

# Injertos óseos vascularizados pediculados del dorso del radio distal para la reconstrucción del escafoides

Michael Sauerbier<sup>a</sup>, Allen T. Bishop<sup>b</sup> y Nina Ofer<sup>c</sup>

## Resumen

### Objetivo

Consolidación ósea del escafoides con forma y longitud lo más anatómicas posibles mediante un injerto óseo vascularizado con pedículo de flujo retrógrado extraído del dorso del radio distal. En caso de fragmento proximal avascular del escafoides, se procederá adicionalmente a una revitalización del fragmento.

### Indicaciones

Pseudoartrosis de escafoides, en particular pseudoartrosis proximal.

Pseudoartrosis persistente pese a una intervención quirúrgica previa.

Necrosis óseas avasculares del escafoides (enfermedad de Preiser).

El injerto óseo vascularizado con pedículo de flujo retrógrado del dorso del radio distal también puede usarse para la revascularización de las osteonecrosis de otros huesos del carpo (por ejemplo, necrosis del hueso semilunar); sin embargo, no son objeto de este trabajo.

### Contraindicaciones

Artrosis avanzada del carpo (muñeca SNAC [colapso avanzado en la pseudoartrosis del escafoides] de grado II y III).

Necrosis avasculares con deterioro del fragmento proximal del escafoides.

Anomalías, enfermedades y lesiones previas del sistema vascular.

## Técnica quirúrgica

Restablecimiento de la forma y longitud del escafoides por interposición de un injerto óseo vascularizado con pedículo de flujo retrógrado, que puede obtenerse de varios puntos del dorso del radio distal, y fijación con un tornillo para el escafoides.

## Tratamiento postoperatorio

Inmovilización durante seis semanas con vendaje de escayola antebraquial incluyendo la falange proximal del primer dedo.

## Resultados

Treinta y cuatro de 48 reconstrucciones de pseudoartrosis de escafoides con injertos óseos vascularizados por la AICSR 1,2 (arteria intercompartimental suprarretinacular 1,2) tardaron un tiempo medio de 15,6 semanas en consolidar.

## Palabras clave

Injertos óseos vascularizados. Radio distal. Pseudoartrosis de escafoides.

## Operat Orthop Traumatol 2009;21:373-85

<sup>a</sup>Clínica de Cirugía Plástica, Reparadora y de la Mano, Kliniken des Main-Taunus-Kreises GmbH, Hospital Universitario de la Universidad Johann Wolfgang Goethe de Fráncfort del Meno, Bad Soden am Taunus, Alemania.

<sup>b</sup>Clínica Mayo/Fundación Mayo, Departamento de Ortopedia – Unidad de Cirugía de la Mano, Rochester, MN, EE. UU.

<sup>c</sup>Clínica de Cirugía Plástica, Reparadora y de la Mano, Clínica Traumatológica de Ludwigshafen, Alemania.

