

## Implantes biodegradables en el tratamiento de pseudoartrosis de escafoides

### Biodegradable implants in the management of scaphoid pseudoarthrosis

Delgado PJ, Abad JM, Fuentes A, García López JI

Unidad de Miembro Superior. Hospital Fremap. Centro de Prevención y Rehabilitación. Majadahonda (Madrid).

---

#### Resumen

**Objetivo:** Presentamos los resultados del tratamiento quirúrgico de la ausencia de consolidación del escafoides mediante reducción abierta, injerto óseo y fijación interna biodegradable.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo de 16 pacientes con pseudoartrosis de escafoides tratados quirúrgicamente mediante reducción abierta, injerto óseo y fijación interna con tornillos biodegradables de ácido poli-L-láctico reforzado entre los años 2002 a 2006. Se valoran la movilidad, escala visual analógica (EVA) del dolor, cuestionario DASH, complicaciones, resultado radiológico y laboral a los 37 meses de seguimiento prospectivo medio (rango, 12-104 meses).

**Resultados:** El 90% de los pacientes volvieron a su mismo puesto de trabajo y nivel de actividad a las 16 semanas (rango, 9-24 semanas). Al final del seguimiento, el arco de movilidad medio fue 103,3° de flexoextensión y 47° de desviación lateral, EVA 1.6 y DASH 4.6, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

**Conclusión:** El curetaje con aporte de injerto procedente de la cresta iliaca es una buena alternativa para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides. Los implantes biodegradables hacen innecesario retirar el material, facilitan la cirugía de revisión y permiten realizar estudios con resonancia magnética para evaluar la viabilidad ósea. Los resultados del presente estudio ofrecen una alternativa válida de fijación en la pseudoartrosis de escafoides.

**Palabras clave:**

Escafoides, pseudoartrosis, implantes biodegradables.

#### Abstract

**Objective:** Results of the surgical management of the lack of scaphoid consolidation via open reduction, bone grafting and biodegradable internal fixation.

**Material and methods:** 16 patients with scaphoid pseudoarthrosis subjected to surgery with open reduction, bone grafting and internal fixation using biodegradable reinforced polylactic acid screws between the years 2002-2006. Antebrachial plaster immobilization was carried out for 8 weeks after surgery. Evaluations were made of mobility and pain (visual analog scale, VAS), DASH questionnaire, complications, and radiological and occupational results after an average of 37 months of prospective follow-up (range 12-104 months).

**Results:** Most patients (90%) were able to return to the same work and level of activity, after an average of 16 weeks (range 9-24). At the end of follow-up, the mean mobility range was 103.3 degrees in flexion-extension and 47 degrees in lateral deviation, with a VAS score of 1.6 and a DASH score of 4.6. There were no statistically significant differences between the two treatment groups.

**Conclusion:** Curettage with bone grafting from the iliac crest is a good alternative for the management of scaphoid pseudoarthrosis. Biodegradable implants eliminate the need to remove the material, facilitate revision surgery, and allow magnetic resonance imaging studies to assess bone viability. The results of the present study offer a valid fixation alternative in patients with scaphoid pseudoarthrosis.

**Key words:**

Scaphoid, pseudoarthrosis, biodegradable implants.

---

#### Correspondencia

P. J. Delgado Serrano  
Hospital Fremap. Centro de Prevención y Rehabilitación  
Carretera de Pozuelo, 61. 28220 Majadahonda (Madrid)  
pedrojdelgado@me.com

## Introducción

La pseudoartrosis o retardo de consolidación de las fracturas del escafoides carpiano es una complicación que se produce en el 10% de los casos. A largo plazo ocasiona cambios degenerativos en las articulaciones vecinas, especialmente en la radiocarpiana, originando un colapso avanzado del carpo o muñeca SNAC (Scaphoid Non-union Advanced Collapse) que cursa con dolor, disminución del arco de movilidad y pérdida de fuerza de la muñeca. El objetivo del tratamiento es la consolidación completa y la restauración anatómica del escafoides, para detener la progresión del colapso carpiano y los cambios degenerativos secundarios de la articulación de la muñeca [1]. El tratamiento habitual no difiere del convencional para otro tipo de pseudoartrosis efectuando curetaje, aporte de injerto óseo procedente del radio distal o la cresta iliaca y fijación interna que puede realizarse con agujas de Kirschner o tornillos metálicos.

