

# Osteosíntesis percutánea de las fracturas de escafoides

R. SANJUÁN CERVERÓ<sup>(1)</sup>, M. GUILLÉN VICENTE<sup>(2)</sup>, F. GARCÍA DE LUCAS<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>MÉDICO INTERNO RESIDENTE DE 5º AÑO DEL H. U. DR. PESET (VALENCIA).

<sup>(2)</sup>MÉDICO ADJUNTO DE LA CLÍNICA CEMTRO (MADRID).

<sup>(3)</sup>JEFE DE LA UNIDAD DE CIRUGÍA DE LA MANO. CLÍNICA CEMTRO (MADRID).

## Correspondencia:

Rafael Sanjuán Cerveró

C/ del Vall 42 1º, 1ª. CP 46400. Cullera. Valencia

Tlf.: 655 523 150

e-mail: sanjuan\_rafcer@gva.es

**Objetivos:** Valoración del resultado de la osteosíntesis percutánea del escafoides y evaluación de la reincorporación precoz de los pacientes a su actividad habitual.

**Material y métodos:** Osteosíntesis percutánea con tornillo canulado tanto por vía palmar como dorsal en 51 casos, describiendo ambas técnicas quirúrgicas.

**Resultados:** Se consiguió la consolidación de la fractura en todos los pacientes en un tiempo medio de 33 días desde la intervención, empezando a utilizar la mano durante la primera o segunda semana tras la cirugía y permitiéndose la actividad sin restricciones a partir de los 35 días. La movilidad media de la muñeca fue de una flexión entre 50 y 70º y la extensión conseguida fue de entre 65 y 80º, con una buena fuerza de prensión al cabo de 8 semanas. El grado de satisfacción de los pacientes fue considerado como muy bueno en el 100% de los casos. No hubo complicaciones de importancia. El gasto del tratamiento se redujo aproximadamente en torno al 50% respecto del tratamiento conservador.

**Conclusiones:** La osteosíntesis percutánea del escafoides es una técnica sencilla, rápida y con escasa morbilidad que permite una rápida reincorporación del paciente a su vida habitual con las mínimas molestias.

**Palabras clave:** Escafoides, Osteosíntesis Percutánea, Fractura.

**Objectives:** Evaluation of the results of percutaneous fixation of the scaphoid and early return to manual activity by the patients.

**Materials and Methods:** Percutaneous fixation using a cannulated screw using both, dorsal and palmar approaches in 51 cases, describing both surgical techniques.

**Results:** Consolidation of the fracture was obtained in all cases at an average time of 33 days after surgery, stating use of the hand in the first or second week after surgery, and allowing unrestricted use after 35 days. The average range of movement of the wrist was flexion 50° to 70° and extension 65° to 80°, with a good grip after 8 weeks. Patient satisfaction was very good in 100% of cases. There were no significant complications. The cost of the treatment was reduced to about 50% of the cost for conservative treatment.

**Conclusions:** Percutaneous fixation of the scaphoid is a simple technique, quick and with low morbidity that allows early return to activities of daily living with minimal discomfort.

**Key words:** Scaphoid, Percutaneous fixation, Fracture

## INTRODUCCIÓN

En el tratamiento de las fracturas del escafoides carpiano con escaso desplazamiento se sigue planteando el dilema acerca de si es mejor el tratamiento conservador mediante inmovilización enyesada o el tratamiento quirúrgico. El primero supone una gran incapacitación para el enfermo durante en período de tiempo prolongado y el segundo plantea los problemas de cualquier acto quirúrgico<sup>1</sup>.

Una opción que permite la rápida reincorporación del enfermo a su vida habitual con una mínima agresión terapéutica es la osteosíntesis percutánea, con la que se evita la iatrogenia potencial de la reducción abierta de las fracturas de escafoides<sup>2, 3, 4</sup>.

Actualmente, la disponibilidad de técnicas quirúrgicas fiables ha llevado a recomendar el tratamiento quirúrgico no sólo para las pseudoartrosis y retardos de la consolidación, sino también para las fracturas agudas del escafoides, desplazadas y sin desplazar<sup>2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10</sup>.