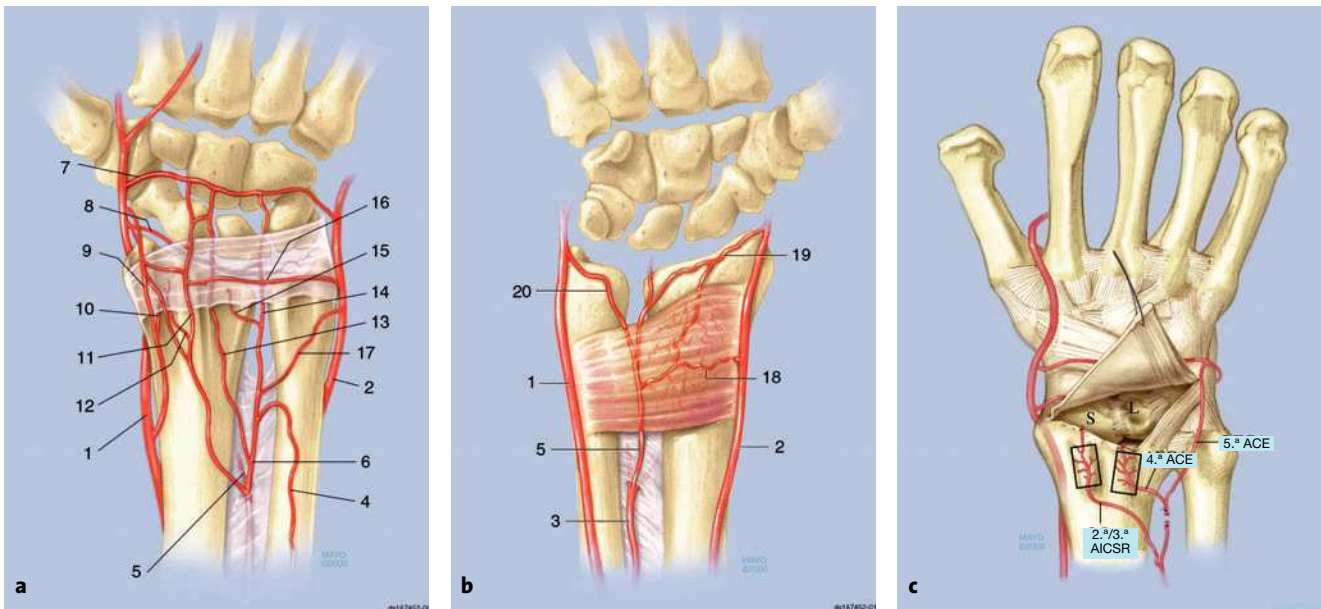
### Notas preliminares

Los responsables de la perfusión del radio distal y del cúbito distal son cuatro vasos extraóseos (fig. 1a), de los cuales la rama dorsal de la arteria interósea anterior y la arteria radial son los vasos dominantes del flujo sanguíneo ortógrado del radio distal. Los cuatro vasos sanguíneos principales se ramifican en arterias nutricias hacia el dorso del radio, y la mejor manera de describirlos es por su posición anatómica respecto a los compartimentos extensores de la muñeca y al retináculo extensor. Dos de estos vasos discurren en la superficie del retináculo extensor entre el primer y segundo y el segundo y tercer compartimento extensor y se denominan, por consiguiente, primera/segunda y segunda/tercera arteria intercompartmental suprarretinacular<sup>17</sup> (1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR; fig. 1b). Los otros dos vasos discurren a mayor profundidad sobre la superficie del radio en el suelo del cuarto y quinto compartimento extensor hacia el retináculo extensor y se denominan, análogamente, arterias del cuarto y quinto compartimento extensor<sup>17</sup> (4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> ACE; fig. 1c). La arteria

del cuarto compartimento extensor (4.<sup>a</sup> ACE) se encuentra en la cara radial de dicho compartimento y linda directamente con el nervio interóseo posterior. Los vasos situados más distalmente irrigan la zona cortical del radio, mientras que las porciones más proximales abastecen la zona de la esponjosa.

En el dorso de la mano existen diferentes arcos vasculares que forman anastomosis con los vasos que discurren en los compartimentos. Se trata del arco intercarpiano dorsal, del arco radiocarpiano dorsal y del arco suprarretinacular dorsal (fig. 1a). A excepción de algunas conexiones indirectas, desde el arco intercarpiano dorsal no discurren vasos arteriales directamente al radio distal, por lo que puede utilizarse para obtener un injerto pediculado de flujo retrógrado por ligadura del vaso proximal.

El arco radiocarpiano dorsal proporciona al radio distal un gran número de vasos arteriales. Debido a su proximidad directa con el radio distal y a su posición sobre o dentro de la capa superficial de la cápsula articular de la mu-



**Figuras 1a a 1c**

a) Vascularización distal del radio y del cúbito (vista dorsal).

b) Vasos nutricios principales de la cara palmar del antebrazo distal, con la arteria cubital (1), la arteria radial (2) y la arteria interósea anterior (3).

c) Representación de la segunda/tercera arteria intercompartmental suprarretinacular (AICSR, en el retináculo extensor entre el segundo y tercer compartimento extensor), así como de la arteria del cuarto y quinto compartimento extensor (ACE, en el suelo del cuarto y quinto compartimento extensor). L: hueso semilunar; S: escafoides.

4: Arteria interósea posterior; 5: rama palmar de la arteria interósea anterior; 6: rama dorsal de la arteria interósea anterior; 7: arco intercarpiano dorsal; 8: arco radiocarpiano dorsal; 9: 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR; 10: segunda rama compartimental de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR; 11: 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR; 12: segunda rama compartimental de la 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR; 13: 4.<sup>a</sup> ACE; 14: 5.<sup>a</sup> ACE; 15: cuarta rama compartimental de la 5.<sup>a</sup> ACE; 16: arco suprarretinacular dorsal; 17: arteria cubital dorsal oblicua; 18: arco metafisario palmar; 19: porción radial del arco radiocarpiano palmar; 20: porción cubital del arco radiocarpiano palmar.

ñeca, las posibilidades de aplicación son limitadas. Otras razones son el reducido rango de rotación, el pequeño calibre vascular y la difícil exposición quirúrgica.

Un arco suprarretinacular dorsal proporciona anastomosis entre las arterias que discurren en paralelo a la diáfisis del radio y del cúbito. No se trata de una única arteria, sino de una red de anastomosis unidas con las arterias dorsales. Debido a su pequeño diámetro, resulta de escasa utilidad para garantizar un flujo sanguíneo retrógrado en los injertos del radio<sup>17</sup>.

El recorrido superficial de la primera/segunda arteria intercompartimental suprarretinacular (1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR) –que parte de la arteria radial a aproximadamente 5 cm en dirección proximal respecto a la articulación radiocarpiana– permite una preparación relativamente sencilla del injerto óseo vascularizado pediculado para el escafoides. Aún así, el arco de rotación es pequeño y las ramas que irrigan el hueso son poco numerosas y poseen un calibre pequeño<sup>18</sup>. Debido a que las posibilidades de rotación son limitadas, solo es posible la reconstrucción del escafoides.

El recorrido superficial de la segunda/tercera arteria intercompartimental suprarretinacular (2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR) –que parte de la rama dorsal de la arteria interósea anterior– ofrece igualmente una preparación sencilla. En la 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR puede obtenerse un injerto del tubérculo dorsal del radio distal en combinación con las anastomosis distales que conectan el arco intercarpiano dorsal. Debido a la posición dorsal axial central, el rango de rotación abarca los tres huesos de la hilera proximal del carpo. Los vasos que irrigan este injerto presentan un diámetro mayor y abastecen mejor el hueso esponjoso, especialmente cuando se incluye una rama proximal del suelo del segundo compartimento extensor. Este injerto pediculado es es-

pecialmente adecuado para el tratamiento de la necrosis del hueso semilunar.

