



## ORIGINAL

# Injerto óseo vascularizado y fijación con mini-acutrak® en las pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal

C. Lamas\*, I. Proubasta, L. Natera, R. Moldovan y M. Almenara

Unidad de la Mano y Extremidad Superior, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 15 de noviembre de 2010; aceptado el 10 de febrero de 2011

Disponible en Internet el 3 de abril de 2011

### PALABRAS CLAVE

Pseudoartrosis de escafoides;  
Necrosis polo proximal escafoides;  
Injerto óseo vascularizado

### Resumen

**Objetivo:** Evaluar los resultados del injerto óseo vascularizado (IOV) de la arteria 1, 2 suprarretinacular intercompartmental (1,2 SRIC) junto con la fijación, en pseudoartrosis de escafoides y necrosis del polo proximal.

**Material y método:** Realizamos un estudio retrospectivo, entre enero de 2006 y diciembre de 2009. Se trata de 10 pacientes con pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal. Todos eran varones con edad media de 27 años (rango: 18-46). El seguimiento medio fue de 18 meses (rango: 12-43). La evaluación clínica incluye el dolor según la escala visual analógica (EVA), el balance articular y la fuerza de prensión. La evaluación radiológica incluye radiografías, TC y RNM. Se midió el ángulo escafolunar y la altura carpiana de acuerdo con el índice de Nattrass et al. La escala utilizada fue la *Mayo Wrist Score*.

**Resultados:** La consolidación tuvo lugar en todos en un tiempo medio de 15 semanas (rango: 6-25 semanas). La media de EVA preoperatoria fue de 4,5 (2-8) y postoperatoria de 1 (0-2). El índice de la altura carpiana de Nattrass preoperatorio fue de 1,50 y postoperatorio de 1,58. El ángulo escafolunar medio preoperatorio fue de 52° y postoperatorio de 49°. Los valores preoperatorios de la *Mayo Wrist Score* fueron de 53 y los valores postoperatorios de 92.

**Conclusiones:** La técnica que combina el IOV y la fijación con un tornillo mini-acutrak®, presenta buenos resultados, en el tratamiento de las pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal. Preferimos el uso de la arteria 1,2 SRIC. En el caso de que esta arteria este ausente se pueden utilizar otros pedículos vasculares.

© 2010 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### KEYWORDS

Scaphoid nonunion;  
Necrosis proximal pole scaphoid;  
Vascularized bone graft

### Vascularised bone graft with mini-acutrak® fixation in scaphoid pseudoarthrosis with proximal pole necrosis

#### Abstract

**Objectives:** We studied the use of vascularized bone graft (VBG) in combination with a fixation with screw in patients with scaphoid nonunion and avascular proximal poles.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [clamasg@hsp.santpau.es](mailto:clamasg@hsp.santpau.es) (C. Lamas).

**Materials and methods:** Between January 2006 and December 2009, we treated 10 patients with scaphoid nonunion with avascular proximal poles. There were 10 males with nonunion. Their average age was 27 years (range: 18-46 years). The average follow-up was 18 months (range: 12-43 months). The clinical valuation was the scale of pain (VAS), the range of motion and grip strength. The radiological valuation included radiographies, CT and MRI. We studied the scapholunate angle, the Carpal Height Index by Natrass et al. and the Mayo Wrist Score. **Results:** The mean preoperative VAS was 4.5 (2-8) and postoperative VAS 1 (0-2). All patients achieved union in an average time of 15 weeks (range: 6-25 weeks). X-rays and CT showed a complete osseous union in all patients. Carpal Height Index was a mean of 1.50 preoperative and 1.58 postoperative. The scapholunate angle was a mean of 52° preoperative and 49° postoperative. Mayo Wrist Score was 53 preoperative and 92 postoperative. **Conclusions:** We have found that the technique which combines VBG with mini acutrak® screw, is successful in treating scaphoid nonunions with avascular poles. We prefer to use the vessel 1, 2 ICSRA. If this vessel is occasionally absent, other pedicles may be used.

