

Resultados de artrodesis de tobillo por miniartrotomía con fijación percutánea con tornillos canulados

Serie de casos

Dr. Santiago Mejía Mejía*, Dr. Juan Pedro Kalb Heckel**

*Miembro Titular SCCOT. Profesor asociado Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana. Ortopedista Clínica Soma, Clínica León XIII ISS Medellín.

** Miembro Titular SCCOT. Profesor Ad-honorem, Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana. Ortopedista Clínica del Sur, Hospital General de Medellín, Luz Castro de Gutiérrez.

Palabras claves: Artrosis de tobillo, artrodesis de tobillo, miniartrotomía con fijación percutánea, articulación subtalar, artrodesis tibiotalar.

Resumen

Este es un estudio observacional descriptivo retrospectivo tipo serie de casos, donde los autores recogen 10 pacientes con artrosis de tobillo secundaria a trauma (9 casos) y a hemofilia (1 caso), sin deformidad de la articulación comprometida, quienes al momento de la consulta presentaban dolor y limitación funcional que afectaba las actividades de la vida diaria. Se practicó una artrodesis tibiotalar por miniartrotomía, según la técnica Myerson con algunas variaciones de la misma, a través de 2 incisiones verticales de 3 cm: una anterolateral y una anteromedial sobre la articulación del tobillo y fijando con tornillos canulados de esponjosa de 6,5 mm, cruzados de medial y lateral, desde la tibia al talo respetando la articulación subtalar.

El período de inmovilización, con un yeso sin apoyo, osciló entre seis y ocho semanas, al cabo de las cuales se verificó radiológicamente la consolidación de la artrodesis a los rayos X. Todos los pacientes excepto uno reasumieron la marcha sin dolor a las ocho semanas. Este es un método de fusión que permite una rápida consolidación de la artrodesis tibiotalar, en ausencia de deformidad a la altura del tobillo artrósico, por la escasa desperiostización de los tejidos blandos periarticulares, con escaso número de complicaciones.

Introducción

La artrosis de tobillo ha recibido variadas modalidades de tratamiento quirúrgico en los últimos años, que incluyen la artroplastia distractora, la osteotomía supramaleolar, la prótesis total de tobillo y la artrodesis. De las anteriores la que continúa siendo de elección en artrosis terminal de tobillo, es la artrodesis.

La artrodesis de tobillo está indicada en las artrosis secundarias a trauma, artritis reumatoide, infecciones, osteoartritis y otras artrosis secundarias (por mala-alineación, hemofilia, etcétera). Este método se utiliza para el manejo de la artrosis de la mencionada articulación, desde la primera descripción efectuada por Albert en 1879. Desde entonces se han descrito más de 30 técnicas quirúrgicas, que van desde las técnicas abiertas con incisiones amplias y sin fijación hasta las técnicas por incisiones mínimas o asistidas por artroscopio con fijación interna rígida.

En el presente trabajo se muestra la técnica quirúrgica y los resultados de la artrodesis con fijación interna rígida

practicada por miniartrotomía en pacientes con artrosis de tobillo con deformidad mínima, como está descrita por Miller y Myerson con algunas variaciones a la técnica.

El tiempo corto de inmovilización y la fusión rápida se muestran como aspectos positivos en el manejo de la artrosis de tobillo en pacientes seleccionados con la técnica descrita.

Marco teórico

Albert presentó el primer reporte de artrodesis de tobillo en 1879.¹³ En 1932 Key describió el concepto de la aplicación de presión transarticular a la altura del tobillo para facilitar la artrodesis. Este concepto fue utilizado posteriormente por Charnley en 1951 para la artrodesis de rodilla, hombro y tobillo con fijadores externos.¹ Desde entonces la artrodesis tibio-talar se considera una intervención quirúrgica que genera resultados adecuados para tratar el dolor de la artrosis de tobillo.

La artrodesis tibio-talar es un método efectivo para mejorar el dolor en pacientes con enfermedad articular

degenerativa del tobillo.^{6,1,4,11} Esta puede desarrollarse secundariamente a infección, osteoartritis, artritis reumatoidea (AR) y trauma.^{4,11}

En la literatura están descritos más de 30 procedimientos diferentes para lograr la artrodesis tibio-talar; tradicionalmente, los procedimientos abiertos han utilizado incisiones amplias, con resecciones de hueso extensas. Las alternativas incluyen: 1. Injertos por deslizamiento anterior de tibia; 2. Injertos sobrepuestos de peroné; 3. Fijación externa; 4. Fijación interna con tornillos, grapas, clavos y una variedad de placas.