El arco de rotación de la arteria del cuarto compartimento extensor (4.<sup>a</sup> ACE) es constante y suficiente para alcanzar los huesos proximales del carpo. Los vasos arteriales que abastecen el injerto correspondiente son numerosos y grandes. Algunas ramas nutricias penetran en el radio muy cerca de la articulación radiocarpiana, de manera que su inclusión en el injerto no siempre es satisfactoria. Pese a ello, generalmente se encuentran en el suelo del cuarto compartimento extensor una o varias ramas vasculares que irrigan el radio a una distancia suficiente de la articulación radiocubital, lo cual permite obtener un injerto suficientemente vascularizado por la 4.<sup>a</sup> ACE y el arco intercarpiano dorsal.

La arteria del quinto compartimento extensor (5.<sup>a</sup> ACE) es el mayor de todos los vasos dorsales<sup>18</sup> (diámetro medio 0,49 mm); discurre en el suelo radial del quinto compartimento extensor y, en un tercio de los casos, atraviesa el cuarto/quinto septo<sup>18</sup>. Lo más práctico es utilizar este vaso como conducto con un flujo retrógrado desde el suelo vascular intercarpiano. Su gran diámetro, el largo pedículo vascular y las numerosas anastomosis permiten la disección de un pedículo vascular que puede alcanzar prácticamente todas las zonas de la mano. Cuando ocurren lesiones de la muñeca, no es frecuente que en esta zona cubital se produzcan lesiones capsulares y fracturas abiertas de los huesos carpianos.

Junto con el pedículo distal de la 5.<sup>a</sup> ACE en la arteria interósea anterior pueden levantarse los orígenes de la 4.<sup>a</sup> ACE y la 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR. De este modo, se obtiene un injerto muy largo con un flujo retrógrado procedente de la 5.<sup>a</sup> ACE y una transición a un flujo ortógrado hacia los demás vasos. El injerto puede levantarse por uno o ambos vasos.

### Principios quirúrgicos y objetivos

Reconstrucción de la forma y longitud del escafoides por interposición de un injerto óseo vascularizado con pedículo de flujo retrógrado obtenido del dorso del radio distal del escafoides. Fijación del injerto óseo con un tornillo para el escafoides. El objetivo es la consolidación ósea del escafoides. El procedimiento es espe-

cialmente adecuado para las pseudoartrosis proximales y tras el fracaso de una intervención previa con espongioplastia sencilla. La perfusión sanguínea de la región dorsal del radio distal se produce a través de varios vasos que discurren de forma constante en vertical. Es fiable desde el punto de vista anatómico y ha sido descrita previamente en detalle<sup>18</sup>.

### **Ventajas**

- Posibilidad de revascularizar las porciones óseas menos profundas mediante un injerto de tejido óseo bien vascularizado por un pedículo de flujo retrógrado formado por una anastomosis arteriovenosa.
- No se requieren conocimientos de microcirugía.
- La arquitectura vascular es muy constante y se ha estudiado en profundidad.
- A diferencia de otros procedimientos como la reconstrucción del escafoides con un injerto óseo microvascular libre del cóndilo femoral medial, en este procedimiento solo se necesita un abordaje, de modo que la morbilidad de la zona donante es menor.

### **Desventajas**

- Extracción ósea en el radio con riesgo de fractura del radio en la zona donante.
- Lesión del ramo superficial del nervio radial.

### **Indicaciones**

- Pseudoartrosis de escafoides, en particular pseudoartrosis proximales con un fragmento avascular esclerotizado pequeño, o tras fracaso previo con espongioplastias convencionales.
- Enfermedad de Preiser.
- El injerto óseo vascularizado con pedículo de flujo retrógrado del dorso del radio distal también puede usarse para la revascularización de osteonecrosis de otros huesos del carpo (por ejemplo, necrosis del hueso semilunar); sin embargo, estos casos no se tratan en este trabajo.

### **Contraindicaciones**

- Muñeca SNAC (colapso avanzado en pseudoartrosis de escafoides) de grado II y III.
- Necrosis avasculares con deterioro del fragmento proximal del escafoides.
- Relativas: disociación escafolunar.

### **Información para el paciente**

- Descripción de procedimientos quirúrgicos alternativos con sus ventajas e inconvenientes.
- Riesgo de una pseudoartrosis persistente a mayor edad del paciente, en caso de tabaquismo, en presencia de una necrosis ósea avascular del fragmento proximal y en caso de diagnóstico radiológico de una deformidad en giba del escafoides<sup>6</sup>; necesidad de reintervenciones que incluyen una artrodesis parcial de la muñeca.
- Será necesario inmovilizar la muñeca con escayola durante varias semanas.
- Lesión del ramo superficial del nervio radial.

### **Preparación de la intervención**

- Radiografías convencionales de la muñeca en dos planos y radiografía según el método de Stecher (posteroanterior en inclinación cubital de la muñeca).
- Tomografía computarizada (secciones sagitales de 1 mm paralelas al eje longitudinal del escafoides).
- Resonancia magnética con gadolinio como medio de contraste para valorar la circulación sanguínea.

### **Instrumental e implantes**

- Instrumental para cirugía de la mano.
- Gafas de aumento.
- Taladro manual.
- Agujas de Kirschner de diferentes grosores.
- Sistema de tornillos canulados para el escafoides.
- Equipo radiológico.

### **Anestesia y posición del paciente**

- Bloqueo axilar del plexo braquial (alternat. anestesia general).
- El paciente se colocará en decúbito supino, con el brazo apoyado en la mesa de mano.
- Exsanguinación o manguito de isquemia a 300 mmHg en el brazo.