© 2010 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La pseudoartrosis de escafoides es un problema quirúrgico en especial cuando se asocia a la necrosis del polo proximal<sup>1</sup>. La incidencia de no consolidación es mayor en esta región debido a la falta de vascularización del segmento proximal del escafoides<sup>2,3</sup>. Por ello, se han descrito numerosas técnicas para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides con resultados buenos en el 70-90% de los casos. Sin embargo, cuando existe además un polo proximal con necrosis los resultados no son tan favorables<sup>4</sup>. Filan y Herbert<sup>5</sup> observan que solo una tercera parte de los pacientes con pseudoartrosis y necrosis del polo proximal de escafoides tratados con injerto de cresta ilíaca y fijación con un tornillo de Herbert conseguían la consolidación de la fractura. Las ventajas del injerto óseo vascularizado (IOV) respecto a los injertos convencionales son: 1) una mayor rapidez en la consolidación de la fractura, y 2) un realce de la vascularización y de la osteogénesis de los fragmentos avasculares<sup>6</sup>. El objetivo del estudio es evaluar el uso del IOV descrito por Zaidenberg et al (1991)<sup>7</sup>, en combinación con una fijación interna como describe Carter et al (1989)<sup>8</sup>, en pacientes con pseudoartrosis de escafoides carpiano y necrosis del polo proximal. Hemos modificado esta técnica utilizando un tornillo canulado mini-acutrak® (Acumed, Hillsboro, OR).

## Material y método

Entre enero de 2006 y diciembre de 2009, hemos intervenido quirúrgicamente 10 pacientes que presentaban una pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal (fig. 1). En todos los casos se utilizó un IOV de la arteria 1, 2 suprarretinacular intercompartimental (1,2 SRIC) (fig. 2). Todos los pacientes eran varones con una edad media de 27 años (18-46). El seguimiento medio fue de 18 meses (12-43). El período de tiempo entre el traumatismo inicial y el procedimiento quirúrgico fue de 9 meses (rango: 3-24). Los pacientes fueron inicialmente tratados con un yeso antebraquial durante 6 semanas excepto en tres casos donde la fractura no fue diagnosticada y no recibieron tratamiento ortopédico. Todos los pacientes referían dolor en la muñeca

que se incrementaba con las actividades diarias, trabajo o deportes. En todos los casos, se comprobó una historia de caída con la muñeca en extensión. En dos casos, la caída fue en la calle; en 4 casos, durante la práctica de actividades deportivas; y en 4 casos, tras accidente de tráfico con moto. La mano dominante estaba afectada en 9 pacientes. La evaluación clínica preoperatoria incluye el dolor, rango de movilidad de la muñeca y fuerza de prensión. La valoración del dolor se realizó con la escala visual analógica (EVA) que va desde 0 (no dolor) a 10 (dolor severo). Al final del seguimiento se valoran el rango de movilidad mediante un goniómetro y la fuerza de prensión mediante un dinamómetro (Jamar, Sammons Preston, Abililytone Company, Bolinbrook, IL). La función de la muñeca fue medida de acuerdo a la *Mayo Wrist Score*. La evaluación radiológica incluye las proyecciones de muñeca, posteroanterior (PA) en rotación neutra, PA en desviación cubital y lateral. La pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal se agrupó según la clasificación de Filan and Herbert<sup>5</sup>. En todos los casos se realizó una resonancia nuclear magnética (RNM) que informaba de necrosis del polo proximal. En 7 casos se tenían además una TC preoperatoria. La valoración postquirúrgica del escafoides incluye la consolidación, la incorporación del injerto y la restauración de la longitud del escafoides y fue evaluada en las radiografías PA y lateral obtenidas a las 6 y 12 semanas, y al final del seguimiento. La altura carpiana se midió antes y después de la cirugía de acuerdo con el índice de Natrass et al (valor medio  $1,57 \pm 0,05$ )<sup>9</sup>. El ángulo escafolunar se midió pre y postoperatoriamente. La consolidación de la fractura se diagnosticó cuando existe radiológicamente paso de trabéculas óseas en el área previa de no unión con integración proximal y distal del injerto óseo. Para confirmar la consolidación, a todos los pacientes se les realizó una TC. En 6 casos, se practicó una RNM para evaluar la viabilidad del injerto óseo, la curación de la fractura y la incorporación del injerto. La progresión de la enfermedad hacia artrosis se valoró en base a los criterios propuestos por Watson y Ryu<sup>10</sup>. En el estadio 1, existen cambios degenerativos entre la estiloides radial y la parte distal del escafoides; en el estadio 2, los cambios se extienden proximalmente a la articulación radioescafoidea; y en el estadio 3, existen cambios degenerativos entre el hueso