Desde 1951 el uso asociado de la compresión ha aumentado los índices de fusión.¹ En los 70 y 80 la artroplastia del tobillo falló en lograr lo que las prótesis lograron en otras articulaciones. El reemplazo del cartílago está en su infancia pero promete ser el futuro tratamiento de la artrosis. Por este motivo la artrodesis sigue siendo el tratamiento de elección en el manejo de la artrosis dolorosa del tobillo.⁷

Las complicaciones pueden ocurrir en 60% de los casos de artrodesis de tobillo, siendo la no-únión la más devastadora con frecuencias que van de 0 a más de 40%.^{3,5} Los factores que se asocian a esta complicación son la infección, osteonecrosis del talo, mala-alineación de la tibia y el talo. La fijación mecánica insuficiente, la inadecuada técnica quirúrgica y la mala vascularización por cirugías previas, agravan esta condición. Adicionalmente a estas causas se ha encontrado la asociación de fumar con la no-únión después de artrodesis de tobillo.^{9,11}

En reportes recientes de Morgan, Mauzer, Myerson y Paremain se demostró que se logra la fusión aún en casos en que no se utilizan incisiones extensas y resecciones óseas. Estas técnicas permiten desbridamiento intra-articular de cartílago de superficies osteoartrosicas sin compromiso importante de los tejidos blandos. Por no practicar resecciones óseas extensas, se minimiza la inestabilidad triplanar de las resecciones amplias.¹⁴

Por su parte, la fijación también ha evolucionado; la tendencia actual es lograr la compresión de las superficies cruentas con tornillos transarticulares de compresión interfragmentaria.^{2,8,12}

La aplicación exitosa de estas técnicas menos invasivas lleva a una mayor tasa de consolidaciones, al conservar la vascularización de los segmentos que se artrodesan, reduciendo también los riesgos de complicaciones.

La posición ideal de fusión del tobillo debe ser en neutro en el plano sagital con unos 5 a 10° de rotación externa y el retropié en 0° a 5° de valgo.^{4,6,7,11} Aunque se

ha debatido la necesidad de trasladar el talo posteriormente sobre la tibia esto no es necesario pero sí se debe evitar la traslación anterior para evitar el aumento del brazo de palanca que esto genera sobre el tobillo. Con la técnica de miniartrotomía o de aquella asistida por artroscopia la traslación posterior no se hace necesaria.^{4,14}

La evaluación preoperatoria clínica y radiológica (AP y lateral con apoyo) definirá el tipo de artrodesis y el número de articulaciones que se van a fusionar (tobillo vs. tibio-talo-calcáneo).¹¹

No se hace necesaria la tomografía computarizada para la evaluación preoperatoria. En casos de necrosis avascular del talo se hace necesaria la resonancia magnética para cuantificar la severidad y extensión de la necrosis.¹¹

La decisión del tipo de artrodesis depende entonces de si existe o no, deformidad a nivel del tobillo. Además depende de la experiencia del cirujano, la posición del tobillo, la presencia de neuropatía, pérdida ósea, infección, calidad ósea y condiciones circulatorias locales.¹¹

El proceso de toma de decisión para la artrodesis del tobillo sin infección y neurológicamente intacto, se define por la presencia o no de deformidad articular. Hay dos tipos básicos de artrodesis: la primera que es la artrodesis "in situ" y la otra que requiere de alineación de la extremidad.¹⁰ La técnica de artrodesis asistida por artroscopia tiene altos índices de consolidación y fusión más rápida que las artrodesis abiertas convencionales, pero es una técnica difícil con un índice frecuente de complicaciones como lo reporta Ferkel en un artículo con 9,8%.⁴

Por este motivo fue descrita la técnica de miniartrotomía por Miller y Myerson para la artrodesis de tobillo sin deformidad.^{11,14}

La técnica de artrodesis por miniartrotomía consiste en la resección limitada de las superficies articulares por dos incisiones. La primera experiencia de Miller y Myerson, con 15 pacientes, demostró un promedio de fusión del 100% en un promedio de 6 semanas. El promedio de fusión radiológica fue de 8 semanas.¹⁴ Por la morbilidad mínima con esta técnica, comparable a las grandes series de artrodesis de tobillo, los autores decidieron adoptarla de manera regular para el manejo de tobillos mínimamente deformados.