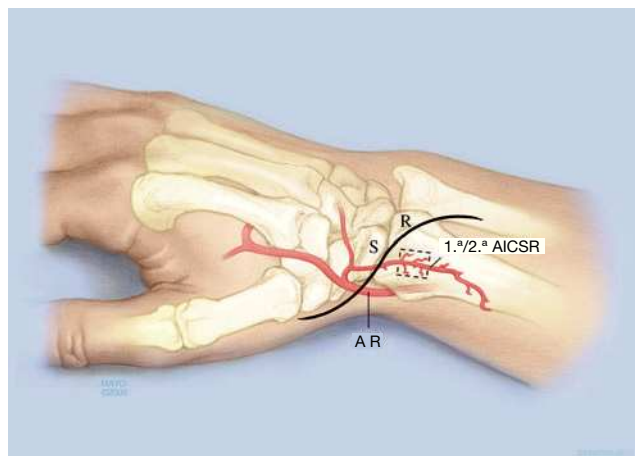
## Técnica quirúrgica

Figuras 2 a 19

### Injerto de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR<sup>20,25</sup> (figs. 2 a 13, con permiso de la Fundación Mayo)

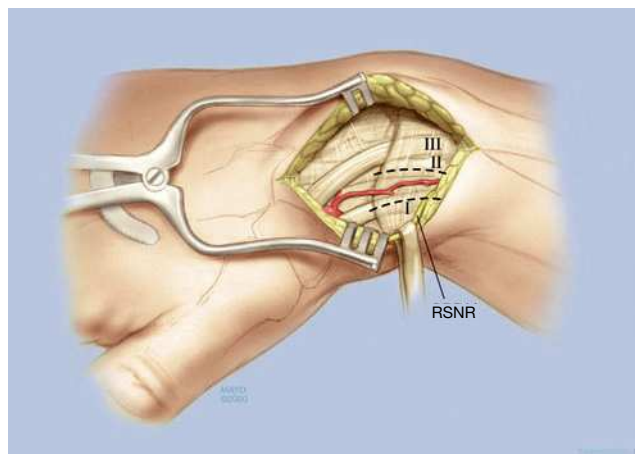
#### Figura 2

Abordaje radio-dorsal en S para la exposición del escafoides (S) y de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR (R: radio; AR: arteria radial).

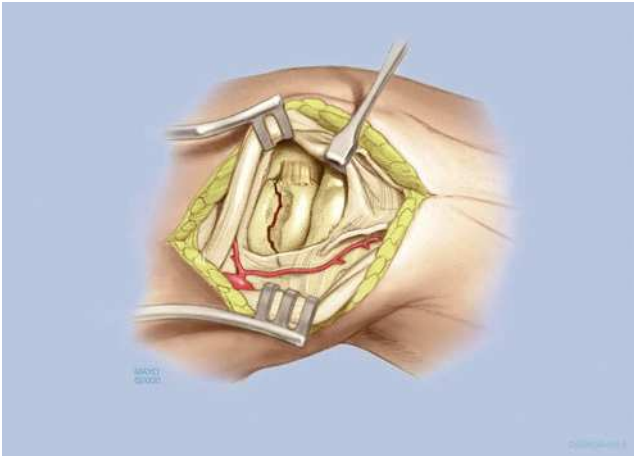


#### Figura 3

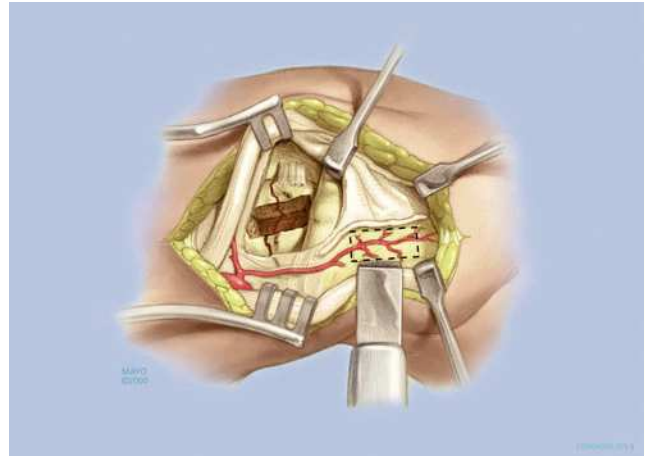
Identificación de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR en la superficie del retináculo extensor (RSNR: ramo superficial del nervio radial). Se abren el primer y segundo compartimento extensor.