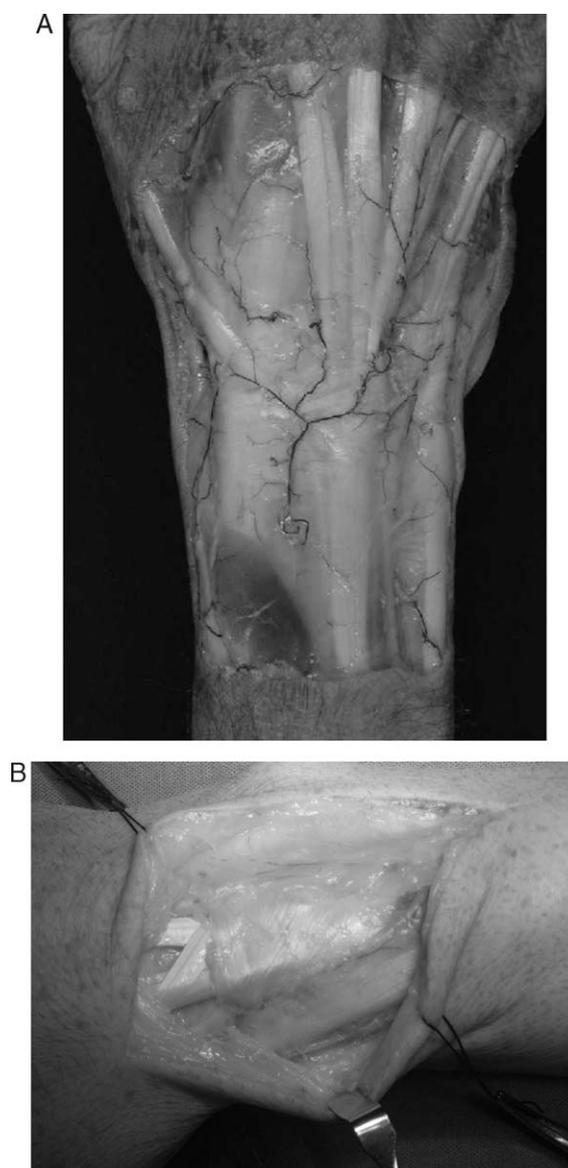


**Figura 1** Pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal. A) Proyección radiológica AP. B) RNM corte coronal e imagen potenciada en T1.

grande y el escafoides, y entre el hueso grande y el semilunar.

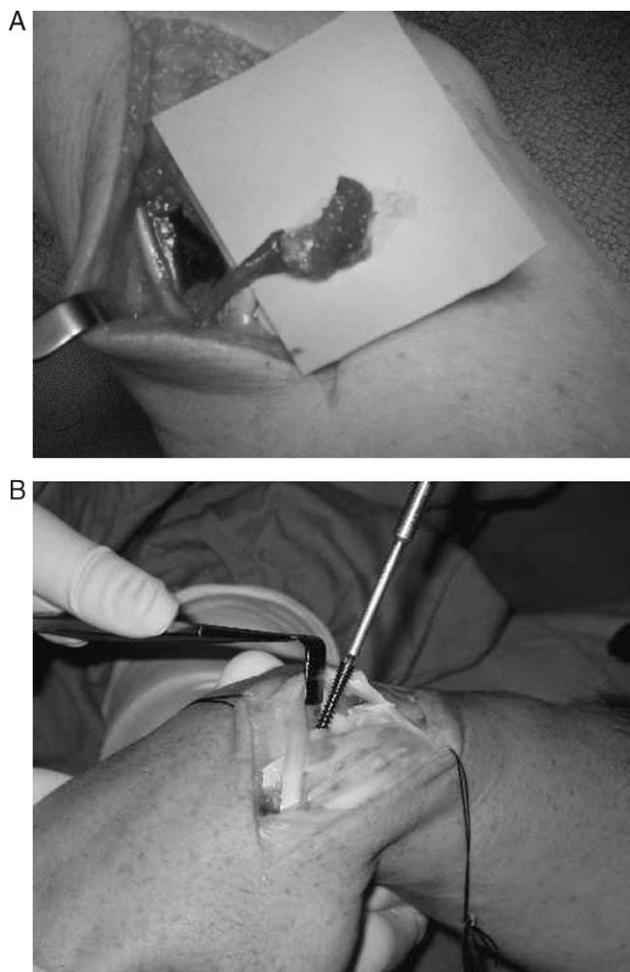
### Técnica quirúrgica

El paciente se coloca en decúbito supino bajo anestesia axilar, manguito neumático y expresión de la extremidad. Se realiza una incisión curvilínea longitudinal dorsal. La piel y el tejido subcutáneo se disecan protegiendo la rama superficial del nervio radial. Cuando el retináculo está expuesto, se identifica la arteria suprarretinacular entre los compartimentos extensores primero y segundo o arteria 1,2



**Figura 2** Arteria 1,2 SRIC localizada en la superficie dorsal del retináculo extensor, entre primer y segundo compartimentos. A) Imagen anatómica con inyección de látex negro y técnica de Spalteholz. B) Imagen clínica.

