

ARTRODESIS DE LA PRIMERA ARTICULACIÓN METATARSO-FALÁNGICA CON GRAPAS DE MEMORIA DE 20 mm

Iván Robert Calvet¹, Daniel Poggio¹, Jordi Asunción¹, Pedro Hortua¹, Pablo Fernández de Retana²

¹ Unidad de Pie y Tobillo. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

ICEMEQ. Hospital Clínic de Barcelona. Universitat de Barcelona

² Hospital San Rafael. Barcelona

INTRODUCCIÓN: Existen diversas patologías del antepié que pueden precisar de la artrodesis de la articulación metatarso-falángica del *hallux*. Para conseguir la fusión de esta articulación se han descrito múltiples técnicas con buenos resultados. **MÉTODO:** Se realizó un estudio prospectivo de 36 pacientes (36 pies) a los que se les practicó una artrodesis de la 1.ª articulación metatarso-falángica utilizando, como sistema de fijación, dos grapas de memoria de 20 mm, en dos planos. **RESULTADOS:** Se presentan los resultados, con un seguimiento mínimo de 12 meses. La puntuación media preoperatoria según la escala *hallux*-metatarso-falángica-interfalángica de la AOFAS fue de 38,1 puntos en comparación con la media postoperatoria, de 83,4. La exploración radiológica postoperatoria mostró un ángulo medio de *hallux valgus* de 10,7°, y una media de 9,8° en el ángulo del primer espacio intermetatarsiano. El ángulo de dorsiflexión media postoperatoria fue de 25,6°. En 34 de los 36 casos, se consiguió la correcta fusión de la 1.ª articulación metatarso-falángica con un tiempo medio de fusión de 14 semanas. En 2 casos no se consiguió la consolidación, y en 1 de ellos fue precisa la retirada del material. La satisfacción de los pacientes fue excelente en 34 de los pacientes (34 pies), lo que representa el 94% del total. **CONCLUSIÓN:** La artrodesis de la 1.ª articulación metatarso-falángica del *hallux* con grapas de memoria de 20 mm proporciona buenos resultados clínicos, comparables con los resultados publicados de otras técnicas.

PALABRAS CLAVE: Primera articulación metatarso-falángica. Artrodesis. Grapas de compresión con memoria. Deformidades del antepié. Hallux.

FIRST METATARSOPHALANGEAL ARTHRODESIS WITH 20 mm MEMORY COMPRESSION STAPLES: BACKGROUND: Various techniques are reported for first metatarsophalangeal joint arthrodesis, with high fusion rates. **METHODS:** We conducted a prospective study of 36 feet (36 patients) with advanced clinical conditions requiring a *hallux* MTP fusion. All patients underwent first metatarsophalangeal joint arthrodesis using two 20 mm memory compression staples to achieve compression at the fusion site. **RESULTS:** Short-term results with a minimum follow-up of 12 months are presented. The mean preoperative score of the AOFAS *hallux*-metatarsophalangeal-interphalangeal score was 38.1 points compared with a mean postoperative score of 83.4. The postoperative radiographic assessment showed a mean *hallux valgus* angle of 10.7 degrees and a mean 1-2 intermetatarsal angle of 9.8 degrees. The mean postoperative dorsiflexion angle was 25.6 degrees. In 34 of 36 feet, the first metatarsophalangeal joint fused successfully, with a mean time of union of 14 weeks. We observed 2 cases of no union, with removal of the material in 1 case. Postoperative patient satisfaction was excellent in 34 feet (94%). **CONCLUSIONS:** These results show that arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with 20 mm memory compression staples has a high percentage of successful outcomes, similar to results reported from other techniques.

KEY WORDS: First metatarsophalangeal joint. Arthrodesis. Memory compression staples. Forefoot deformities. Hallux.