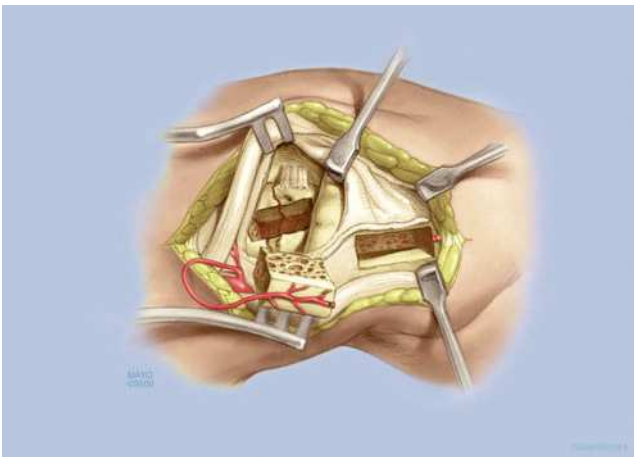




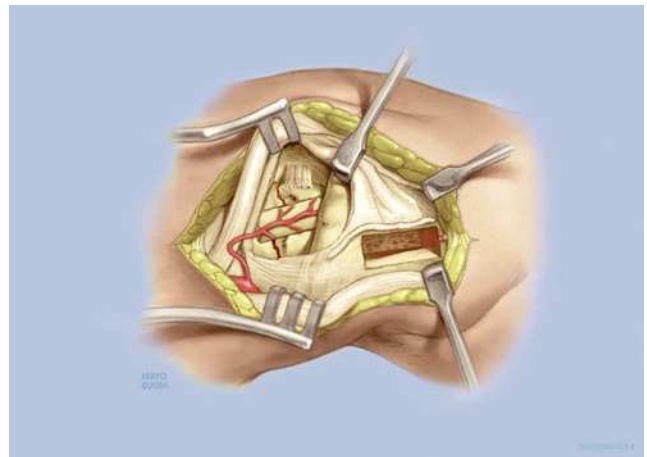
**Figura 4**  
Una vez abierta la cápsula articular de la muñeca con un colgajo capsular con pedículo radial, se expone la pseudoartrosis de escafoides protegiendo la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR.



**Figura 5**  
Se talla un injerto óseo dorsal (1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR) con un escoplo fino para encastrarlo en el escafoide preparado con la forma correspondiente. El punto central del injerto óseo debe situarse aproximadamente a 1,5 cm en dirección proximal respecto a la articulación radiocarpiana para poder incluir las ramas que nutren el hueso.

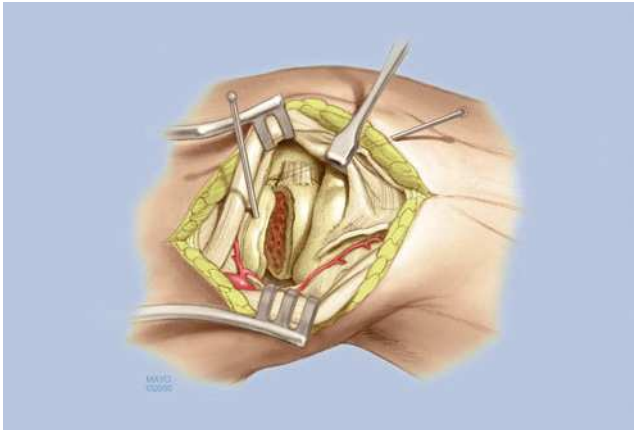


**Figura 6**  
El injerto se levanta y se traslada al escafoide por debajo de los tendones extensores radiales de la muñeca.

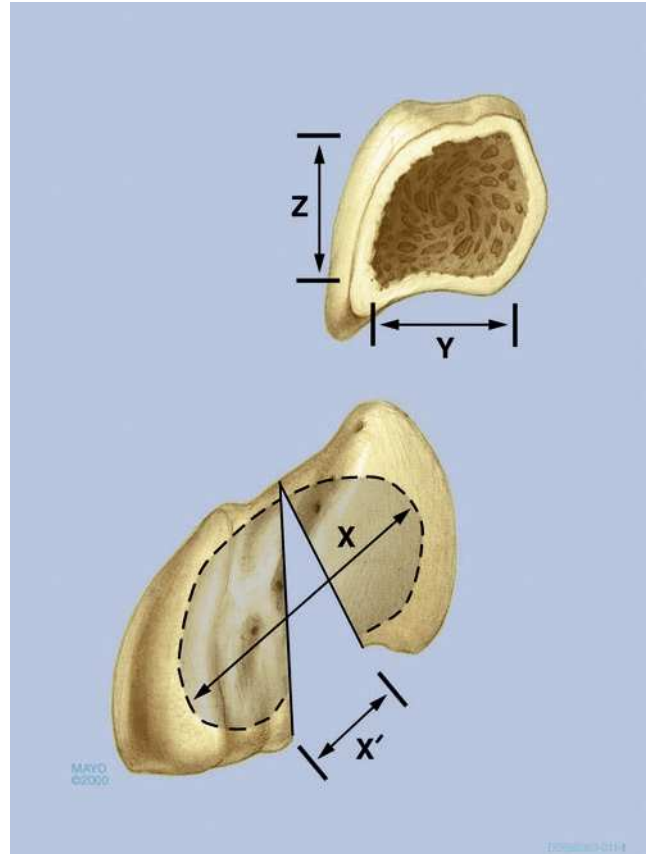


**Figura 7**  
Injerto óseo dorsal encastrado. La calidad del sangrado del injerto puede comprobarse retirando el manguito de isquemia. Al encastrar el injerto en el escafoide, las arterias y el hueso del injerto están situados en la cara dorsal. La estabilización del injerto óseo vascularizado encastrado puede realizarse con agujas de Kirschner o con un tornillo adecuado para el escafoide, a ser posible con un tornillo canulado.

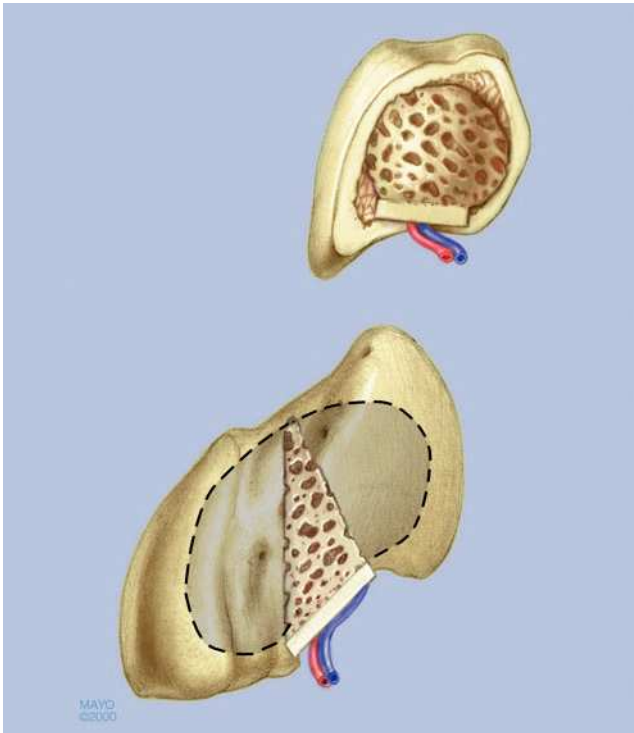
**Particularidad: pseudoartrosis de escafoides con deformidad en giba**