La técnica quirúrgica de artrodesis por miniartrotomía se lleva a cabo con el paciente en posición supina con anestesia general o conductiva o por bloqueo de nervio periférico con sedación. Se utilizan dos incisiones de 1,5 a 2,0 cm; una anteromedial y una anterolateral que se encuentran en la misma posición de las incisiones que se

utilizan en la técnica artroscópica. La incisión medial se hace medial al tendón del tibial anterior y la lateral se hace lateral al tendón del tercer peroneo. Se profundizan las incisiones hasta incidir la cápsula articular. Con el uso de un separador de lámina pequeño se distrae la articulación tibiotalar por una de las dos incisiones y por la otra se reseca el cartílago articular y la sinovial inflamatoria con curetas rectas y curvas y gubias pequeñas. Se alterna el mismo procedimiento por las dos incisiones hasta tener completamente denudado el pilón tibial y el domo talar en sus 2/3 anteriores.

Se reseca el hueso subcondral del domo del talo, el plafón tibial y las goteras con fresa. El tobillo se coloca en 5° de valgo, 0° de dorsiflexión y rotación neutra. La posición se sostiene con tornillos canulados auto-perforantes y auto-roscantes de 6,8 ó 7,3 mm. Los clavos guía se colocan bajo intensificador de imágenes de la tibia anteromedial al talo y de la tibia posterolateral al talo. Un tercer tornillo se coloca del peroné distal al talo. Otros autores han recomendado tres tornillos percutáneos de la tibia al talo.

El manejo postoperatorio incluye la inmovilización del tobillo con una férula con vendaje bultoso por dos semanas, posteriormente se retira la férula y los puntos. Se coloca un yeso por 4 a 6 semanas hasta evidenciar consolidación clínica y radiológica.^{4,6,11}

Esta técnica de artrodesis por miniartrotomía ofrece un método sencillo de artrodesis de tobillo. Los resultados excelentes se pueden atribuir a la naturaleza menos invasiva del procedimiento con menor compromiso de la circulación peri-articular.^{4,6} La mayoría de los pacientes se manejaron ambulatoriamente. Las radiografías mostraron una fusión tibiotalar de los dos tercios anteriores de la articulación. El significado de este patrón de consolidación parcial todavía está por evaluarse, desde el punto de vista de estabilidad a largo plazo.

Objetivos

Este estudio busca, en primer lugar, mostrar los resultados obtenidos con la técnica de artrodesis *in situ* por miniartrotomía, de pacientes con artrosis de tobillo, con deformidad mínima, secundaria a las patologías más frecuentes descritas en la literatura (artrosis postraumática, AR, osteoartritis, hemofilia), para observar principalmente el tiempo de consolidación y las complicaciones.

El segundo objetivo es compartir los detalles de la técnica quirúrgica, el instrumental utilizado, el período de inmovilización postoperatoria y los resultados clínicos y radiológicos de pacientes intervenidos quirúrgicamente

en el Hospital General de Medellín Luz Castro de Gutiérrez, Clínica León XIII del ISS, Clínica Soma y Clínica del Sur de la ciudad de Medellín.

Materiales y métodos

Este es un estudio observacional descriptivo, retrospectivo, tipo serie de casos, en el cual se incluyen 9 pacientes con artrosis de tobillo secundaria a trauma y uno secundario a hemofilia, que no presentaron deformidades angulares de la articulación tibiotalar comprometida. La justificación para la artrodesis se basó en los hallazgos radiológicos y clínicos que se describen en la literatura para practicar dicha intervención.

Los siguientes fueron los criterios de inclusión: 1. Pacientes adultos de ambos sexos que consultaron por dolor al nivel de la articulación tibiotalar secundario a un compromiso artrósico de la misma. 2. Ausencia de infección activa en el sitio de la artrodesis al momento de la cirugía. 3. Pacientes fumadores y no fumadores a los que se les explicaba la importancia de suspender el cigarrillo antes y después del evento quirúrgico hasta la consolidación clínica y radiológica del sitio de la artrodesis, sin excluir aquellos que no suspendían el cigarrillo. 4. Aceptación por parte del paciente de la inmovilización de la extremidad artrodesada por un periodo no menor de 8 semanas, con posibilidad de extensión en caso de no cumplir los parámetros de consolidación clínicos y radiológicos. 5. Pacientes operados por los autores con la técnica y el instrumental descrito en la literatura.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: 1. Infección activa en el sitio de la artrodesis; 2. Deformidades angulares que requieran osteotomías correctoras y 3. Utilización de material de osteosíntesis diferente a los tornillos propuestos en la literatura.