INTRODUCCIÓN

La artrodesis de la primera articulación metatarso-falángica (MTF) se utiliza en el tratamiento quirúrgico de múltiples patologías, entre las que se incluyen:

Correspondencia:

Iván Robert Calvet
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.
Hospital Clínic de Barcelona
c/ Villarroel, 170. 08036 Barcelona
Tfno.: 93 227 55 33
Correo electrónico: iroberca@hotmail.com
Fecha de recepción: 19/06/08

- Antepié reumático asociado en ocasiones a una realineación de las cabezas de los metatarsianos⁽¹⁻³⁾.
- Antepié con deformidades graves no reumáticas⁽⁴⁾.
- *Hallux rigidus* primario (Regnauld de grado III)^(5,6).
- *Hallux rigidus* secundario a la realización de una cirugía de tipo Keller-Brandes⁽⁶⁾.
- Secuelas post-traumáticas, posquirúrgicas o neurológicas⁽⁴⁾.

La finalidad de la artrodesis es proporcionar un apoyo sólido que permita el despegue de la marcha y modificar la fuerza que se transmite a las cabezas de los metatarsianos en pacientes con deformidades del antepié⁽¹⁾.

Para su indicación se deben evaluar de forma cuidadosa la longitud de la falange y la del metatarsiano^(7,8).

Las tasas de fusión son superiores al 85% en la mayoría de los estudios, pero los resultados referenciados en la bibliografía varían del 40 al 100%⁽⁹⁾. Se ha descrito una gran variedad de técnicas para la artrodesis de la primera MTF, como cerclajes, agujas de Kirschner, clavos de Steinman, bulones, tornillos cruzados, placas con tornillos, fijadores externos y grapas^(4,10-14). En casos de deformidades reumáticas, se ha referenciado el uso de grapas para la reconstrucción del pie⁽¹⁵⁾.

Se ha descrito que utilizando una placa de Vitalio se consigue la fusión en un 98% de los casos⁽¹⁶⁾. Los mayores inconvenientes de la utilización de la placa son la rotura del material y la profusión cutánea de la placa, que producen una irritación de la piel que obliga a la retirada del material. Mankey y Mann describen una serie en la que la rotura de la placa tuvo lugar en el 7% de los pacientes, y se realizó la retirada del material en el 10% de todos los casos. Turan⁽¹²⁾ utilizaba 2 tornillos de compresión para realizar la artrodesis y describe la retirada de material en el 5% de los casos debido a la protrusión del mismo con un seguimiento medio de 1 año.

Las grapas de compresión con memoria están fabricadas con níquel-titanio (Ni-Ti) equiatómico que permite una deformación plástica del material que logra generar fuerza de compresión. Ni-Ti se considera un implante biológico seguro que no presenta citotoxicidad, alergia ni genotoxicidad⁽¹⁷⁾. Esta aleación posee una propiedad conocida como efecto de memoria de la forma, que lo hace maleable a temperaturas comprendidas entre 0° y 5°, lo que permite adaptar la forma del material, que luego regresa a su morfología original cuando alcanza la temperatura corporal. En la recuperación del aspecto inicial se ha medido una fuerza de compresión de más de 3 kg/mm² de forma experimental⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

Las grapas tienen forma de U y consisten en 2 brazos de varias longitudes conectados mediante un segmento horizontal de 20 mm. Este principio se utiliza para proporcionar compresión dinámica en el lugar de la artrodesis.

Se ha descrito que la técnica más rígida y estable biomecánicamente para la artrodesis de la primera articulación MTF es la resección de la superficie articular mediante una fresa mecánica cilíndrica y la fijación con dos bulones interfragmentarios de cortical de 3,5 mm en combinación con una placa dorsal, mientras que la utilización de grapas de memoria resultaría ser la opción biomecánica más débil⁽²¹⁾. Neufeld *et al.* observaron, en estudios realizados en cadáveres, que la fijación mediante placa a compresión o 2 tornillos cruzados era más resistente que 2 grapas de compresión con memoria para la artrodesis de la primera articulación MTF, por lo que recomendaban la utilización de algún tipo de inmovilización hasta la fusión de la artrodesis⁽²²⁾.

Hasta donde conocemos, sólo un estudio clínico describe la artrodesis de la primera articulación MTF utilizando grapas de compresión de 12 mm entre los dos brazos, con tasas de éxito comparables a las de las restantes técnicas descritas previamente⁽²³⁾.

