plantigrado evitando el equino a toda costa; respetar el valgo fisiológico entre 2° y 5°, así como la rotación externa de 5° o algo más.

Es importante el estado preoperatorio de las articulaciones subyacentes: subastragalina y mediotarsiana, ya que ellas pueden suplir en gran parte la pérdida funcional de la artrodesis del tobillo. Para ello se requiere una osteosíntesis estable que permita, desde los primeros días del postoperatorio, la rehabi-

### Bibliografía

1. Adams, JC: Arthrodesis of the ankle joint. *J Bone Joint Surg*, 30B: 506-511, 1948.
2. Broquin, A; Emani, P; Maurer, P, y Tomeno, B: Arthrodèse tibio-tarsienne. Etudes des complications et de la tolérance. *Revue Chir Orthop*, 65: 393-401, 1979.
3. Buck, P; Morrey, B, y Chao E: The optimum position of arthrodesis of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 69A: 1052-1062, 1987.
4. Butel, J, y Witvoët, J: Les fractures et les luxations de l'astragale. *Revue Chir Orthop*, 53: 493-624, 1967.
5. Carret, JP; Fischer, LP; Gonon, GP; Schnepps, J, y de Mourgues, G: Vascularisation arterielle du sinus tarse. *Acta Orthop Belg*, 44: 319-331, 1978.
6. Charnley, J: Compression arthrodesis of the ankle and shoulder. *J. Bone Joint Surg*, 33B: 180-191, 1951.
7. Corso, S, y Zimmer, T: Technique and clinical evaluation of arthroscopic ankle arthrodesis. *Arthroscopy*, 11: 585-590, 1995.
8. Crock, HV: The blood supply of the lower limb bones in man. Ed. Livingstone LTD. Edinborough 1967, 72-79.
9. Dent, C; Patil, M, y Fairclough, J: Arthroscopic ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 75B: 830-832, 1993.
10. Duquennoy, A; Mestdagh, H; Tillie, B, y Stahl Ph: Resultats fonctionnels de l'arthrodèse tibiotalariana. *Revue Chir Orthop*, 71: 251-261, 1985.
11. Frey, C; Halikus, NM; Vu, Rose, T, y Ebrahimzadeh, E: A review of ankle arthrodesis: Predisposing factors to nonunion. *Foot Ankle Int*, 15: 581-585, 1994.
12. Katcherian, D: Treatment of ankle arthrosis. *Clin Orthop*, 349: 48-57, 1998.
13. Llanos LF: Biomecánica del tobillo. *Med de Rehab*, 1: 72-80, 1988.
14. Lynch, A; Bourne, R, y Rorabeck, C: The long-term results of ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 80B: 113-116, 1988.
15. Maurer, RC; Cimino, WR; Cox, CV, y Martin, J: Transarticular cross screw fixation: A Technique of ankle arthrodesis. *Clin Orthop*, 268: 56-64, 1991.
16. Mazur, JM; Schwartz, E, y Simon, SR: Ankle arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 61A: 964-975, 1979.
17. Meary, R; Roger, A, y Tomeno, B: Arthrodèse tibio-astragalienne. *Encyclop Med Chir*, 1978, 44902, 1-16.
18. Mulfinger, GL, y Trueta, J: The blood supply of the talus. *J Bone Joint Surg*, 52B: 1, 160-167.
19. Müller, ME; Allgöwer, M, y Willenegger, H: Manual de Osteosíntesis. Técnicas AO - Ed. Científico Médica. 1971, 302-303.
20. Myerson, MS, y Wuill, G: Ankle arthrodesis: a comparison of an arthroscopic and open method of treatment. *Clin Orthop* 268: 84-95, 1991.
21. Ouzouniam, CD; Henke, JA; Bailey, RW, y Kaufer, H: Long-Term Results of Tibiotalar Arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 67A: 546-550, 1985.
22. Paremain, GD; Miller, SD, y Myerson, MS: Ankle arthrodesis: results after the miniarthrotomy technique. *Foot Ankle Int*, 17: 247-252, 1996.
23. Sanchís Olmos, V: Nueva técnica de artrodesis, compresión de tobillo. *Acta Ortop, Trauma Ib*, 1: 123-130, 1953.
24. Tomeno, B, y Piat, Ch: Arthrodèse tibio-astragalienne. *Encyclop Med Chir*, 1990. 44902, 1-14.
25. Vaquero, F: En Indicaciones actuales de las artrodesis en los miembros. Capítulo XIV. Artrodesis de tobillo. Ponencia al XII Congreso Nacional de la SECOT, 1978. 167-178.
26. Watson-Jones, R: Fracturas y traumatismos articulares. *Salvat Ed*, 1960, 854-862.
27. Weber, BG: Lesiones traumáticas de la articulación del tobillo. *Ed Científico Médica*, Barcelona 1971, 20.
28. De Wulf, A: La vascularisation de l'astragale. *Acta Orthop Belg*, 49: 639-651, 1983.