Los implantes biodegradables son una alternativa de fijación. Son más elásticos y maleables que los sistemas metálicos y disminuyen el efecto puente. Además, no son permanentes, permiten una cirugía de revisión más sencilla en caso de que esta fuera necesaria y pueden ser utilizados en niños sin dañar el cartílago de crecimiento [2][3]. Por otra parte, este tipo de implantes, han demostrado una especial utilidad en el tratamiento de fracturas de pequeños fragmentos o de huesos cortos sin carga, como sucede en las lesiones de la mano.

El objetivo del presente trabajo es analizar los resultados obtenidos en el tratamiento de las pseudoartrosis de esca-

foides carpiano mediante injerto autólogo más fijación biodegradable, evaluando el resultado clínico y radiológico de las fijaciones a medio plazo.

## Material y métodos

Revisamos nuestra experiencia en el tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides con implantes biodegradables en 16 pacientes tratados durante los años 2002 a 2006, con un seguimiento prospectivo medio de 37 meses (rango: 12-104 meses) (Tabla 1). Todos los pacientes eran hombres con una edad media de 28 años (rango, 18-45 meses) y actividades laborales de media y alta demanda funcional en el momento de la intervención. La mano izquierda fue intervenida en 8 casos (50%) y en el 56% se trataba de la mano dominante.

Todos los pacientes del estudio fueron valorados como accidente de trabajo, según la definición de la Ley de Seguridad Social de 21 de abril de 1966 y Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social de 30 de mayo de 1974, artículo 84 [4].

Las indicaciones para la cirugía fueron dolor, pérdida de movilidad y diagnóstico de ausencia de consolidación de escafoides carpiano confirmado con la radiografía convencional y estudio TAC. Se consideraron criterios de exclusión aquellos pacientes con diagnóstico de retardo de consolidación, cambios degenerativos en la articulación radiocarpiana y mediocarpiana, necrosis del polo proximal del escafoides y signos clínicos de distrofia simpático refleja. Para la elaboración del presente estudio, fueron excluidos los pa-

Tabla 1. Demografía de la población estudiada

Nº	Edad	Sexo	Lado	Trabajo	Localización	Tipo	Técnica	Injerto	Nº tornillos	Inmovilización
1	32	Varón	Izdo	Camionero	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	6 semanas
2	42	Varón	Izdo	Mantenimiento	Polo distal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	1	10 semanas
3	30	Varón	Dcho	Matarife	Polo proximal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
4	18	Varón	Dcho	Repartidor	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
5	28	Varón	Dcho	Repartidor	Polo proximal	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	1	10 semanas
6	45	Varón	Dcho	Montador alumn.	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	10 semanas
7	23	Varón	Izdo	Hojalatero	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	8 semanas
8	24	Varón	Izdo	Mozo almc.	Tercio medio	Inestable	Fisk-Fernandez	Cresta	2	6 semanas
9	19	Varón	Izdo	Mozo almc.	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
10	22	Varón	Izdo	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
11	26	Varón	Dcho	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
12	19	Varón	Izdo	Ayudante maquina	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	2	10 semanas
13	22	Varón	Dcho	Conductor	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Cresta	2	6 semanas
14	32	Varón	Izdo	Mantenimiento	Polo proximal	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
15	21	Varón	Dcho	Repartidor	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	1	6 semanas
16	31	Varón	Dcho	Construcción	Tercio medio	Estable	Matti-Russe	Radio distal	2	6 semanas

cientes con cirugías previas, seguimiento inferior a 12 meses, sin resultado laboral definitivo y estudio radiográfico y evolutivo completos.

Consideramos criterios de inestabilidad los desplazamientos interfragmentarios menores de 1 mm, acortamiento del escafoides, deformidad en joroba, disminución de la altura del carpo, movilidad en la zona de pseudoartrosis y un patrón anómalo de DISI (extensión del semilunar y flexión del escafoides, disminución del ángulo radiosemilunar, aumento del ángulo semilunar-hueso grande y aumento del ángulo escafosemilunar).

El 50% de los casos presentaban una ausencia de consolidación inestable. Con respecto a la localización, en 3 casos (18,65%) afectaba al polo proximal, 12 casos (75%) al tercio medio y 1 caso (6,25%) al polo distal.