Las ventajas que proporciona una fijación interna rígida, son a priori, mayores que las que pueda ofrecer el tratamiento conservador, ya que permite el movimiento precoz de la muñeca, la reincorporación laboral y la reanudación a las actividades de ocio de un modo más precoz, proporcionando al paciente un alto grado de satisfacción<sup>6, 7, 11</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODO

Desde el mes de agosto de 2003 hasta el mes de julio de 2006 se ha realizado osteosíntesis percutánea en 51 casos. El seguimiento tan sólo pudo realizarse en 49 pacientes por traslado de domicilio al extranjero en uno de los casos e imposibilidad de localización en otro; El seguimiento medio fue de un año y un mes (rango de 2-23 meses).

La edad media fue de 31 años (rango entre 16 a 74 años). La distribución por sexos incluía a 41 hombres y 8 mujeres. La mano derecha se afectó en 21 casos (siendo la mano dominante la derecha en los 20 casos), y la izquierda en 28 (siendo la mano dominante la derecha en 25 casos).

El dolor fue evaluado mediante la Escala Analógica Visual (de 0 a 100) antes de la intervención y en las sucesivas visitas. La movilidad de la muñeca fue medida con un goniómetro convencional y la fuerza de prensión con un dinamómetro JAMAR.

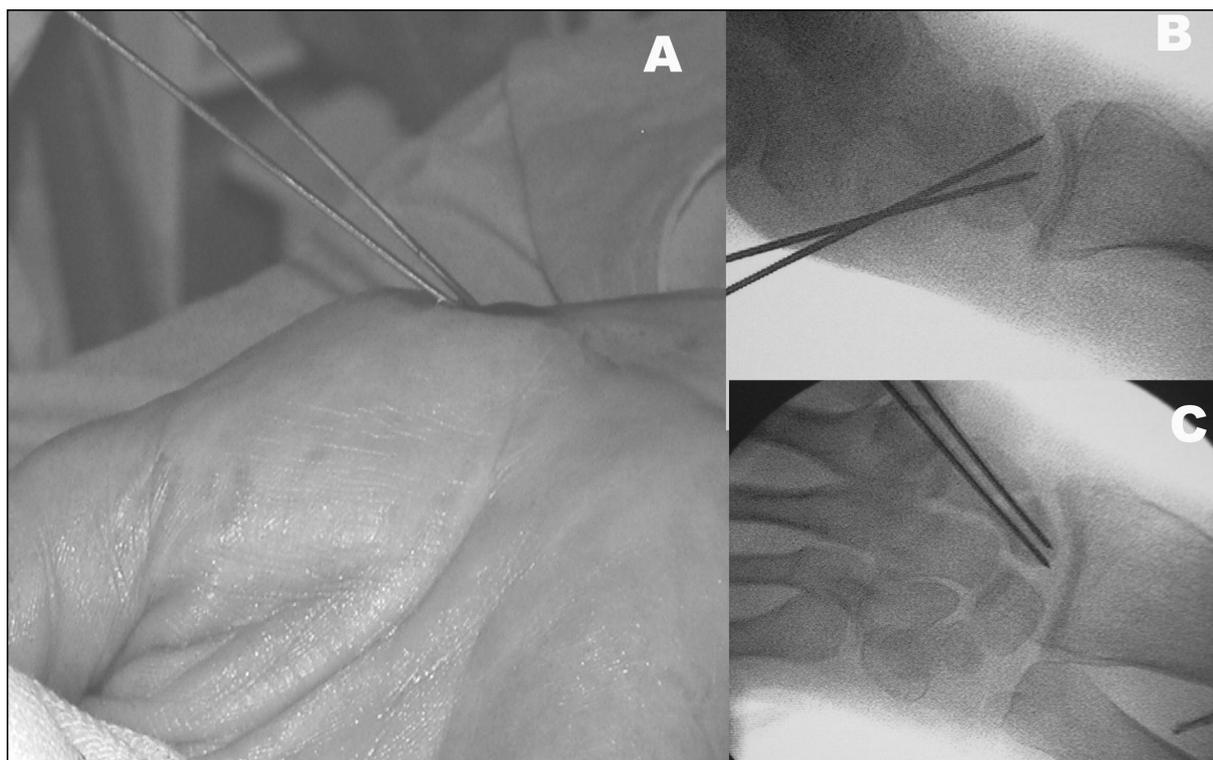
En todos los casos se realizaron estudios radiológicos posteroanterior y lateral de muñeca. En los pacientes en los que este estudio no fue suficiente para llegar a un diagnóstico o para confirmar la consolidación se utilizaron tanto las proyecciones complementarias para la visualización del escafoides (oblicua y dorsovolar con desviación cubital), como la TAC o la RMN.