Técnica quirúrgica

Con el paciente en decúbito dorsal, bajo anestesia general ó conductiva y con torniquete en el muslo se practican dos incisiones de 1,5 a 2,0 cm; una anteromedial y una anterolateral que se encuentran en la misma posición de las incisiones que se utilizan en la técnica artroscópica. La incisión medial se hace medial al tendón del tibial anterior y la lateral se hace lateral al tendón del tercer peroneo. Se profundizan las incisiones hasta incidir la cápsula articular.

Con el uso de un separador de lámina pequeño se distrae la articulación tibiotalar por una de las dos incisiones y por la otra se reseca el cartílago articular y la sinovial inflamatoria con curetas rectas y curvas. Se alterna el mis-

mo procedimiento por las dos incisiones hasta tener completamente denudado el pilón tibial y el domo talar, en sus 2/3 anteriores (Figura 1).

A diferencia de la técnica original descrita por Miller y Myerson, practicamos elevación del hueso subcondral a manera de escama de pescado con escoplo de 5 mm. del domo del talo, el pilón tibial y las goteras.

El tobillo se coloca en posición neutra de dorsiflexión, valgo de 5° y rotación neutra. La posición se sostiene con tornillos canulados auto-perforantes y auto-roscantes de 6,5 ó 7,0 mm, previa colocación de los clavos guía bajo intensificador de imágenes. Los clavos guía se colocan desde la tibia anteromedial al talo y de la tibia posterolateral al talo. En algunos casos se utilizaron 2 tornillos y en otros casos se utilizaron 3 tornillos, 2 de los cuales se colocaron medialmente y uno lateral (Figura 2).

El manejo postoperatorio en todos los pacientes se llevó a cabo con vendaje bultoso y yeso por 15 días inicialmente, al cabo de los cuales, se retiraron los puntos de sutura colocando un nuevo yeso hasta completar 6 semanas. Al cabo de estas se retiraba el yeso y se tomaba control radiológico. Según los hallazgos clínicos y radiológicos se suspendía la inmovilización o se prolongaba hasta completar 8 ó 12 semanas. Entre la tercera y cuarta semana comenzaron a apoyar en la mayoría de los casos (Figura 3).

Todos los pacientes fueron manejados ambulatoriamente con instrucciones precisas en el postoperatorio.

Resultados

A 10 pacientes se les practicó artrodesis tibiotalar por miniartrotomía llenando los criterios de inclusión. Del total de pacientes, nueve presentaron artrosis secundaria a traumatismos del tobillo con compromiso de la articulación tibiotalar de predominio del pilón tibial en ocho casos y uno por necrosis avascular del talo secundario a una fractura Hawkins tipo III a la que se le había practicado reducción quirúrgica urgente y que evolucionó hacia la necrosis con colapso parcial del cuerpo del talo. El otro caso con artrosis de tobillo secundario a otra causa se presentó en un paciente hemofílico.

Todos los pacientes fueron intervenidos por los autores con la misma técnica quirúrgica y con el seguimiento y evaluación, hasta la consolidación del sitio de la artrodesis.

Se evaluaron las siguientes variables preoperatorias: 1. Edad; 2. Sexo; 3. Diagnóstico preoperatorio: tiempo de evolución del trauma inicial, lado comprometido, fumador/no fumador (Tabla 1).



Figura 1.



Figura 2.



Figura 3.

En el postoperatorio, las variables evaluadas fueron: 1. Tiempo de inmovilización; 2. Iniciación del apoyo; 3. Momento de la consolidación radiológica y 4. Consolidación clínica.

Complicaciones

Se presentó una no-unión en una paciente, que en la actualidad lleva 20 meses de postoperatorio, asintomática y no ha requerido reintervención.

En el presente estudio se incluyeron 10 pacientes de los cuales 9 presentaron artrosis de tobillo secundario a trauma y uno secundario a hemartrosis múltiples secundarias a hemofilia.