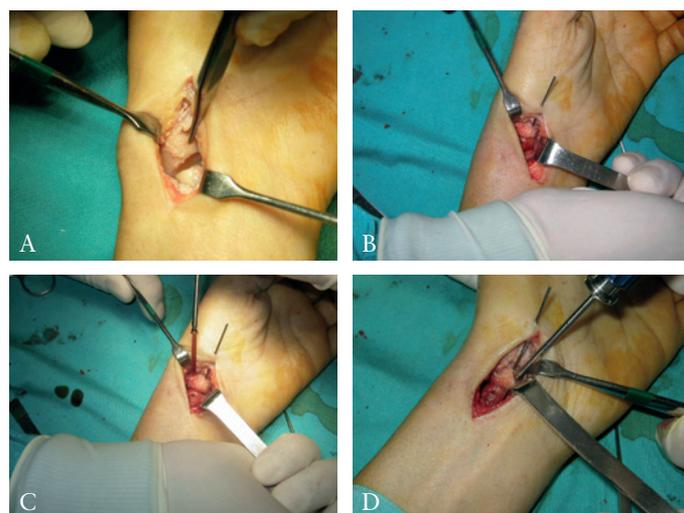
Todos los pacientes presentaban dolor que limitaba su función, de 6,8 puntos de media (rango, 4-9 puntos) en la escala analógico visual de 0-10. En todos los casos se objetivó una pérdida del rango de movilidad activa, con una movilidad media de 43,5° de flexión, 50° de extensión, 15° de flexión radial y 35° de flexión cubital, con un arco de rotación del antebrazo normal.

### Técnica quirúrgica

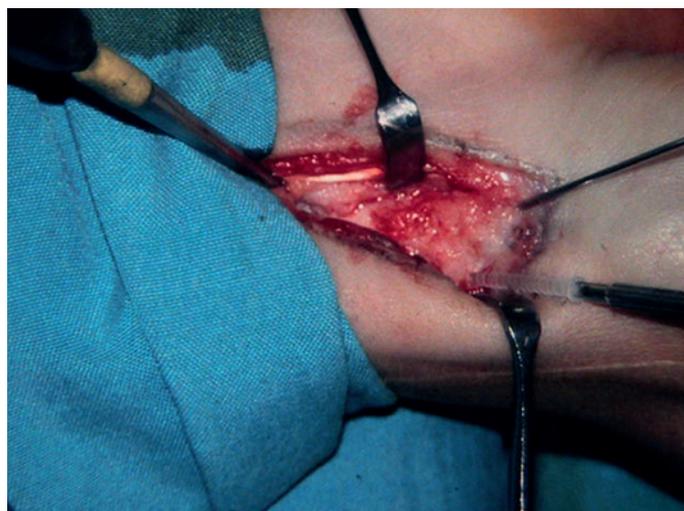
Todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo cirujano (JMA) mediante un abordaje volar del escafoides, con manguito de isquemia, entre el borde radial del músculo *flexor carpi radialis brevis* y la arteria radial (vía de Russe) más capsulotomía longitudinal sobre el eje del escafoides y sección parcial del ligamento radio-escafo-hueso grande. Localizado el foco de pseudoartrosis, se curetearon los extremos y se colocó el injerto óseo procedente de la cresta iliaca contralateral. La elección del tipo de injerto varía en función del tipo de ausencia de consolidación, localización y deformidad del escafoides [1]. Las pseudoartrosis inestables anguladas y desplazadas, localizadas en el cuello o tercio distal con un segmento proximal viable se trataron mediante injerto trapecoidal o triangular tricortical, siguiendo la técnica de Fisk-Fernández [5], utilizada en 8 pacientes (Figura 1).

Cuando la ausencia de consolidación era estable y no se objetivaba pérdida de la forma anatómica del escafoides, observado en 8 casos, se trató mediante aporte de injerto en forma de *chips* de esponjosa impactada procedente del radio distal en 7 casos y de cresta iliaca contralateral en un caso, colocada entre los dos fragmentos óseos según técnica de Matti-Russe [6] (Figura 2).