SRIC. Esta arteria asciende superficial al retináculo extensor, también llamada primera arteria septal del dorso o de Zaidemberg et al<sup>7</sup>. Se realiza una incisión en el retináculo extensor a nivel del tubérculo de Lister, separando el espacio entre *Extensor Pollicis Longus* y *Extensor Digitorum Communis*. La incisión en la cápsula dorsal permite visualizar el polo proximal del escafoides, el ligamento escafolunar y el semilunar. Cuando el polo proximal se visualiza, se coloca un tornillo canulado de escafoides mini-acutrak® utilizando la técnica de manos libres. Se realiza control escópico, aunque no es posible ver la aguja guía durante todo el recorrido debido a que para facilitar la introducción de la aguja guía la muñeca se debe flexionar. El eje axial del pulgar se usa como orientación para la colocación de la guía del tornillo. La colocación del tornillo se realiza según la técnica descrita por Carter et al<sup>8</sup>. Se inserta lo más volar posible sin que pro-



**Figura 3** A) Injerto óseo vascularizado. B) Fijación con un tornillo canulado mini-actrak.

duzca una lesión en la cortical. Normalmente, se utiliza un tornillo mini-actrak® de 20 o 22 mm. La escopia se realiza al final de la inserción del tornillo para comprobar la colocación correcta. Una vez situado el tornillo, se escava un espacio rectangular en el sitio de la pseudoartrosis. Es importante que con este gesto no se exponga el tornillo. Se inspecciona el polo proximal para valorar que no existen puntos sangrantes y que está avascular. Después de elaborar un recipiente en el escafoides para la inserción del injerto óseo, se realiza la extracción del injerto. Practicamos una incisión en el periostio que incluye el injerto óseo. El injerto es elevado con parte del retináculo y con su pedículo vascular la arteria 1,2 SRIC. La arteria no debe disecarse. Se transfiere el IOV al defecto creado en el escafoides sin provocar tensión en el pedículo vascular (fig. 3). El injerto se fija apretando solo por los extremos. Normalmente no soltamos la isquemia para ver el flujo del injerto. Se considera que el pedículo vascular funciona si hemos sido cuidadosos en su extracción y si el vaso conserva el color y tamaño del inicio de la cirugía. El injerto óseo también debe presentar buen aspecto con puntos sangrantes durante la extracción. En el caso de que el pedículo vascular adquiera durante la cirugía un tono transparente, podemos pensar en un angioespasmo y liberar la isquemia para comprobar el flujo del injerto. Se cierra la cápsula, el retináculo extensor y la piel. Se inmo-

viliza con yeso durante 6 semanas y se inicia rehabilitación posteriormente.

## Resultados

La media de EVA preoperatorio fue de 4,5 (2-8) y la media postoperatoria fue de 1 (0-2). El arco de movilidad de la flexo-extensión se incrementó desde un valor medio antes de la cirugía de 110° (rango: 93°-123°) a 115° (rango: 82°-137°) después de la intervención. El incremento en la desviación radio-cubital fue de 40° (rango: 39-58°) antes de la cirugía a 51° (rango: 34-65°) después de la intervención. La fuerza de prensión preoperatoria fue un valor medio de 32 kg y se incrementó a 48 kg en el postoperatorio. Al final del seguimiento todos los pacientes consiguieron la consolidación de la fractura en un tiempo medio de 15 semanas (rango: 6-25 semanas). Todos los pacientes pudieron reincorporarse a sus actividades diarias, mientras que dos de los diez presentaban molestias al levantar objetos pesados. En todos los casos, en la intervención quirúrgica se pudo encontrar como pedículo vascular la arteria 1,2 SRIC. Las radiografías y la TC postintervención mostraron la consolidación de la fractura en los pacientes tratados mediante este método (fig. 4). El índice de la altura carpiana de Nattrass et al preoperatorio fue de 1,50 y postoperatorio de 1,58. El ángulo escafolunar medio preoperatorio fue de 52° y postoperatorio de 49°. Los valores preoperatorios de la *Mayo Wrist Score* fueron de 53 y los valores postoperatorios de 92. No se han observado cambios degenerativos, infección, distrofia simpático refleja, pseudoartrosis persistente, lesión de la rama sensitiva del nervio radial ni morbilidad en la zona dadora del injerto.