Tabla 1. Variables preoperatorias

Nombre	Edad	Sexo	Lado	HC	Diagnostico preoperatorio
NDA	39	F	D	38301	Fractura tobillo (X-97) OS Artrosis TT postrauma
MVOM	39	F	D	6524	Fractura tobillo (I-98) OS Artrosis TT postrauma, infección? (no comprobada)
CCP	58	F	D	516084	Luxofractura abierta tobillo (III-98) OS Artrosis TT postrauma
LEVS	48	M	D	CideFX	Fractura tobillo y astrágalo (VI-99) OS Artrosis TT postrauma
CUH	38	M	I	47561	Fractura talo (V-97) OS NA talo Artrosis TT NA Talo revasc.
JIAR	38	M	D	HGM	Fractura abierta tobillo (78) OM 2 años 7 cirugías Artrosis TT
CST	42	M	D	626399	Artrosis TT hemofilia B
HMG	52	M	D	512254	Fractura pilón tibial (V-99) OS Artrosis TT postrauma
MA	43	F	D	IIS	Fractura tobillo (I-98) sin OS Artrosis TT postrauma
AJ	37	M	I	Soma	Fractura pilón tibial (VIII-99) sin OS Artrosis TT postrauma
Fumador	Fecha de cirugía	Duración de inmovilización		Comentarios	
N	25-II-99	12 semanas		8 sin apoyo y 4 con apoyo	
S	26-VI-99	12semanas		6 sin apoyo y 6 con apoyo	
N	25-VIII-99	8 semanas		8 semanas sin apoyo	
N	26-III-00	8 semanas		8 semanas sin apoyo	
S	7-VII-00	12semanas		Fumó durante yeso, 8 semanas sin apoyo y 4 con apoyo	
N	6-VI-00	6 semanas		Colocación de injerto de calcáneo. 6 semanas sin apoyo	
N	3-XI-00	8 semanas		8 semanas sin apoyo	
N	17-X-00	8 semanas		8 semanas sin apoyo	
N	16-VIII-00	12 semanas		4 semanas sin apoyo, 6 con apoyo	
N	8-VIII-00	7 semanas		Tornillos 7.0 Apoyo con yeso desde las tres semanas	

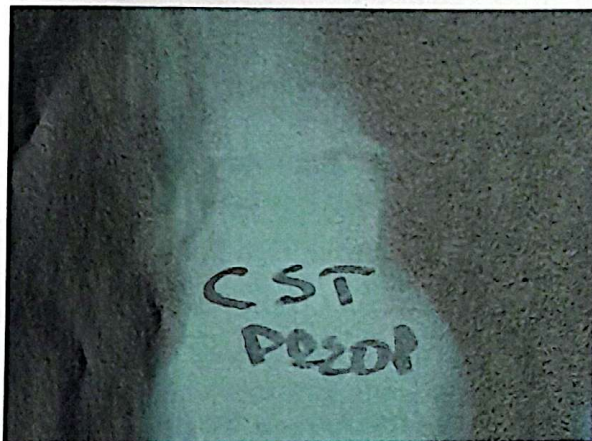


Figura 4.

Todos presentaban artrosis radiológica de tobillo con limitación para la marcha y dolor en todas las actividades de la vida diaria. Las edades fluctuaron entre los 37 y los 58 años de edad con 4 mujeres y 6 hombres. Se encontraron comprometidos 8 tobillos derechos y 2 izquierdos. El paciente con mayor tiempo de evolución desde el momento del trauma inicial hasta la fecha de artrodesis fue de 22 años y el de menor tiempo de evolución fue de 9 meses (Figura 4).

El tiempo de inmovilización total se discriminó así:

- 1 paciente con 6 semanas
- 1 paciente con 7 semanas
- 4 pacientes con 8 semanas
- 4 pacientes con 12 semanas

En 5 pacientes sólo se permitió el apoyo después de retirado el yeso. Estos pacientes se discriminaron así:

- 4 pacientes inmovilizados 8 semanas.
- 1 paciente inmovilizado 6 semanas.

Los cinco pacientes restantes iniciaron la inmovilización sin apoyo y posteriormente apoyaron durante la inmovilización. Estos se discriminaron así:

- 2 pacientes con inmovilización de 12 semanas, que iniciaron apoyo a las 6 semanas.
- 2 pacientes con inmovilización de 12 semanas, que iniciaron apoyo a las 8 semanas.
- 1 paciente con inmovilización de 7 semanas, que inicio apoyo a las 3 semanas.