La actividad profesional desarrollada por los pacientes en el momento de la fractura fue: 14 eran deportistas profesionales, 10 realizaban trabajos de esfuerzo y en los 25 restantes la solici-tación funcional de la muñeca era menor. El mecanismo de lesión fue el siguiente: 10 accidentes deportivos, 10 accidentes de tráfico (según práctica deportiva con motocicleta o viarios) y 29 fueron caídas casuales.

El diagnóstico inicial fue de fractura de escafoides en el momento de la atención en urgencias en 45 de los casos. En los otros cuatro, se demoró una media de 7 semanas (rango de 5 a 8 semanas), debido al diagnóstico incorrecto de esguince de muñeca. Una vez se confirma el diagnóstico de la fractura, el tratamiento no se demora, realizándose la osteosíntesis lo antes posible.

El tiempo transcurrido desde el traumatismo hasta la cirugía fue de 10 días como media (rango de 6-112 días), teniendo en cuenta que 4 de las fracturas fueron diagnosticadas a las 7 semanas de evolución, 1 fractura transversal fue tratada de forma conservadora durante 98 días y otra fractura de polo proximal fue también tratada durante 112 días, datos que provocan un aumento de la media mayor del que cabría esperar.

Todas las fracturas correspondían a fracturas sin desplazar o mínimamente desplazadas. Un trazo transversal y completo del tercio medio del escafoides se observó en 31 pacientes, un trazo oblicuo y completo del tercio medio en 10 y una fractura del polo proximal en los 8 restantes.



*Figura 1. Abordaje palmar: a) mínima incisión con inserción de la aguja guía de proximal a distal, b) vista AP de la colocación de la aguja guía, c) vista lateral.*

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Microsoft Excel 2003®, perteneciente al paquete Microsoft Office 2003® para Windows.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

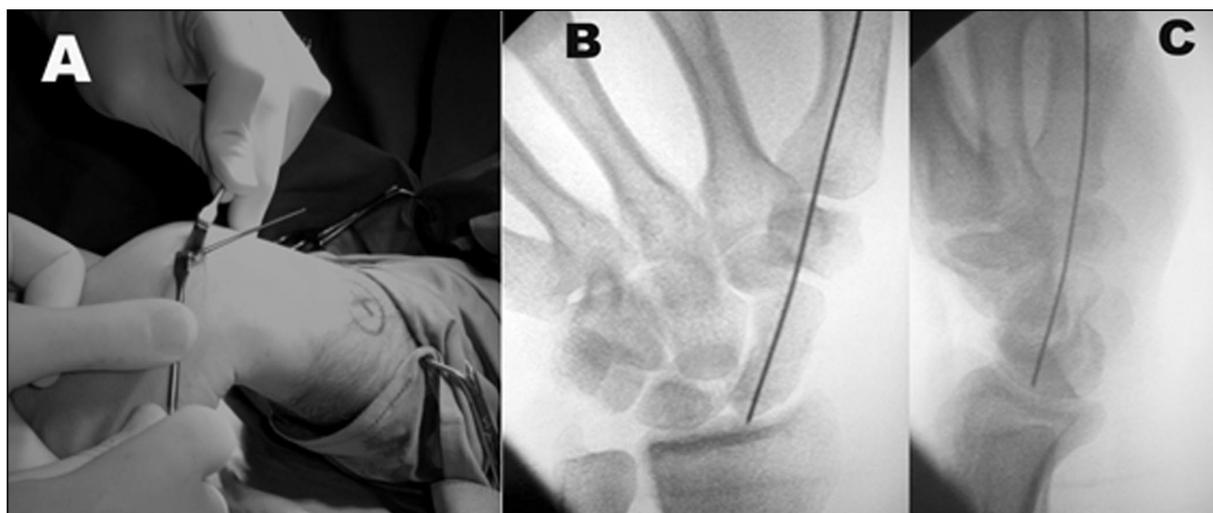
La osteosíntesis percutánea del escafoides puede realizarse tanto por vía palmar como por vía dorsal.