## Discusión

Los pacientes con pseudoartrosis de escafoides carpiano y necrosis del polo proximal no han obtenido buenos resultados usando las técnicas con injerto óseo convencional<sup>3,6,11</sup>. En 1983, Braun<sup>12</sup> describe un injerto óseo de radio distal basado en un pedículo vascular de la arteria interósea anterior y del músculo *Pronator Quadratus*. Esta técnica consiguió en 5 pacientes con pseudoartrosis de escafoides la consolidación de la fractura. A pesar de la popularidad de este pedículo, existen distintas variantes anatómicas en la posición y diámetro de los vasos, el arco de rotación es corto, y se tiene que exponer el carpo por una vía palmar, con una potencial inestabilidad carpiana. El IOV basado en el arco radiocarpiano palmar, también se ha empleado con éxito en las pseudoartrosis de escafoides, y tiene un mayor aporte vascular y arco de rotación<sup>13</sup>. Sin embargo, se han reportado algunos casos de lesión de los ligamentos radiocarpianos palmares al elevar el injerto debido a la proximidad de éstos al arco radiocarpiano palmar<sup>3</sup>.

En 1991, Zaidenberg et al<sup>7</sup> describen un IOV basado en la primera arteria septal, o arteria ascendente de la estiloides radial, rama dorsal de la arteria radial. Sheetz et al<sup>14</sup> describen los 4 vasos arteriales al dorso de la muñeca, dos son superficiales al retináculo extensor y dos son profundos. Los dos superficiales, se localizan entre el primer y segundo, y entre el segundo y tercero compartimento extensor. Estas dos arterias se denominan 1,2 y 2,3 arteria suprarretinacular



**Figura 4** A) Proyección radiológica AP. B) TC mostrando la consolidación del escafoides después de un IOV de arteria 1, 2 SRIC.

intercompartimental (SRIC). Las otras dos arterias del dorso de la muñeca son profundas, localizadas en la base del 4 y 5 compartimento extensor<sup>15,16</sup>. Nosotros preferimos utilizar la arteria descrita por Zaidenberg et al<sup>7</sup> o arteria 1, 2 SRIC. Si esta arteria está ausente, hecho que ocurre en el 6% de los casos según estudios de Sheetz et al<sup>14</sup>, se pueden emplear otros pedículos vasculares<sup>15</sup>.

Smith y Cooney<sup>17</sup> aportan el 100% de consolidación con el IOV en tres pacientes con pseudoartrosis de escafoides en los que había fallado la técnica convencional. Chang et al<sup>18</sup> concluyen que el IOV basado en la arteria 1,2 SRIC es eficaz en el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides y el éxito del tratamiento depende de la selección apropiada de la técnica quirúrgica. Se ha descrito algún caso de pseudoartrosis persistente con el empleo del IOV<sup>18,19</sup>. Sin embargo, en nuestro estudio todos los pacientes consiguieron la consolidación de

la fractura. El aporte vascular con el IOV junto con la fijación con tornillo comporta un aporte biológico que favorece la consolidación respecto al injerto óseo convencional<sup>4</sup>. Para algunos autores<sup>6,20</sup>, el IOV da lugar a una consolidación más rápida y fuerte. De todas formas, sigue siendo una limitación de estos estudios determinar cual es el grado real de aporte vascular en la zona de la lesión<sup>6</sup>. La avascularidad del fragmento proximal del escafoides está asociada con el desarrollo de artrosis. Ruby et al<sup>21</sup> describen la secuencia de cambios degenerativos en 31 pacientes con pseudoartrosis de escafoides, y notan que el desarrollo de artrosis, cuando existe una necrosis del polo proximal, tiene lugar a los 4 años. En nuestro estudio, al final del seguimiento no hemos observado artrosis en ningún paciente.

La valoración prequirúrgica de la necrosis de polo proximal en la pseudoartrosis de escafoides se realiza por proyecciones radiológicas y por RNM. Cerezal et al<sup>22</sup> estudian la RNM con gadolinio para la evaluación vascular prequirúrgica del fragmento proximal en las pseudoartrosis de escafoides. Concluyen que con esta prueba se obtiene una sensibilidad del 66%, una especificidad del 88% y una exactitud del 83% respectivamente. De manera que la obtención de imágenes por RNM mejoradas con gadolinio es el método más fiable para investigar la vascularización del polo proximal en las pseudoartrosis de escafoides.