La consolidación radiológica se evidenció así:

- 1 paciente a las 6 semanas
- 5 pacientes a las 8 semanas
- 3 pacientes a las 12 semanas
- 1 paciente sin evidencia de consolidación

La consolidación clínica se evaluaba durante los cambios de yeso y se basaba en tres criterios principales: 1. Edema y calor alrededor del tobillo; 2. Dolor a la manipulación de la articulación del tobillo y 3. Movilización activa dolorosa.

La consolidación clínica se evidenció en los 10 pacientes discriminados así:

- 1 paciente a las 6 semanas
- 1 paciente a las 7 semanas
- 4 pacientes a las 8 semanas
- 4 pacientes a las 12 semanas

Aunque la correlación clínico-radiológica no es absolutamente paralela, si existe una relación entre la fusión clínica y radiológica que se cumplió en los pacientes incluidos en este estudio excepto por un caso que se encuentra en no-unión asintomática después de 20 meses de evolución postquirúrgica (Figura 5).

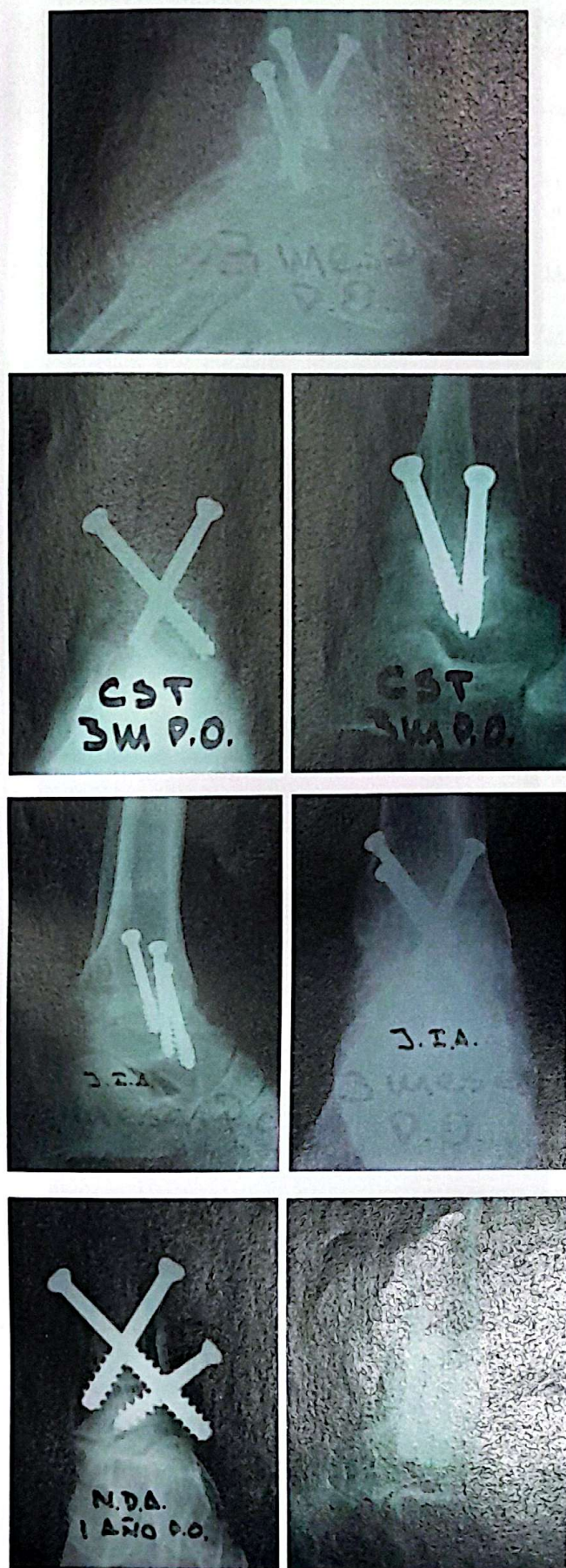


Figura 5

A la fecha de la última evaluación de los pacientes se encontró la paciente mencionada con 20 meses postoperatorios sin evidencia radiológica de consolidación, pero asintomática desde de punto de vista clínico.