Se utilizó el abordaje palmar en 40 de los casos, siendo todas ellas fracturas transversales y oblicuas del tercio medio. El abordaje dorsal se utilizó en 9 ocasiones para fracturas del polo proximal. En todos los casos se utilizaron como material de osteosíntesis tornillos canulados: 47 casos con tornillos Mini-Acutrak® y 2 casos con tornillos Omnitech®. Todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo cirujano (F. G. L.).

Cualquiera que sea el abordaje a realizar, lo realizamos con el paciente en decúbito supino con el brazo en abducción sobre mesa auxiliar

radiotransparente, anestesia loco-regional y manguito de isquemia. La situación del cirujano debe ser cómoda para la correcta colocación del tornillo: por ejemplo, si es diestro y va a realizar una osteosíntesis palmar en un escafoides derecho, se deberá colocar en la parte superior del brazo y el fluoroscopio entrara por la axila. Por el contrario, si el abordaje es dorsal, el cirujano se sitúa en la axila y el fluoroscopio en la parte superior. Como segundo paso colocamos una segunda aguja para evitar la rotación del escafoides mientras introducimos el tornillo, procurando que no interfiera ni con el fresado ni con la colocación del tornillo. La extensión de la muñeca desplaza el trapecio hacia dorsal permitiendo introducir la aguja en una mejor posición. La desviación cubital permite obtener una imagen del escafoides más perpendicular al fluoroscopio. Tanto la extensión como la desviación cubital evitan que el fragmento distal se desplace hacia palmar.

Para el abordaje palmar (**Figura 1**), colocaremos la muñeca en supinación, extensión y desviación cubital. La aguja guía se introduce des-



*Figura 2. Abordaje dorsal: a) colocación de las dos agujas; una como guía y la otra para la inserción del tornillo canulado, b) vista AP de la colocación bajo fluoroscopia, c) vista lateral.*

de la tuberosidad hacia proximal, dorsal y cubital, sirviéndonos de una cánula de punción que nos sirva de introductor para la aguja y para desplazar el trapecio a dorsal, mejorando la posición de la aguja guía en el escafoides.

La longitud del tornillo debe ser 5 a 10 mm. menor que la longitud medida, pues el tornillo queda en el interior del escafoides. Tornillos de 20 mm. de longitud son suficientes para la mayoría de las fracturas del tercio medio, oscilando la longitud en nuestro trabajo entre 17.5 a 22.5 mm.

Para la osteosíntesis a través del abordaje dorsal (**Figura 2**), la muñeca se coloca en pronación, flexión forzada y desviación cubital. La aguja se introduce siguiendo el eje anatómico del escafoides y el resto de los pasos son similares a los realizados en el abordaje anterior. Con la muñeca en esta posición, el escafoides tendrá la apariencia de un cilindro y la colocación de la aguja guía podrá realizarse en base a dos métodos: 1) introducción de la aguja en el centro del cilindro<sup>2, 10</sup>, o 2) introduciendo la aguja desde una zona cercana al ligamento escafo-lunar, en la dirección del primer metacarpiano.

En el postoperatorio se les colocó a los paciente una férula de yeso sin englobar el pulgar durante una semana, fecha en la que se les realiza la primera revisión y en las que se les sustituye por una férula metacarpiana con fleje

metálico para mayor comodidad, permitiéndole movilizar la muñeca de forma progresiva y una reincorporación a sus actividades cuando el paciente se siente capaz de realizarlas, evitando los gestos que requieren esfuerzo hasta que la consolidación de la fractura se haya confirmado.

La reincorporación a las actividades profesionales y/o deportivas estará en relación con la biología de la fractura (el tiempo de consolidación es de unas 6-8 semanas para las fracturas de tercio medio y de 9-12 para las del polo proximal). Durante este tiempo, la fractura estará estabilizada a expensas sólo del tornillo (dato que se le debe recordar al paciente). El otro factor del que depende la reincorporación del enfermo a su vida profesional es el dependiente del tipo de actividad laboral que el paciente desempeñe.

## RESULTADOS

Se consiguió la consolidación en todos los pacientes (**Figura 3**), en un tiempo medio de 33 días (rango de 14 a 56 días). Se interpretó que la fractura estaba consolidada cuando existía una ausencia de línea de fractura o se observaba el paso de trabéculas óseas a través de dicha línea.