La fijación de los fragmentos y el injerto óseo se realizó mediante tornillos bioabsorbibles de ácido poli-L-láctico reforzado (Bionx Implants Ltd, Tampere, Finlandia), colo-



**Fig. 1.** Técnica de Fisk-Fernández y fijación biodegradable. Preparación de los extremos óseos del escafoide mediante abordaje volar de Russe (A) y aporte de injerto tricortical de cresta iliaca intercalado más fijación temporal con aguja de Kirschner (B). Fijación definitiva con tornillo biodegradable introducido de forma retrógrada por el tubérculo del escafoide (C). El pequeño tamaño del implante, permite colocar 2 tornillos de forma paralela, obteniendo así una mayor resistencia del injerto a la torsión (D).



**Fig. 2.** Aporte de injerto en forma de *chips* en una ausencia de consolidación estable, según técnica de Matti-Russe, y fijación retrógrada con tornillo biodegradable.

cados de forma retrógrada en el escafoide. En 7 casos se utilizó un tornillo y en 9 pacientes fueron utilizados 2 tornillos.

Tras la cirugía se inmovilizó la muñeca con una férula antebraquial volar en posición neutra dejando libre las articulaciones metacarpofalángicas (incluido el pulgar) para su movilización inmediata una vez pasados los efectos de la anestesia.

Todos los procedimientos utilizados en el tratamiento fueron realizados tras la obtención de un consentimiento informado por parte del paciente. En el postoperatorio recibieron profilaxis antibiótica mediante cefazolina 2 g cada 8 horas IV por 24 horas o clindamicina 600 mg cada 12 horas IV por 24 horas en caso de alergia a penicilina o derivados, según protocolo de la comisión de infecciones del centro.

No se utilizaron sustitutivos óseos ni se realizaron gestos adicionales a nivel de las articulaciones radiocarpiana o mediocarpiana. En el postoperatorio inmediato se administraron 250 mg de metilprednisolona (Urbason®) diluidos en 100 cc I. V. en dosis única y se mantuvo el miembro en elevación por 24-48 horas, tras el cual se dió alta hospitalaria, para seguimiento por consultas externas.

### Manejo postoperatorio

A las 2 semanas se retiró la férula, se realiza cura local de las heridas y tras un control radiológico, se vuelve a inmovilizar por un mínimo de 4 semanas y máximo de 8 semanas, en función de su aspecto radiográfico.

Una vez retirada la inmovilización, se inició tratamiento rehabilitador mediante movilización activa y pasiva de la muñeca de forma suave. A las 6 semanas se intensificaron las medidas antiedema y antiinflamatorias y se inició la cinesiterapia activa y pasiva de forma gradual y progresiva, según protocolo de rehabilitación del centro, hasta el alta laboral por un mínimo de 6 semanas.

No se permitieron actividades que precisaran coger peso o realizar fuerza con el puño cerrado antes de las 12 semanas o hasta observar callo óseo radiológico.

### Evaluación de resultados

El análisis de los resultados se realiza desde el punto de vista funcional, radiológico y laboral al final del seguimiento por un observador independiente. Los resultados funcionales valoran el rango de movilidad activa, escala visual analógica del dolor (EVA) y puntuación de la versión estándar validada en español del cuestionario DASH [7].

Se utilizaron como criterios de consolidación la ausencia de dolor, evidencia radiológica de puentes óseos, la desaparición de las líneas de osteotomía en las proyecciones radiográficas convencionales y la ausencia de signos de osteolisis o intolerancia al material de osteosíntesis al final del seguimiento [8]. Se definió consolidación completa cuando se apreciaba callo óseo en más del 75% del injerto, parcial hasta el 50% y por debajo del 50% se definió como consolidación incompleta. Igualmente se valoran la existencia de signos degenerativos y/o necrosis.

El resultado laboral se analizó valorando los días de baja totales desde la cirugía y la medición de las secuelas e incorporación a su trabajo, siguiendo la escala de valoración del Instituto Nacional de la Salud (INS) que determina las categorías de curado, secuelas baremables, incapacidad permanente parcial (IPP), incapacidad permanente total (IPT), incapacidad absoluta (IA) y gran invalidez (GI) [4].

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo con medidas de centralización y descentralización y el análisis de la varianza de una vía con el paquete estadístico SPSS. Se consideró que existían diferencias estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ .

## Resultados

En todos los pacientes mejoró el dolor en 5,2 puntos en la EVA, pasando de 6,8 antes de la cirugía a 1,6 puntos al final del seguimiento (Tabla 2). No se encontraron diferencias de mejoría del dolor respecto a la técnica de tratamiento de la ausencia de consolidación (Fisk-Fernández o Matti-Russe).