El propósito de este estudio es evaluar los resultados de la artrodesis de la primera MTF utilizando grapas de compresión con memoria de 20 mm de separación entre los dos brazos y con un seguimiento mínimo de 12 meses.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio prospectivo realizado entre febrero de 2005 y marzo de 2007. Se incluyeron 36 pies (36 pacientes) que fueron evaluados y tratados en nuestro centro por procesos dolorosos que afectaban a la primera articulación MTF de causa primaria o secundaria. Se realizó la artrodesis de la primera articulación MTF utilizando grapas de 20 mm en todos los casos.

Se procedió a la evaluación clínica utilizando la escala *hallux*-metatarso-falángica-interfalángica de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) en el preoperatorio y postoperatorio^(24,25).

En la escala postoperatoria de la AOFAS, se pierden 10 puntos por la fusión sólida de la primera articulación MTF, pudiendo obtener un máximo de 90 puntos, lo que representaría la ausencia de dolor, la estabilidad de la articulación, una correcta alineación y ausencia de limitación funcional y de dificultad para el calzado.

A todos los pacientes se les había realizado una radiografía en carga del pie en proyección anteroposterior y lateral. Se midieron los ángulos para realizar la comparación preoperatoria y postoperatoria. En la proyección anteroposterior se midió el ángulo intermetatarsiano (IM) y el ángulo de *hallux valgus* (HV).

El ángulo IM es el formado por la prolongación de las bisectrices de la metáfisis proximal y distal del primer y el segundo metatarsianos. El ángulo HV está formado por la prolongación de las bisectrices de la metáfisis proximal y distal del primer metatarsiano y la falange proximal del *hallux*⁽²⁶⁾.

Durante el periodo postoperatorio se midieron el ángulo de dorsiflexión (DF) y el ángulo de inclinación (AI). El ángulo DF es el ángulo existente entre el eje longitudinal del primer metatarsiano y el primer dedo en una proyección lateral. El AI es el ángulo entre el eje longitudinal del primer dedo y el suelo, en una proyección lateral. Como la altura del arco longitudinal, y la inclinación del primer metatarsiano en relación con el primer dedo, varía entre los individuos, proponer un ángulo DF conllevaría obtener diferentes ángulos entre el primer dedo y el suelo en los diferentes pacientes. El AI es constante y representa el ángulo funcional con el que el paciente camina⁽²⁷⁾. La medición de los ángulos fue realizada por el mismo observador.

Postoperatoriamente, los pacientes fueron seguidos en el departamento de consultas externas semanalmente hasta la curación de las heridas, cada 4 semanas hasta la consolidación radiográfica y finalmente cada 3 meses hasta llegar al año de seguimiento. La primera articulación MTF sin dolor ni movimiento se consideraba fusionada clínicamente, mientras que la



Figura 1. Fresado de tipo ball and socket de las superficies articulares.

Figure 1. Ball-and-socket milling of the articular surfaces.

fusión radiológica se determinó por la presencia de trabéculas óseas que cruzaban la articulación, con aposición de las dos superficies de unión y sin espacios ni signos de radiolucencia.

La satisfacción postoperatoria se evaluó mediante la escala de satisfacción de Coughlin y Mann⁽¹⁾, que puntúa como:

- Excelente: artrodesis realizada sin problemas, paciente muy satisfecho, ausencia de dolor o dolor mínimo, deambulación sin dificultad.
- Buena: problemas leves, paciente satisfecho con dolor mínimo, deambulación con dificultad mínima o sin dificultad, volvería a repetir la misma cirugía.
- Regular: dolor moderado, dificultad para la deambulación, poca confianza en los resultados de la cirugía.
- Mala: dolor continuado, mínima mejoría en la deambulación, se arrepiente de la cirugía.

El análisis estadístico descriptivo y analítico se efectuó utilizando el programa SPSS 11.0. Se utilizó el test de la *t* de Student para las variables continuas. Un valor de $p \leq 0,5$ se consideró estadísticamente significativo.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Tras el procedimiento anestésico, se coloca al paciente en decúbito supino y se administra un gramo de cefazolina endovenosa como profilaxis antibiótica preoperatoria.

Previamente al montaje del campo quirúrgico, se realiza la exanguinación de la extremidad y se aplica un torniquete de Esmarch a nivel medio de la pierna para evitar el sangrado preoperatorio.