En este grupo de pacientes encontramos que la consolidación se produjo clínica y radiológicamente entre las 6 y 12 semanas en todos los casos excepto el mencionado anteriormente.

Todos los pacientes en el presente estudio fueron intervenidos en forma ambulatoria y ninguno presentó complicaciones de las heridas por dehiscencia ó infección.

En la última evaluación clínica y radiológica que se llevó a cabo en el mes de enero de 2001 se encontró que todos los pacientes se encontraban reincorporados a las actividades de la vida diaria laborando sin restricciones y utilizando calzado convencional (Figura 6).

El paciente de mayor evolución postoperatoria fue de 32 meses y el de menor evolución de 3 meses.

Discusión

La principal complicación de la artrodesis de tobillo continúa siendo la no-unión y en muchos casos el retardo de consolidación. Con el advenimiento de nuevas técnicas quirúrgicas encaminadas a preservar la vascularización de la tibia y el talo se han logrado consolidaciones más rápidas y, por tanto, inmovilizaciones más cortas. Según la técnica original no se requiere la resección total de las superficies articulares de tibia y talo pues la asociación de la compresión interna rígida por medio de tornillos canulados y el mínimo compromiso de los tejidos blandos preservando la circulación, garantizan una fusión adecuada. A la fecha no se saben las implicaciones que a largo plazo pueda generar este hecho.

Las ventajas que presenta esta técnica son múltiples: la mínima lesión de los tejidos blandos y, por ende, de la circulación ósea; la replicación fácil y reproducible de la técnica quirúrgica; el instrumental básico elemental; la distracción articular que se logra mediante el uso de separadores de lámina pequeños, sin necesidad de utilizar distractores invasivos que aumentan la morbilidad; el tiempo quirúrgico corto y el procedimiento quirúrgico ambulatorio.

En el postoperatorio el tiempo de inmovilización relativamente corto juega un papel importante para el reintegro del paciente a sus labores. Además, al conservar la anatomía externa del tobillo evita las deformidades postquirúrgicas estéticas que se presentan con