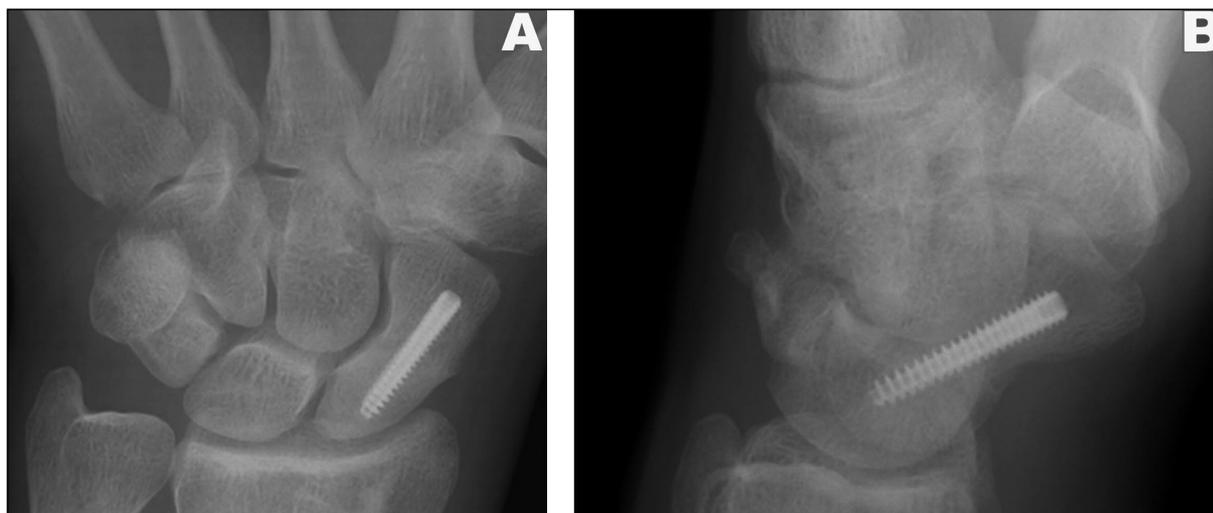


Figura 3. Fractura consolidada: a) vista AP, b) vista lateral.

La reincorporación a las actividades habituales de cada paciente varió dependiendo del tipo de demanda funcional. No obstante, todos comenzaron a utilizar la mano entre la 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> semana, permitiendo una actividad sin restricciones a partir de los 35 días de la cirugía (rango 3-90 días).

La movilidad osciló entre una flexión entre 50 y 70° y una extensión entre 65 y 80°, alcanzando el nivel máximo de movilidad entre la 3<sup>a</sup> y la 12<sup>a</sup> semana tras la cirugía (Figura 4).

La fuerza de presión al cabo de 8 semanas medida con un dinamómetro JAMAR®, varió entre 28 y 40 kg. en función del individuo y la mano dominante. Si la mano afectada era la dominante, la fuerza obtenida fue igual o superior en un 18% a la mano no dominante. Si por el contrario la afectada era la mano no dominante, la fuerza de presión alcanzaba el 86% (rango 77-95%) del total de la contralateral.

El grado de satisfacción de los pacientes fue muy bueno en el 100% de los casos. Tan sólo se observó una molestia leve en la zona de la cicatriz palmar en 4 pacientes.

El coste económico de las osteosíntesis percutáneas de las fracturas sin desplazar es menor que el ocasionado por un tratamiento conservador si nos atenemos al siguiente análisis. Las fracturas tratadas de modo conservador exigen entre 8 a 12 semanas de baja laboral a las que hay que añadir unas 3 semanas más para

la rehabilitación. Si realizamos una osteosíntesis percutánea, reducimos la baja laboral a 33 +/- 12 días; los costes adicionales en este caso los constituyen la estancia hospitalaria (en régimen ambulatorio) y los gastos de quirófano para una cirugía menor y el material de osteosíntesis. Con todo, la valoración económica aproximada reduciría el gasto del tratamiento en torno a un 50% respecto al conservador, siempre y cuando no haya complicaciones. En conclusión, el coste total para la administración o la aseguradora es mucho menor en el tratamiento quirúrgico, a expensas de los gastos hospitalarios iniciales establecidos por la cirugía.