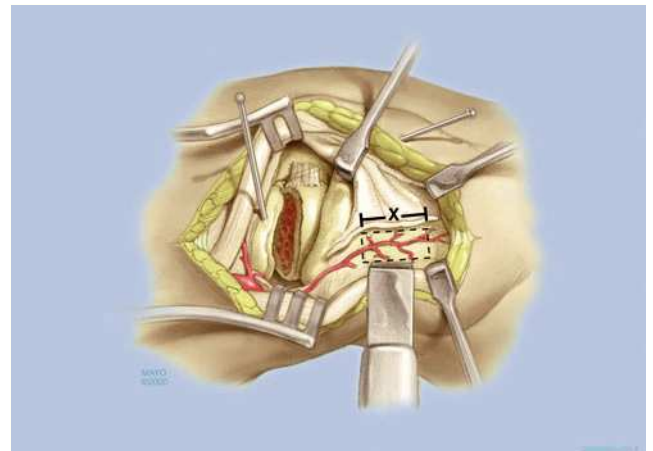
**Figura 8**  
Presentación de una pseudoartrosis de escafoides con deformidad en giba. Es necesario realizar la reconstrucción mediante un injerto en forma de cuña. Se ha reducido la deformidad del hueso semilunar, y este se ha fijado en el radio mediante una aguja de Kirschner.



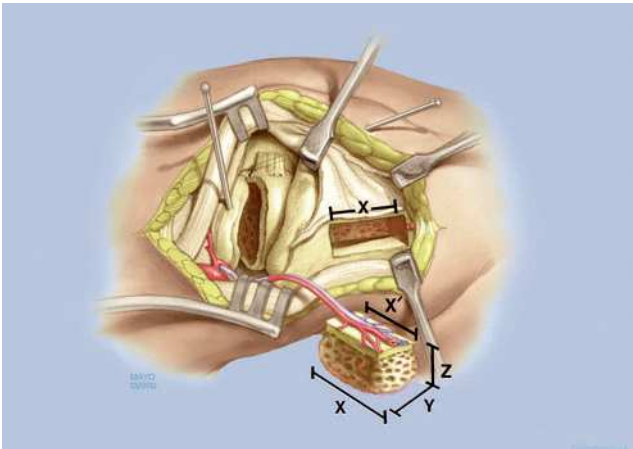
**Figura 9**  
Medición del tamaño del injerto. X: longitud; Y: anchura; Z: altura.



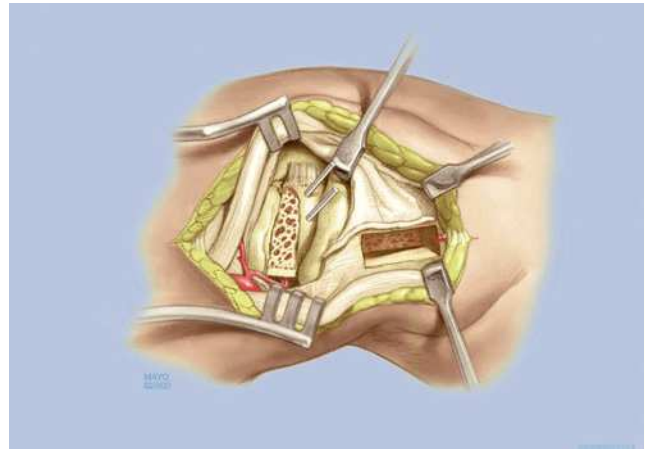
**Figura 10**  
El injerto se adapta posteriormente desde la cara dorsal, con el hueso cortical y los vasos (la arteria se representa con una vena acompañante) situados en la cara palmar.



**Figura 11**  
Se talla un injerto de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR ligeramente mayor que el tamaño del defecto y conforme a las dimensiones del escafoides. X: longitud.



**Figura 12**  
Se levanta el injerto vascularizado de flujo retrógrado con pedículo distal y se talla a medida.



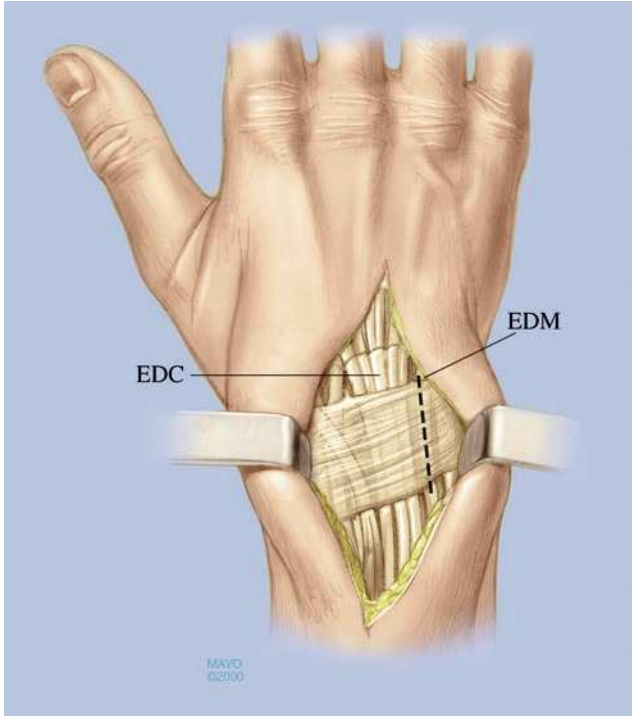
**Figura 13**  
Injerto en forma de cuña encastrado y con estabilidad asegurada mediante dos agujas de Kirschner. El haz vascular que discurre en la cara palmar es visible en dirección radial.