Con respecto al rango de movilidad activo, la flexión media pasó de 43,5° a 54° y la extensión media de 50° a 48°. La desviación cubital se disminuyó de 35° a 32° y la radial de 15° a 12°. No hubo diferencias con respecto al arco de rotación del antebrazo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al tipo de cirugía e injerto realizada al final del seguimiento.

Se obtuvo la consolidación completa en 10 casos (62,5%) (Figura 3) (Figura 4) (Figura 5). En 5 casos se comprobó una consolidación parcial o incompleta y en un caso el injerto no consolidó, por lo que fue necesario una segunda cirugía a los 2 años, manteniéndose la imagen de consolidación incompleta (Figura 6). Un paciente, del grupo de Matti-Russe, precisó una nueva intervención a las 24 semanas, mediante perforaciones y aporte de plasma rico en plaquetas, que consolidó completamente tras el tratamiento.

Ningún paciente presentó desplazamiento de los fragmentos, signos de reacción adversa o aflojamiento del implante durante el seguimiento.

Los pacientes restantes con consolidación parcial, no fue necesario procedimiento alguno y presentaban buena función de la muñeca, observándose movilidad en bloque de ambos fragmentos en las radiografías dinámicas de muñeca.

No se encontraron diferencias respecto al tipo de injerto realizado respecto a los parámetros radiológicos, ni aparición de signos degenerativos al final del seguimiento.

La puntuación media en el cuestionario DASH al final del seguimiento fueron 4,6 puntos (rango: 0-37,8 puntos). Se

**Tabla 2.** Evolución de los pacientes intervenidos

Nº	Complicaciones	Re-intervenciones	Alta laboral	Retorno al mismo (sem.)	Seguimiento trabajo	EVA (m)	DASH	Consolidación
1	No	No	10	Si	52	2	1.7	Completa
2	No	No	14	Si	12	1	8	Completa
3	No	No	13	Si	92	0	0	Parcial
4	No	No	9	Si	13	1	2	Completa
5	No	No	24	Si	12	2	12.5	Parcial
6	No	No	24	No	31	6	37.8	Incompleta
7	No	No	24	Si	14	0	0	Completa
8	No	No	18	Si	72	7	7.5	Parcial
9	No	No	10	Si	104	1	0	Parcial
10	No	Nuevo injerto a los 2 años	35	No	36	3	29	Incompleta
11	No	No	13	Si	101	0	0	Completa
12	Retardo de consolidación	Perforaciones + PRP a las 24 semanas	20	Si	14	2	7	Completa
13	No	No	12	Si	15	0	0	Completa
14	No	No	10	Si	12	0	1.7	Completa
15	No	No	12	Si	13	0	2.4	Completa
16	No	No	12	Si	14	0	0	Completa



**Fig. 3.** Estudio radiológico evolutivo de una ausencia de consolidación inestable de escafoides carpiano derecho: situación preoperatoria (A), a los 3 meses del aporte de injerto tricortical más fijación biodegradable con un tornillo (B) y aspecto final al año de la intervención (C). Nótese el aspecto de reabsorción del tornillo de la imagen B a la C.

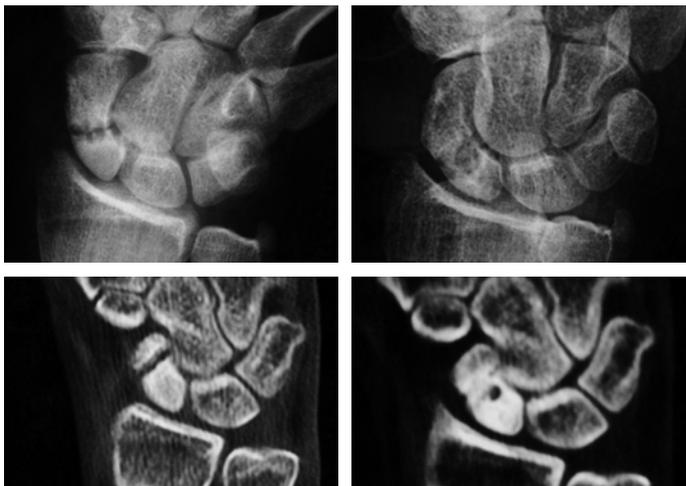
encontró un discreto mejor resultado en los casos tratados con técnica de injerto trapezoidal respecto al injerto simple impactado.