## DISCUSIÓN

En las fracturas de escafoides carpiano los factores decisivos a la hora de la elección de su tratamiento son: la estabilidad, la duración de la inmovilización, y el desplazamiento de la fractura<sup>12</sup>. Cuando la línea de fractura se localiza en la mitad proximal del escafoides, la posibilidad de que se desplacen los fragmentos es alta, debido a las fuerzas opuestas establecidas entre los ligamentos radio-escafoide-hueso grande y radio-escafo-semilunar proximal y distal<sup>13, 14</sup>. El desplazamiento de los fragmentos es el factor de riesgo principal en la evolución de una fractura hacia el retardo de la consolidación o la pseudoartrosis.

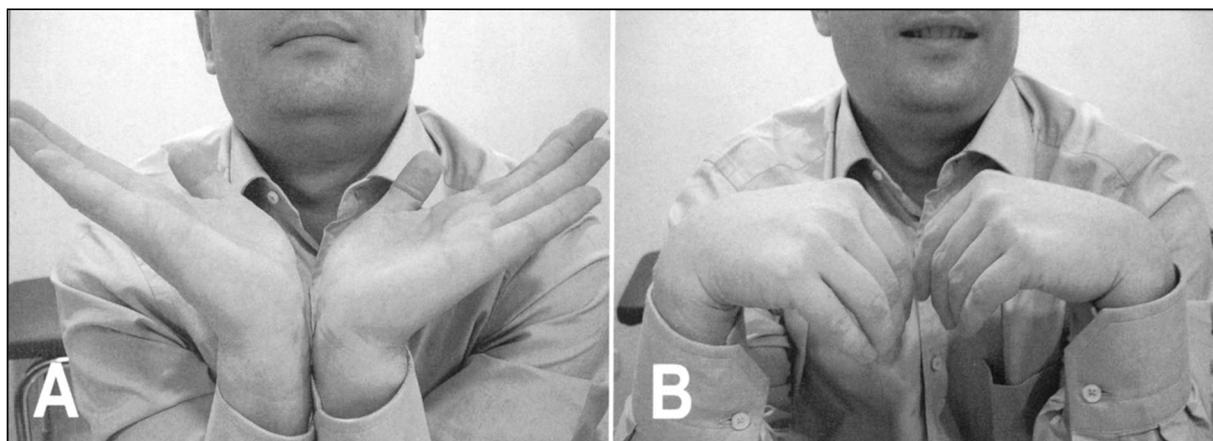


Figura 4. Resultados comparativos con la muñeca sana: a) flexión, b) extensión.

El tiempo medio de curación de una fractura del tercio medio del escafoides sin desplazar oscila entre 8 a 12 semanas<sup>2, 4, 5, 6, 10, 15</sup>. En el estudio realizado por Van der Molen y cols, observaron que el tiempo medio transcurrido hasta la reincorporación laboral tras una fractura de escafoides tratada de modo conservador fue de 4.5 meses<sup>16</sup>. Saeden realiza un estudio randomizado con un seguimiento de 12 años, comparando el tiempo de baja laboral tras fracturas de escafoides tratadas de forma conservadora y con reducción abierta y osteosíntesis de forma precoz; concluyendo que el tiempo de baja en los trabajadores manuales fue menor en los tratados quirúrgicamente y, que no hubo diferencias significativas en los resultados funcionales a largo plazo entre los dos grupos<sup>3</sup>.

La reducción abierta puede lesionar los ligamentos volares y crear una inestabilidad potencial del carpo<sup>17</sup> al seccionar los ligamentos radio-escafoides-hueso grande y radio-escafoides-semilunar, fundamentales para la biomecánica de la muñeca<sup>18</sup>.

Strelin en 1970 describe la técnica para la osteosíntesis percutánea del escafoides. Esta osteosíntesis percutánea con o sin la ayuda de artroscopia<sup>8, 10, 11, 15, 19</sup>, puede evitar los problemas asociados con la inmovilización prolongada y evitar los problemas asociados a una reducción abierta<sup>19, 20</sup>, en la que se requiere la incisión de los ligamentos radiocarpianos o de las estructuras capsulares circundantes.

La justificación del empleo de la osteosíntesis percutánea del escafoides consiste en con-

seguir una pronta reincorporación del paciente a sus actividades laborales y/o de ocio con mínima pérdida de productividad en los trabajadores y de rendimiento en los deportistas.