### **Injerto de la 2.<sup>a</sup>/3.<sup>a</sup> AICSR**

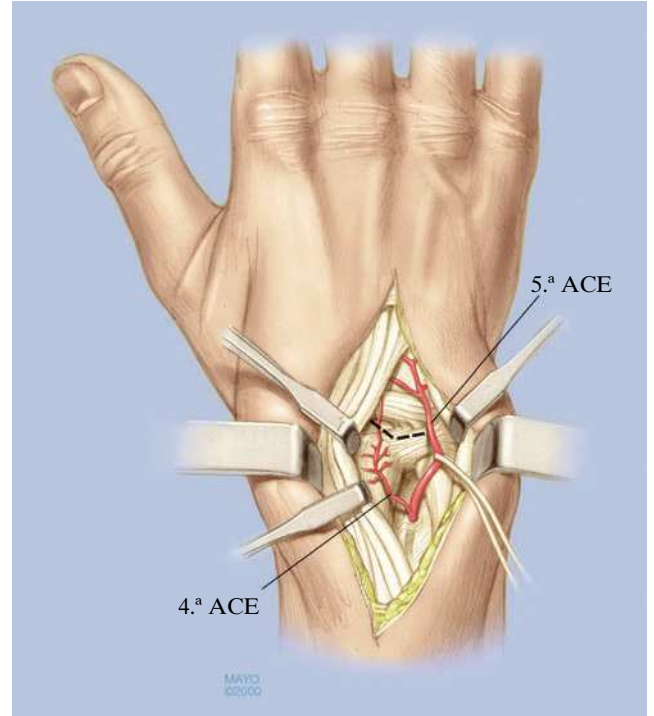
La obtención del injerto vascularizado se lleva a cabo del mismo modo que se prepara el injerto de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR. El injerto debería obtenerse a unos 13 mm en dirección proximal respecto a la articulación radiocarpiana para incluir de forma óptima los vasos nutricios.



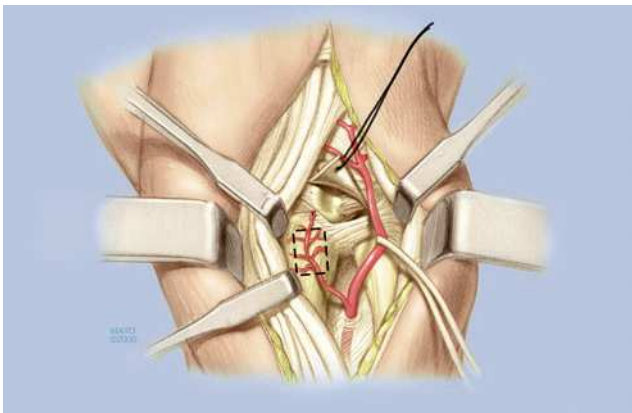
**Injerto de la 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> AICSR (figs. 14 a 19, con permiso de la Fundación Mayo)**



**Figura 14**  
Abordaje para levantar un injerto de la 4.<sup>a</sup>/5.<sup>a</sup> ACE en el caso de una necrosis del hueso semilunar (la reconstrucción del escafoides puede efectuarse análogamente). Para ello, es necesario abrir el quinto compartimento extensor (EDC: extensor común de los dedos; EDM: extensor propio del meñique).



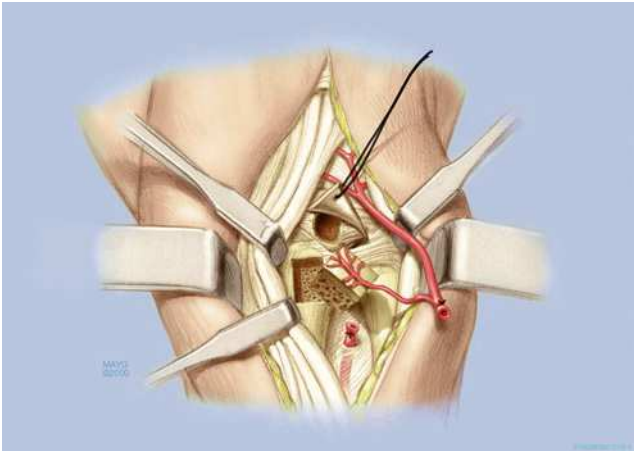
**Figura 15**  
La 5.<sup>a</sup> ACE, situada en dirección radial en el quinto compartimento extensor, se sigue en dirección proximal hasta su origen en la bifurcación dorsal de la arteria interósea anterior. Una vez identificada, se sigue la rama de la 4.<sup>a</sup> ACE en dirección distal.