Se practica una incisión longitudinal de 5 cm centrada en la primera articulación MTF. Se abre la cápsula en la misma

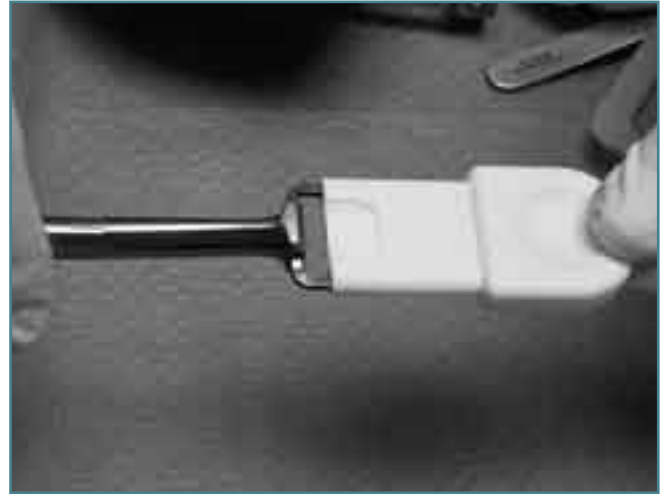


Figura 2. Retirada de la grapa congelada de su envoltorio mediante pinza especial para evitar el aumento de temperatura del material.

Figure 2. Removal of the frozen staple from its container using special forceps so as to avoid temperature increments.

dirección que la incisión cutánea, separando un colgajo dorsal y otro ventral para permitir la luxación de la articulación. Se coloca una aguja de Kirschner siguiendo el eje de la falange proximal y otra siguiendo el eje del metatarsiano, a modo de guía para la fresa esférica canulada, y se procede al fresado de las superficies articulares para obtener una forma de *ball-and-socket* (Figura 1) con mínima resección ósea. Esta forma permite la corrección multiplanar, con una mayor superficie de contacto. Se realizan adicionalmente múltiples perforaciones de las superficies utilizando una aguja de Kirschner de 1 mm para estimular la zona de fusión⁽²⁸⁾.

La articulación se posiciona en 10-15° de valgo y en 10-15° de inclinación dorsal (que corresponden a unos 15-30° de dorsiflexión aproximadamente, dependiendo de la inclinación del metatarsiano), y se mantiene en su posición con dos agujas de Kirschner cruzadas de forma provisional. Debe evitarse la interferencia con la colocación de las grapas. Se realiza la comprobación química y radiológica mediante el test de simulación de carga, antes de la fijación definitiva.

La primera grapa se coloca en posición medial. Debe tenerse la precaución de dejar un espacio suficiente para que la implantación de la segunda grapa tenga un anclaje óseo adecuado. Se coloca una aguja de Kirschner de forma provisional utilizando una guía de 20 mm y se realiza un brocado bicortical utilizando una broca canulada. Con esta referencia y la guía de 20 mm se realiza el otro orificio mediante una broca y se realiza la medición de la longitud de los brazos de la grapa. La grapa adecuada se retira del congelador en su envase de plástico (Figura 2), y mediante el portagrapas se retira de su contenedor agarrándola por su segmento transverso. Se debe evitar manipular la grapa



Figura 3. Posicionamiento de las grapas dorsal-proximal y medial-lateral.

Figure 3. Positioning of the dorsal-proximal and medial-lateral staples.

con las manos, ya que se aumenta la temperatura y se produce el cierre de los extremos. Se coloca la grapa, para lo cual se puede utilizar un impactador y un martillo ligero para asentarla.

Se coloca otra grapa de forma similar, perpendicular a la primera (Figura 3), siendo su implantación en el plano dorsal de la articulación MTF.

Después de colocar las dos grapas, se procede a la retirada de las agujas de Kirschner provisionales y a la comprobación de la estabilidad. Se retira el torniquete previamente al cierre de la herida para controlar eventuales sangrados. Se cierra la herida en dos planos y se aplica un vendaje de antepié. Postoperatoriamente se permite la carga de peso sobre la extremidad según tolerancia, utilizando un zapato de suela rígida desde el primer día.

RESULTADOS

Se realizaron 36 artrodesis de la primera articulación MTF utilizando grapas de compresión con memoria en 36 pacientes con los diagnósticos de *hallux rigidus* (n = 14), artritis reumatoide (n = 8), HV severo (n = 10) y *hallux varus* posquirúrgico (n = 4) entre los meses de febrero de 2005 y febrero de 2007.