La técnica que se describe, combina el IOV con el tornillo canulado mini-acutrak®, es segura y permite la consolidación de la fractura en la pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal. En estos casos el IOV de la primera arteria septal del dorso sería el tratamiento de elección<sup>23</sup>. Recomendamos este procedimiento en las pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal sin artrosis.

## Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Inaparthi PK, Nicholl JE. Treatment of delayed/nonunion of scaphoid waist with synthes cannulated scaphoid screw and bone graft. *Hand*. 2008;3:292–6.
2. Taleisnik J, Kelly PJ. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. *J Bone Joint Surg Am*. 1966;48:1125–37.
3. Muzaffar AR, Carter PR. Vascularized bone grafting and Herbert screw fixation of scaphoid nonunions with avascular proximal poles. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2002;6:155–64.
4. Robbins R, Carter PR. Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunions of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg Am*. 1995;20:818–31.
5. Filan SL, Herbert TJ. Herbert screw fixation of scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78:519–29.
6. Gabl M, Reinhart C, Lutz M, Bodner G, Rudisch A. Vascularized bone graft from iliac crest for the treatment of nonunion of the

- proximal part of the scaphoid with an avascular fragments. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1414–28.
7. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1991;16:474–8.
  8. Carter PR, Malinin TI, Abbey PA, Sommerkamp TG. The scaphoid allograft: A new operation for treatment of the very proximal scaphoid nonunion of for the necrotic, fragmented scaphoid proximal pole. *J Hand Surg Am.* 1989;14:1–12.
  9. Nattrass GR, King GJ, McMurtry RY, Brant RF. An alternative method for determination of the carpal height ratio. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:88–94.
  10. Watson HK, Ryu J. Evolution of arthritis of the wrist. *Clin Orthop.* 1986; 202:57–67.
  11. Dailiana ZH, Malizos KN, Zachos V, Varitimidis SE, Hantes M, Karantanas A. Vascularized bone grafts from the palmar radius for the treatment of waist nonunions of the scaphoid. *J Hand Surg Am.* 2006;31:397–404.
  12. Braun RM. Pronator pedicle bone grafting in the forearm and proximal carpal row. *Am Soc Surg Hand, Annual Meeting, Anaheim, CA, 1983.*
  13. Kuhlmann JN, Mimoun M, Boabighi A, Baux S. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for nonunion of the scaphoid. *J Hand Surg Br.* 1987;12:203–10.
  14. Sheetz KK, Bishop AT, Berger RA. The arterial blood supply of the distal radius and ulna and its potential use in vascularized pedicled bone grafts. *J Hand Surg Am.* 1995;20:902–14.
  15. Shin AY, Bishop AT. Vascularized bone grafts from the distal radius for disorders of the carpus. *Am Soc Surg Hand.* 2002;2:181–94.
  16. Lamas C, Llusà M, Méndez A, Proubasta I, Carrera A, Forcada P. Intraosseous vascularity of the distal radius: anatomy and clinical implications in distal radius fractures. *Hand.* 2009;4:418–23.
  17. Smith BS, Cooney WP. Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid, Treatment options and results. *Clin Orthop.* 1996;327:98–102.
  18. Chang MA, Bishop A, Moran SL, Shin AY. The outcomes and complications of 1, 2 intercompartmental supraretrinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am.* 2006;31:387–96.
  19. Pokorny JJ, Davins H, Moneim MS. Vascularized bone grafts for scaphoid nonunion. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2003;7:32–6.
  20. Steinmann SP, Bishop AT. A vascularized bone graft for repair of scaphoid nonunion. *Hand Clin.* 2001;17:647–53.
  21. Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The natural history of the scaphoid non-union. A review of fifty-five cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:428–32.
  22. Cerezal L, Abascal F, Canga A, García-Valtuille R, Bustamante M, Piñal F. Usefulness of Gadolinium-Enhanced MR Imaging in the Evaluation of the Vascularity of Scaphoid Nonunions. *AJR.* 2000;174:141–9.
  23. Aguilera L, Fargueta I, Blasco C, Domínguez JL. Injertos vascularizados en el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides. *Rev Ortop Traumatol.* 2002;4:311–6.