Las indicaciones de la osteosíntesis percutánea comprenden las fracturas sin desplazar o con mínimo desplazamiento y, aquellas que aun estando desplazadas puedan ser reducidas mediante manipulación cerrada o con ayuda artroscópica<sup>8, 10, 11, 15, 20</sup>. La introducción de los tornillos canulados ha permitido una ampliación en el tratamiento quirúrgico en las fracturas del escafoides. El retraso en el tratamiento quirúrgico de una fractura sin desplazar o con poco desplazamiento, con un tiempo de evolución de 4 semanas o más, lejos de ser una contraindicación para la osteosíntesis percutánea, consideramos que es una indicación más para esta técnica debido al mayor riesgo de evolución hacia la pseudoartrosis de este tipo de fracturas<sup>21</sup>.

Con el abordaje palmar, la aguja guía se sitúa en una posición ligeramente oblicua con respecto al eje anatómico del escafoides, mientras que con el abordaje dorsal el tornillo adoptaría una situación perpendicular al trazo de la fractura. La compresión interfragmentaria se podría ver comprometida en los abordajes palmares, pero en nuestra serie no hemos encontrado problemas de desplazamiento de los fragmentos ni de consolidación de las fracturas. El abordaje dorsal supone una hiperflexión de la muñeca para la colocación del tornillo y ante el riesgo de desplazamiento de la fractura, creemos que el abordaje palmar constituye una buena elección para

las fracturas del tercio medio. El desplazamiento de la fractura durante la técnica quirúrgica (más probable en las fracturas con trazo oblicuo y en las fracturas del polo proximal) puede requerir una reducción abierta y los pacientes deben ser informados de esta posibilidad.

Las fracturas transversales y oblicuas del tercio medio son susceptibles de una osteosíntesis percutánea a través de un abordaje palmar, aunque también puede realizarse un abordaje dorsal. Las fracturas del polo proximal constituyen una indicación clara para la realización de un abordaje dorsal. Las fracturas del polo distal son subsidiarias de una osteosíntesis a través de un abordaje palmar.

Bond observó que la vuelta al trabajo se produce 7 semanas antes cuando se realiza una osteosíntesis percutánea del escafoides frente al tratamiento conservador y que hay una disminución en el tiempo de consolidación de 5 semanas respecto al mismo parámetro<sup>4</sup>. En nuestro trabajo, observamos que la reanudación de las actividades cotidianas del paciente se produce de forma inmediata, recomendando una cierta precaución en las primeras semanas.

Los tornillos canulados disponibles en la actualidad y la ayuda de la fluoroscopia dentro del quirófano, han hecho de la osteosíntesis percutánea, la técnica de elección para muchos cirujanos de la mano, llegándose a publicar series con tasas de consolidación del 100%<sup>6, 8, 9, 10, 15</sup>. Wozasek<sup>22</sup> consigue en una muestra de 146 pacientes, una tasa de consolidación del 89%. Inoue<sup>2</sup> recomienda la osteosíntesis percutánea obteniendo la consolidación del escafoides en el 100% de los casos al cabo de 6 semanas frente al grupo control (con tratamiento conservador) en la consolidación se prolongó hasta las 9.7 semanas. Bond<sup>4</sup> también obtiene un 100% de consolidación al cabo de 7.1 semanas frente a los escafoides tratados de forma conservadora que tardan en consolidar 11.6 semanas; la reincorporación laboral en los ca-

sos tratados con osteosíntesis percutánea (8.2 semanas) frente a los tratados de forma conservadora (15.3 semanas).

Nuestra serie presenta una tasa de consolidación del 100% en un tiempo de 33 días con un arco de movilidad sin restricciones entre 3 y 12 semanas. No hubo disminución significativa en la fuerza de prensión durante el mismo periodo y todos los pacientes manifestaron un alto grado de satisfacción tras la intervención. Resulta muy significativo el ahorro económico que supone tratar una fractura de escafoides con una osteosíntesis percutánea frente al tratamiento conservador que en nuestra serie llega al 50%.

No observamos ninguna complicación mayor, detalle indicativo de la escasa dificultad de la técnica. Cuatro pacientes refirieron molestias sobre la cicatriz quirúrgica que desaparecieron durante la evolución.