Eran 32 mujeres, con una edad media de 62,3 años (rango: 39-74), y 4 hombres, con una edad media de 67,5 (rango: 59-81). La media de seguimiento fue de 14 meses (rango: 12-16). La media de puntuación en la escala AOFAS fue de 38,1 puntos sobre 100 preoperatoriamente (rango: 20-67) en comparación con los 83,4 puntos sobre 90 postoperatoriamente (rango: 69-90). El ángulo HV preoperatorio disminuyó de forma significativa ($p < 0,05$) de 29,9° (rango: 10-60°) a 10,7°

Tabla 1. Comparativa de valores medidos preoperatoria y postoperatoriamente

	Preoperatorio	Postoperatorio
AOFAS	38,1/100 (rango: 20-67)	83,4/90 (rango: 69-90)
HV ($p < 0,05$)	29,9° (rango: 10-60°)	10,7° (rango: -5-26°)
IM ($p > 0,05$)	11,5° (rango: 2-23°)	9,8° (rango: 2-15°)
DF		25,6° (rango: 15-36°)
AI		21,6° (rango: 10-28°)

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; AI: ángulo de inclinación; DF: ángulo de dorsiflexión; HV: ángulo de hallux valgus; IM: ángulo intermetatarsiano

(rango: -5-26°) postoperatoriamente. La media del ángulo IM preoperatorio fue de 11,5° (rango: 2-23°), en comparación con el ángulo postoperatorio, de 9,8° (rango: 2-15°), una diferencia que no resultó estadísticamente significativa. La media del AI fue de 21,6° (rango: 10-28°) (Tabla 1).

La fusión radiológica se obtuvo en 34 de los 36 casos (94%), con un tiempo medio de unión de 14 semanas (rango: 11-15).

Un paciente diagnosticado de *hallux rigidus* presentó una pseudoartrosis, asociada con la rotura de la grapa dorsal y la irritación de los tejidos blandos. Este paciente fue tratado conservadoramente (carga parcial y zapato con suela rígida), con lo que disminuyeron los síntomas pero persistió la falta de unión radiológica. El paciente decidió no reoperarse, ya que los síntomas que padecía eran tolerables. El otro caso de pseudoartrosis requirió la retirada de las grapas, por las molestias que ocasionaban, sin que se realizase otro procedimiento en el foco de pseudoartrosis. Se consiguió la desaparición de la sintomatología pero no se logró la artrodesis.

Un paciente con osteoporosis grave requirió una fijación adicional con 2 agujas de Kirschner, debido a la poca estabilidad proporcionada por la grapa dorsal. Las agujas de Kirschner se retiraron 4 semanas después de la cirugía y se observó una fusión radiológica correcta a las 16 semanas de seguimiento.

A los 12 meses de seguimiento, 34 pacientes (94%) eran capaces de llevar calzado habitual, y 1 paciente necesitaba plantillas y zapatos confortables. Todos los pacientes mantuvieron y aumentaron su nivel de actividad en comparación con el nivel preoperatorio.

La satisfacción postoperatoria medida mediante la escala de satisfacción de Coughlin y Mann⁽¹⁾ fue excelente en 18 pacientes (50%), buena en 14 pacientes (39%), y regular en 4 pacientes (11%). Los casos con resultados regulares correspondían a los 2 pacientes con pseudoartrosis, en 1 caso por presentar un aumento de la sensibilidad de la zona de la herida y en otro caso por leve deformidad del pie.



Figura 4B. Radiografía lateral en carga tras la artrodesis con un ángulo de inclinación (AI) de 15° dorsal.

Figure 4B. Load lateral X-ray film after arthrodesis with a 15° dorsal inclination angle.

Figura 4A. Radiografía anteroposterior en carga después de la artrodesis metatarso-falángica con un ángulo de hallux valgus (HV) de 8°. Se puede apreciar la colocación de las grapas dorsal-distal y medial-proximal.

Figure 4A. Load antero-posterior X-ray film after metatarso-phalangeal arthrodesis with an 8° hallux valgus angle. The dorsal-distal and medial-proximal staple placement is evident.