Los pacientes volvieron a trabajar a las 16 semanas de media (rango: 9-24 semanas) de la intervención. Todos los pacientes retornaron a su mismo puesto de trabajo previo, sin



**Fig. 4.** Imágenes de TAC de una ausencia de consolidación inestable, con la imagen característica de «deformidad en joroba» (izquierda) y aspecto radiológico a los 6 (derecha, abajo) y 12 meses (derecha, arriba) del tratamiento quirúrgico con injerto trapezoidal más fijación biodegradable.

diferencias respecto a la demanda funcional y el tipo de deformidad previa a la intervención. Cinco pacientes (20%) presentaron limitaciones que justificaron una incapacidad permanente parcial tras su paso por el tribunal de valoración de incapacidades, que permite realizar su trabajo habitual, con restricciones hasta un 33% como máximo (IPP).



**Fig. 5.** Imágenes radiológicas y de TAC de una ausencia de consolidación estable antes de la intervención (izquierda) y a los 6 meses de la cirugía (derecha). Se aprecia una consolidación completa e incorporación total del injerto óseo, objetivándose el orificio originado por el paso de rosca del tornillo.



**Fig. 6.** Consolidación incompleta (derecha) en un paciente tratado con aporte de injerto tricortical y fijación biodegradable a los 12 meses de la intervención, en un caso de ausencia de consolidación inestable (izquierda).

## I Discusión

Los implantes metálicos de acero o titanio canulados son comunmente utilizados para la fijación en este tipo de cirugías, si bien han sido descritos signos radiológicos de osteolisis, fatiga del implante, reacciones alérgicas o tóxicas relacionadas con su uso [2].

Ritter et al [9] valoraron retrospectivamente los resultados del injerto de interposición trapezoidal con varios sistemas de fijación (agujas de Kirschner, tornillo canulado AO y de Herbert), a los 20 meses, sin encontrar correlación en-

tre el tipo de fijación utilizada y el resultado clínico o radiográfico al final del seguimiento.

Entre los estudios publicados sobre sistemas de fijación biodegradables en el tratamiento de las pseudoartrosis de escafoides, Pelto-Vasenius et al [10] obtuvieron el mismo porcentaje de consolidación utilizando clavos de poliglicólico bioabsorbible que con los tornillos de Herbert. Otros trabajos similares, presentan una consolidación del injerto que oscila entre el 80-100% [11][12].

En nuestra serie obtuvimos una consolidación primaria en 14 de los 16 pacientes tratados. Si bien no parece que exista una diferencia clínica entre los sistemas de fijación, la principal ventaja de los implantes biodegradables es que no precisan retirarse una vez conseguida la consolidación, como ocurre con las fijaciones temporales con agujas de Kirschner. Cuando se utilizan tornillos metálicos con cabezas muy grandes, pueden protuir y originar molestias que obliguen a su retirada [13]. Los diseños recientes evitan esta circunstancia, pero cuando falla el injerto y precisa una cirugía de revisión con nuevo aporte óseo, la extracción del implante es dificultosa y empeora el resultado final, siendo más sencillos los implantes biodegradables. Además, estos dispositivos ofrecen una fijación inicial estable con una transferencia gradual de fuerzas al hueso hasta su absorción, evitando el fenómeno de osteolisis por la rigidez de los implantes metálicos [14].

Las complicaciones asociadas a los primeros implantes biodegradables, como reabsorción ósea, acumulación de fluidos y sinovitis aséptica [15] han disminuido con el desarrollo de los nuevos materiales a partir del ácido poli-L-láctico reforzado, que presentan un menor riesgo de reacciones adversas que sus predecesores [16].

La capacidad de fijación, degradación y bioabsorción sigue siendo una cuestión de debate y controversia. En condiciones hidrolíticas la fuerza de retención de los implantes bioabsorbibles varía de un mes a dos años, dependiendo del tamaño, microestructura y geometría del mismo [17].

Manninen et al [18], en un estudio realizado en conejos con fijación biodegradable demostraron que los implantes biodegradables fueron capaces de mantener las condiciones mecánicas óptimas durante 12 semanas. Sin embargo, factores como la mala vascularización del polo proximal del escafoides pueden enlentecer el proceso de degradación de los tornillos y prolongar la fuerza de retención de los implantes. A pesar de estos prometedores resultados en animales de experimentación, aún no existe certeza respecto a cuánto tiempo es necesario para la reabsorción total del material y si se forma hueso nuevo que rellene la cavidad.