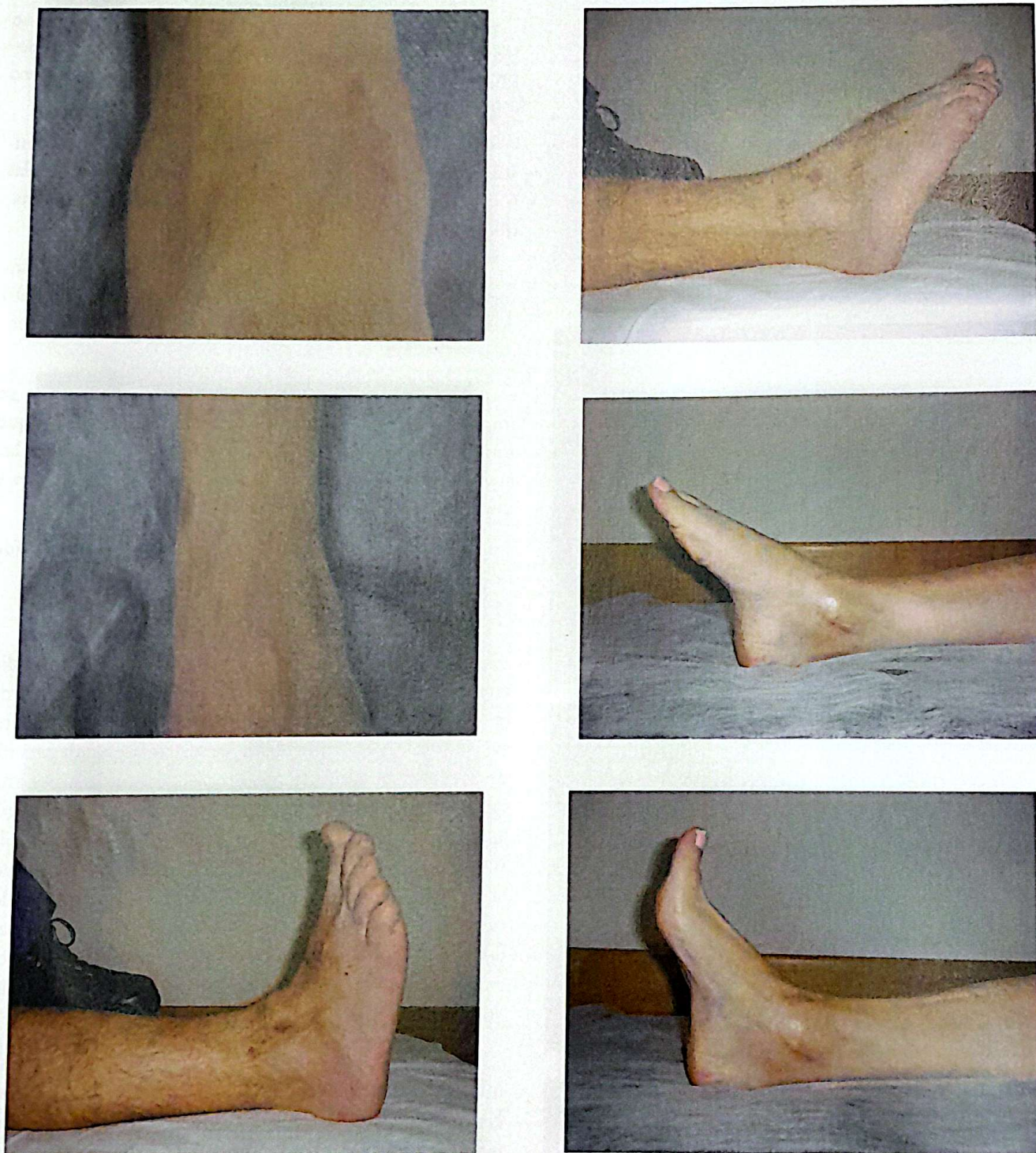


Figura 6.

otras técnicas. Como limitante está el hecho de que sólo puede utilizarse en pacientes con artrosis de tobillo sin deformidades.

Esperamos que esta técnica sea una herramienta más en el manejo de la artrosis de tobillo cuando no hay deformidad concomitante.

Bibliografía

1. Charnley J. Compression arthrodesis of the ankle and shoulder. J. Bone Joint Surg; 33B: 180-191, 1951.
2. Cobb T.K., Gabrielsen T.A., Campbell D.C., Wallrichs S.L., Ilstrup D.M. Cigarette smoking and nonunion after ankle arthrodesis. Foot Ankle Int; 15: 64-67, 1994.

3. Dohm M, Purdy BA, Benjamin J. Primary union of ankle arthrodesis: Review of a single institution/multiple surgeon experience. *Foot Ankle Int*; 15: 293-296.
4. Ferkel RD. Arthroscopic surgery: The foot and ankle. Pp: 215-219. Lippincott-Raven, 1996.
5. Frey C, Halikus N, Vu-Rose T, Ebrahimzadeh E. A review of ankle arthrodesis: Predisposing factors to nonunion. *Foot Ankle Int*; 15: 581-584, 1994.
6. Hansen ST. Functional reconstruction of the foot and ankle. Pp: 283-292 Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
7. Holt E, Hansen S, Mayo K, and Sangeorzan B. Ankle arthrodesis using internal fixation screw. *C.O.R.R.*; 289: 21-28, 1991
8. Kish G, Eberhart R, King T, Holzaepfel JL, Pollock T. Ankle arthrodesis placement of cannulated screws. *Foot Ankle Int*; 14: 223-224, 1993.
9. Mann RA, Rongstad KM. Arthrodesis of the ankle: A critical analysis., *Foot Ankle Int*; 19: 3-9, 1998.
10. Mann RA, Van Manen JW, Wapner K, Martín J. Ankle fusion. *Clin. Orthop*; 268: 49-55, 1991.
11. Miller SD, Myerson MS. Tibiotalar arthrodesis. In Myerson MS (ed): *Foot and Ankle Clinics*. Vol 1. Philadelphia, WB Saunders, 1996, pp 151-162.
12. Monroe MT, Beals TC, Manoli A. Clinical outcome of arthrodesis of the ankle using rigid internal fixation with cancellous screws. *Foot Ankle Int* 20: 227-231, 1999.
13. O'Brien TS, Hart TS, Shereff MJ, Stone J, Johnson J. Open versus Arthroscopic Ankle Arthrodesis: A comparative study. *Foot Ankle Int*; 15: 368-374, 1999.
14. Paremain GP, Miller SD, Myerson MS. Ankle arthrodesis: Results after the miniarthrotomy technique. *Foot Ankle Int*; 17: 247-252, 1996.