DISCUSIÓN

Se han publicado varios estudios en los que se presentan resultados en la artrodesis de la primera articulación MTF utilizando el principio de la compresión. Las tasas de fusión descritas están comprendidas entre el 86% y el 100%^(4,12,16). En este estudio, la artrodesis de la primera articulación MTF se consigue en el 94% de los casos, comparable a los resultados de otras series.

Los resultados obtenidos con grapas de memoria de 20 mm parecen ser comparables con otras técnicas y opinamos que se trata de otra opción fiable para la realización de la artrodesis de la primera articulación MTF. Muchos factores pueden contribuir a obtener tasas de unión altas en los estudios clínicos, a pesar de su aparente debilidad en el laboratorio. En primer lugar, un montaje estable tiende a promover la curación primaria del hueso, hecho que, según nuestra experiencia, se puede obtener con grapas de memoria de 20 mm. En segundo lugar, el acceso medial longitudinal conserva el aporte sanguíneo local, lo que evita las estructuras vasculares con una disección subperióstica. En tercer lugar, la preparación cóncavo-convexa produce una mayor superficie de contacto óseo, lo que ayuda a la consolidación. La alineación de la primera articulación

MTF es un elemento vital y se facilita con el fresado cóncavo-convexo de las superficies articulares. El posicionamiento con un AI de 10-15° y un ángulo HV de 5-10° previene el contacto del dedo contra el suelo hasta que no se produce el despegue en la marcha, lo que asegura el mínimo de fuerzas de flexión que puedan actuar en el foco de fusión, y que podrían alterar la evolución correcta del proceso de consolidación.

El ángulo que ha sido descrito como óptimo es un ángulo de HV de 5-25° (media de 15°) (**Figura 4A**). La dorsiflexión preferida se sitúa entre 25° y 35° de ángulo DF (rango: 10-40°) (**Figura 4B**), correspondiendo a un AI de aproximadamente 10-15°⁽²⁷⁾, porque un ángulo mayor o menor puede producir un aumento de la presión en la punta del primer dedo o en la cabeza del primer metatarsiano con posterior afectación de la articulación interfalángica del *hallux*^(3,9,11,14,29,30).

La media postoperatoria de los ángulos HV, DF y AI fue de 11°, 25° y 22°, respectivamente, con resultados clínicos satisfactorios. La variable “ángulo obtenido en relación con el ángulo deseado” se asoció con la dificultad de obtener la posición de fusión deseada sin ningún sistema que permita mantener la posición adecuada de la primera articulación MTF durante la fusión, como la placa guía de Gröndal-Stark⁽³¹⁾.



Figura 5. Artrodesis metatarso-falángica con grapas consolidada en la que se aprecia el paso de trabéculas en la zona de unión. En este caso las grapas están colocadas dorsal-proximal y medial-distal.

Figure 5. Consolidated metatarso-phalangeal staple arthrodesis. Trabecular bridging at the union is evident. In this case, the staples are placed in dorsal-proximal and medial-distal position.

A pesar de que el ángulo IM era $< 10^\circ$ en 9 de los 16 pacientes (diagnósticos de *hallux rigidus* y *hallux varus* posquirúrgico), la corrección o reducción del ángulo IM se observó en todos los casos y fue más relevante en casos con mayor ángulo IM, lo que confirma las observaciones de otras publicaciones en que se reduce el ángulo IM tras la realineación del primer metatarsiano, por lo que no es necesaria la realización de osteotomías correctivas adicionales⁽³²⁻³⁵⁾.

Con la llegada de mecanismos de fijación internos, los cirujanos se han vuelto más agresivos en sus regímenes posquirúrgicos y permiten la carga inmediata tras la cirugía con un zapato quirúrgico o un yeso corto. Si los pacientes son cuidadosamente entrenados para mantener un paso con el pie plano, pocas fuerzas cruzarán el foco de fusión⁽¹⁰⁾.

Neufeld *et al.*⁽¹⁸⁾ compararon diferentes técnicas de artrodesis de la primera articulación MTF en cadáveres, incluyendo dos grapas de compresión con memoria de 12 mm, y concluyeron que esta técnica era la opción más débil y que

era preciso complementarla con algún método de inmovilización suplementario hasta que se produjera la fusión.