La osteosíntesis con tornillos a compresión debe ser meticulosa y evitar complicaciones como el retardo de consolidación o la pseudoartrosis causada por una colocación inadecuada del tornillo. Trumble<sup>24</sup> hizo hincapié en la importancia de colocar el tornillo en el eje central del escafoides, motivo por el cual, la utilización de un tornillo canulado facilita la técnica. La colocación correcta del tornillo es más importante que el tipo de tornillo utilizado y el tiempo de curación se acorta cuando se coloca en la posición central del escafoides<sup>24</sup>.

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que la osteosíntesis percutánea es una técnica fiable, recomendable y avalada por varios trabajos para el tratamiento de las fracturas sin desplazar o mínimamente desplazadas del escafoides carpiano. Además del beneficio personal para el paciente no podemos olvidar el ahorro económico a la sociedad que supone la utilización de esta técnica.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dias JJ, Wildin CJ, Bhowal B, Thompson JR. Should acute scaphoid fractures be fixed? A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87A: 2160-2168.
2. Inoue G, Shionoya K. Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79B: 418-421.
3. Saeden B, Tornkvist H, Ponzer S, et al. Fracture of the carpal scaphoid: A prospective, randomised 12-year follow-up comparing operative and conservative management. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83B: 230-234.
4. Bond CD, Shin AY, McBride MT, et al. Percutaneous screw fixation or cast immobilisation for nondisplaced scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83A: 483-488.
5. Adolfsson L, Lindau T, Arner M. Acutrak screw fixation versus cast immobilisation for undisplaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg B* 2001; 26B: 192-195.
6. Haddad FS, Goddard NJ. Acute percutaneous scaphoid fixation: A pilot study. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80B: 95-99.
7. Retting ME, Kozin SH, Cooney WP. Open reduction and internal fixation of acute displaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg Am* 2001; 26: 271-276.
8. Slade JF, Grauer JN, Mahoney JD. Arthroscopic reduction and percutaneous fixation of scaphoid fractures with a novel dorsal technique. *Orthop Clin North Am* 2001; 32: 247-261.
9. Slade JF, Jaskwich D. Percutaneous fixation of scaphoid fractures. *Hand Clinics* 2001; 17: 553-574.
10. Slade JF, Gutow AP, Geissler WB. Percutaneous internal fixation of scaphoid fractures via an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84A: 21-36.
11. Taras JS, Sweet S, Shum W, et al. Percutaneous and arthroscopic screw fixation of scaphoid fractures in the athlete. *Hand Clinics* 1999; 15: 467-473.
12. Amadio PC. Scaphoid fractures. *Orthop Clin North Am* 1992; 23: 7-17.
13. Berger RA. The anatomy of the scaphoid. *Hand Clinics* 2001; 17: 525-532.
14. Kobayashi M, Berger RA, Nagy L, et al. Normal kinematics of carpal bones: A three-dimensional analysis of carpal bone motion relative to the radius. *J Biomech* 1997; 30: 787-793.
15. Yip HSF, Wu WC, Chang RYP, et al. Percutaneous cannulated screw fixation of acute scaphoid waist fracture. *J Hand Surg B* 2002; 27B: 42-46.
16. Van der Molen ABM, Groothoff JW, Visser GJP, et al. Time off work due to scaphoid fractures and other carpal injuries in the netherlands in the period 1990 to 1993. *J Hand Surg B* 1999; 24B: 193-198.
17. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *JBJS Br* 1984; 66: 114-23.
18. Kamineni S, Lavy CBD. Percutaneous fixation of scaphoid fractures: An anatomical study. *J Hand Surg B* 1999; 24B: 85-88.
19. Slade JJ, Dodds SD. Minimally invasive management of scaphoid nonunions. *Clin Orthop Rel Res* 2006; 445: 108-119.
20. Whipple TL. Stabilization of the fractured scaphoid under arthroscopic control. *Orthop Clin North Am* 1995; 26: 749-754.
21. Mack GR, Wilckens JH, McPherson SA. Subacute scaphoid fractures: A closer look at closed treatment. *Am J Sports Med* 1998; 26: 56-58.
22. Wozasek GE, Moser KD. Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid. *JBJS Br* 1991; 73: 138-142.
23. Dias JJ. Definition of union after acute fracture and union and surgery for fracture non-union of the scaphoid. *J Hand Surg* 2001; 26B: 321-325.
24. Trumble TE, Clarke T, Kreder HJ. Non-union of the scaphoid: treatment with cannulated screws compared with treatment with Herbert Screws. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1829-1837.