Una de las dificultades técnicas encontradas en nuestra serie es que los tornillos utilizados no son canulados, por lo

que es necesario estar familiarizado con las técnicas de fijación interna así como la especial anatomía del escafoides carpiano. En la actualidad existen en el mercado nuevos implantes biodegradables canulados que facilitan la técnica quirúrgica y simplifican el proceso de fijación.

Los resultados de nuestro estudio presentan una alternativa válida de fijación en el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides con la ventaja de que los implantes biodegradables eliminan la necesidad de retirar el material, facilitan la cirugía de revisión y permiten realizar estudios con resonancia magnética para comprobar la viabilidad del polo proximal o del injerto.

No hemos encontrado complicaciones ni tampoco alteraciones de las partes blandas producidas por el material aunque se necesitan series mayores con seguimientos más largos para confirmar estos resultados. ■

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernandez DL, Egli S. Scaphoid nonunion and malunion. How to correct deformity. *Hand Clin* 2001; 17:631-46.
2. Patka P, Otto TE, Van der Elst M, Arman HJThM, Baker FC. Bioresorbable polymers as materials in osteosynthesis. En: Walenkamp GHIM (ed). *Biomaterials in surgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1998; pp:102-5.
3. Blasler RD, Bucholz R, Cole W, Johnson LL, Makela EA. Bioreabsorbable implants: applications in orthopaedic surgery. *Instr Course Lect* 1997; 46:531-46.
4. Hevia-Campomanes E, Miranda F, Vivanco MC, Gomez F. Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales. Gestión, prestaciones, procedimiento y jurisprudencia. Madrid: Colex, 1990.
5. Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. *J Hand Surg Am* 1984; 9:733-7.
6. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment and operative treatment. *J Bone Joint Surg (Am)* 1960; 42-A:759-68.
7. Amadio PC. Outcomes assessment in hand surgery. What's new? *Clin Plast Surg* 1997; 24:191-4.
8. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. Triangular fibrocartilage tears. *J Hand Surg* 1994; 19-A:143-54.
9. Ritter K, Giachino AA. The treatment of pseudoarthrosis of the scaphoid by bone grafting and three methods of internal fixation. *Can J Surg* 2000; 43:118-24.
10. Peltö-Vasenius K, Hirvensalo E, Böstman O, Rokkanen P. Fixation of scaphoid delayed union and non-union with absorbable polyglycolide pin or Herbert screw. Consolidation and functional results. *Arch Orthop Trauma Surg* 1995; 114:347-51.
11. Kujala S, Raatikainen T, Kaarela O, Ashammakhi N, Ryhänen J. Successful treatment of scaphoid fractures and nonunions using bioabsorbable screws: report of six cases. *J Hand Surg* 2004; 29-A:68-73.
12. Akmaz I, Kiral A, Pehlivan O, Mahirogullari M, Solakoglu C, Rodop O: Biodegradable implants in the treatment of scaphoid nonunions. *Int Orthop* 2004; 28:261-6.
13. Amadio PC, Taleisnik J. Fractures of the carpal bones. En: Green DP, ed. *Operative hand surgery*, 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 1999:809-64.
14. Simon JA, Ricci JL, Di Cesare PE. Bioreabsorbable fracture fixation in orthopaedics: a comprehensive review. Part I. Basic science and preclinical studies. *Am J Orthop* 1997; 26:665-71.
15. Böstman OM, Pihlajamäki HK. Adverse tissue reactions to bioabsorbable fixation devices. *Clin Orthop* 2000; 371:216-27.
16. Bozic KJ, Perez LE, Wilson DR, Fitzgibbons PG, Jupiter JB. Mechanical testing of bioresorbable implants for use in metacarpal fracture fixation. *J Hand Surg* 2001; 26-A:755-61.
17. Törmälä P, Pohjonen T, Rokkanen P. Bioabsorbable polymers: materials, technology and surgical applications. *Proc Inst Mech Eng* 1998; 212:101-11.
18. Manninen MJ, Pohjonen T. Intramedullary nailing of the cortical bone osteotomies in rabbits with self-reinforced poly-L-lactide rods manufactured by fibrillation method. *Biomaterials* 1993; 14:305-12.

### Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.