Desconocemos la existencia, hasta el momento, de ningún estudio clínico en el que se utilicen grapas de memoria de 20 mm para la artrodesis de la primera articulación MTF, aunque recientemente se ha publicado la técnica quirúrgica específica que utiliza grapas de memoria de 20 mm⁽³⁶⁾. Tan sólo Choudhary *et al.*⁽²³⁾ han presentado resultados utilizando grapas de compresión de 12 mm en pacientes reales, sin utilizar ningún medio de inmovilización adicional. Estos autores refieren unos resultados satisfactorios, con una tasa de fusión del 96,7%. La estabilidad intraoperatoria observada con esta técnica, en nuestro estudio, nos permite autorizar la deambulación con carga de forma inmediata tras la cirugía utilizando un zapato posquirúrgico hasta la fusión radiológica, con una tasa de fusión del 94% y un tiempo de unión de 14 semanas (rango: 11-15), lo cual es similar a los resultados de Lombardi *et al.* utilizando tornillos canulados cruzados, o a los de von Salis Soglio y Thomas utilizando placas de compresión dorsal⁽²⁹⁾.

Dependiendo de los criterios radiológicos de unión, el tiempo de fusión se considera temprano o no. En nuestro estudio consideramos que la artrodesis ha tenido éxito cuando se observa el paso de trabéculas a través del foco de unión en la radiografía, con un correcto afrontamiento de las superficies y sin espacios ni signos de radiolucencia en el lugar de la fusión (Figura 5). Estos criterios pueden explicar las diferencias encontradas si los comparamos con el estudio de Choudhary⁽²³⁾, en el que se describe un tiempo de unión de 8,2 semanas utilizando grapas de memoria de 12 mm.

A pesar de que nuestro estudio incluye pacientes con un rango de edades muy amplio, patologías diversas y diferentes grados de osteoporosis, confirmados por los hallazgos intraoperatorios, el inicio precoz de la deambulación después de la artrodesis de la primera articulación MTF con carga según tolerancia parece no comprometer el resultado final. Así, la superioridad biomecánica de las placas o tornillos demostrada en cadáveres no parece ser tan evidente en las series clínicas publicadas utilizando grapas de memoria.

En conclusión, la artrodesis de la primera articulación MTF con grapas de compresión con memoria de 20 mm proporciona buenos resultados clínicos, con un alto porcentaje de consolidación que puede compararse con los resultados obtenidos con otros métodos de estabilización ósea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Coughlin MJ, Mann RA. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint as salvage for the failed Keller procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69: 68-75.
2. Coughlin MJ. Rheumatoid forefoot reconstruction. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82 (3): 322-41.

3. Mann RA, Thompson FM. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg* 1984; 66-A: 687-92.
4. Calderone DR, Wertheimer ST. First metatarsophalangeal joint arthrodesis utilizing a mini-Hoffman External Fixator. *J Foot Ankle Surg* 1993; 32 (5): 517-25.
5. Wulker N, Rudert H. Hallux rigidus. *Foot Ankle Surg* 1999; 5: 61-71.
6. Sammarco GJ, Idusuyi OB. Complications after surgery of the hallux. *Clin Orthop* 2001; 391: 59-71.
7. Núñez-Samper M, Kubba MN, Llanos Alcázar LF. Metatarsophalangeal arthrodesis of the first toe by distraction and bone interposition for the treatment of severe first toe deficiency. *Foot Ankle Surg* 1999; 5: 227-33.
8. Núñez-Samper M, Kubba MN, Rodríguez Palomo E, Paredes Pérez A. Metatarso-phalangeal arthrodesis of the first toe. When is it indicated? *The Foot* 2005; 15: 123-32.
9. Coughlin MJ. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with mini-fragment plate fixation. *Orthopedics* 1990; 13: 1037-44.
10. Fitzgerald JAW. A review of long term results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg* 1999; 49B: 488-93.
11. Gimple K, Amspacher JC, Kopta JA. Metatarsophalangeal joint fusion of the great toe. *Orthopedics* 1978; 1: 462-7.
12. Turan I, Lindgren U. Compression-screw arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint of the foot. *Clin Orthop* 1987; 221: 292-5.
13. Gregory JL, Childers R, Higgins KR, Krych SM, Harkless LB. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a review of the literature and long-term retrospective analysis. *J Foot Surg* 1990; 29: 369-74.
14. Sage RA, Lam AT, Taylor DT. Retrospective analysis of first metatarsal phalangeal arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 1997; 36: 425-9.
15. Mann RA, Coughlin MJ. The rheumatoid foot: review of literature and method of treatment. *Orthop Rev* 1979; 8: 105-12.
16. Coughlin MJ, Abdo RV. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with Vitallium plate fixation. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 18-28.
17. Wever DJ, Veldhuizen AG, Sanders MM, Schakenraad JM, van Horn JR. Cytotoxic, allergic and genotoxic activity of a nickel-titanium alloy. *Biomaterials* 1997; 18: 1115-20.
18. Dai KR, Hou XK, Sun YH, Tang RG, Qiu SJ, Ni C. Treatment of intra-articular fractures with shape memory compression staples. *Injury* 1993; 24: 651-5.
19. Yang PJ, Zhang YF, Ge MZ, Cai TD, Tao JC, Yang HP. Internal fixation with Ni-Ti shape memory alloy compressive staples in orthopedic surgery. A review of 51 cases. *Chin Med J (Engl)* 1987; 100 (9): 712-4.
20. Yetkin H, Kanatli U, Simsek A, Cila E, Güzel V. Clinical application of shape memory staples. *Foot Ankle Int* 1998; 19: 571-2.
21. Politi J, John H, Njus G, Bennett GL, Kay DB. First metatarsal-phalangeal joint arthrodesis: a biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int* 2003; 24 (4): 332-7.
22. Neufeld SK, Parks BG, Naseef GS, Melamed EA, Schon LC. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint: a biomechanical study comparing memory compression staples, cannulated screws, and a dorsal plate. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 97-101.
23. Choudhary RK, Theruvil B, Taylor GR. First metatarsophalangeal joint arthrodesis: a new technique of internal fixation by using memory compression staples. *J Foot Ankle Surg* 2004; 43 (5): 312-7.
24. Hanft JR, Mason ET, Landsman AS, Kashuk KB. A new radiographic classification for hallux limitus. *J Foot Ankle Surg* 1993; 32 (4): 397-404.
25. 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 Ankle Int* 1994; 15 (7): 349-53.
26. Coughlin MJ, Saltzman CL, Nunley JA 2nd. Angular measurements in the evaluation of hallux valgus deformities: a report of the ad hoc committee of the American Orthopaedic Foot & Ankle Society on angular measurements. *Foot Ankle Int* 2002; 23: 68-74.
27. Gröndal L, Stark A. Fusion of the first metatarsophalangeal joint, a review of techniques and considerations. *The Foot* 2005; 15 (2): 86-90.
28. Holmes GB Jr. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using interfragmentary screw and plate. *Foot Ankle* 1992; 13: 333-5.
29. von Salis-Soglio G, Thomas W. Arthrodesis of the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Arch Orthop Trauma Surg* 1979; 95: 7-12.
30. Smith RA, Joanis TL, Maxwell PD. Great toe metatarsophalangeal joint arthrodesis: a user-friendly technique. *Foot Ankle* 1992; 13: 367-77.
31. Gröndal L, Stark A. A guide plate for accurate positioning of first metatarsophalangeal joint during fusion. *Operat Orthop Traumatol* 2004; 16: 167-78.
32. Dayton P, McCall A. Early weightbearing after first metatarsophalangeal joint arthrodesis: a retrospective observational case analysis. *J Foot Ankle Surg* 2004; 43 (3): 156-9.
33. Cronin JJ, Limbers JP, Kutty S, Stephens MM. Intermetatarsal angle after first metatarsophalangeal joint arthrodesis for hallux valgus. *Foot Ankle Int* 2006; 27 (2): 104-9.
34. Mann RA, Katcherian DA. Relationship of metatarsophalangeal joint fusion on the intermetatarsal angle. *Foot Ankle* 1989; 10: 8-11.
35. Coughlin MJ, Grebing BR, Jones CP. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for idiopathic hallux valgus: intermediate results. *Foot Ankle Int* 2005; 26 (10): 783-92.
36. Fernández de Retana P, Poggio D, Ortega JP. Technical tip: first metatarsophalangeal arthrodesis with 20-mm memory compression staples. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (6): 613-5.