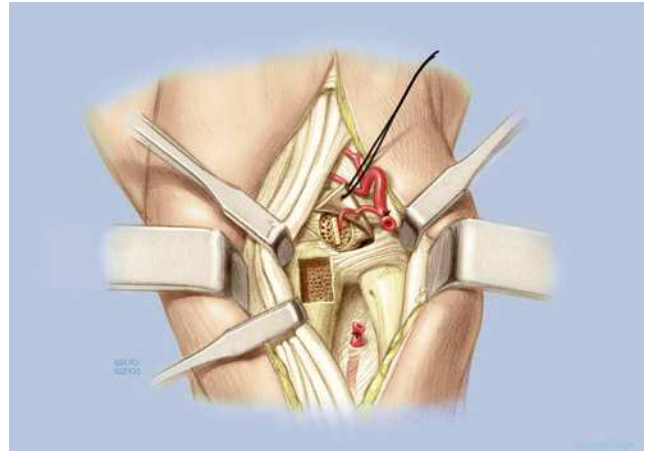
**Figura 16**  
Para la exposición del hueso semilunar (o del escafoides) se talla un colgajo de cápsula articular conservando el complejo ligamentoso capsular dorsal. La zona donante del injerto se marca a unos 11 mm en dirección proximal respecto a la articulación radiocarpiana.



**Figura 17**  
El hueso necrosado se elimina, en este caso, con taladro y fresadora debido a necrosis del hueso semilunar. Se intentará ampliar el hueso semilunar colapsado a sus dimensiones normales.



**Figura 18**  
La arteria interósea anterior se liga en el lado proximal, y se levanta el injerto de la 4.ª/5.ª ACE con flujo sanguíneo retrógrado. A continuación, se retira el manguito de isquemia para comprobar el sangrado del injerto.



**Figura 19**  
Tras adaptar las medidas y rellenar adicionalmente con un injerto de esponjosa del radio con pedículo vascular vertical, se encastra el injerto de la 4.ª/5.ª ACE en el hueso semilunar. El hueso cortical del injerto se orienta en dirección proximal-distal y sirve de espaciador para evitar otro colapso del hueso semilunar durante la fase de revascularización.

### Tratamiento postoperatorio

- Inmovilización durante seis semanas con vendaje de escayola antebraquial incluyendo la falange proximal del primer dedo.
- Examen radiológico con radiografías convencionales de la muñeca en dos planos (posteroanterior y estrictamente lateral) y radiografía según el método de Stecher (posteroanterior en inclinación cubital de la muñeca) tras retirar el drenaje de Redon.
- Tomografía computarizada (secciones sagitales de 1 mm paralelas al eje longitudinal del escafoides) después de doce semanas.
- Dado el caso, resonancia magnética con contraste de gadolinio para valorar el flujo sanguíneo.

### Errores, riesgos y complicaciones

- Extrusión del injerto.
- Infección: tratamiento mediante cirugía séptica.
- Dislocación de agujas o tornillos<sup>6</sup>: será necesario realizar una cirugía de revisión.
- Ausencia de consolidación ósea: puede que se requiera una reintervención quirúrgica.

### Resultados

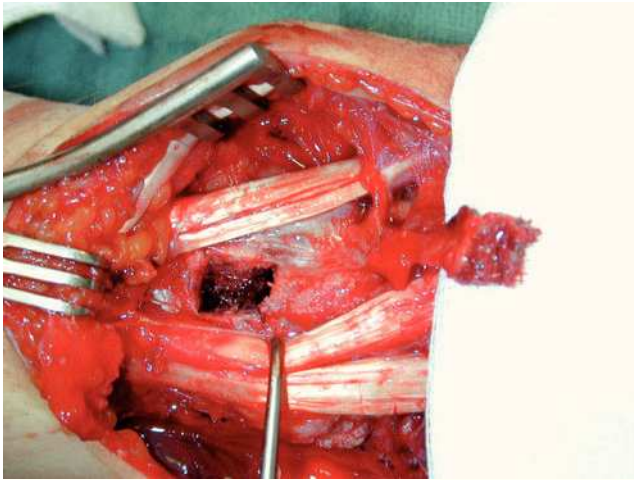
Entre enero de 1994 y julio de 2003 se efectuaron en el centro del autor principal, Allen T. Bishop, 50 reconstrucciones del escafoides en 49 pacientes con pseudoartrosis

de escafoides mediante injertos vascularizados por la 1.ª/2.ª AICSR del radio distal (fig. 20). Cuarenta y siete pacientes se mostraron dispuestos a someterse a exámenes de seguimiento.

Se evaluaron el método quirúrgico, los resultados radiológicos y factores demográficos específicos del paciente, tales como tabaquismo, localización de la fractura, vascularización del fragmento proximal, procedimiento de osteosíntesis, resultados de la intervención, tiempo transcurrido hasta la consolidación ósea, complicaciones y reintervenciones. Nueve mujeres y treinta y ocho hombres con 48 pseudoartrosis de escafoides y una edad media de 24 años (4-66 años) se sometieron al seguimiento durante un periodo medio de 7,8 meses (2-49 meses). Los pacientes se evaluaron a intervalos de 3-6 semanas.

En 40 pacientes se conocía la antigüedad de la pseudoartrosis de escafoides, la cual se situaba de media en 23 meses (1-156 meses). Se realizaron 22 intervenciones en la mano derecha y 26 en la mano izquierda. En 25 casos la pseudoartrosis se encontraba en el tercio proximal, y en 23 en el tercio medio. Trece de los cuarenta y siete pacientes eran fumadores.

La valoración y el control de la circulación sanguínea del polo proximal del escafoides tuvieron lugar durante la intervención, y se analizó el color, la consistencia y la presencia o ausencia de hemorragias puntuales. Veintiséis fracturas se estabilizaron con un tornillo canulado, quince



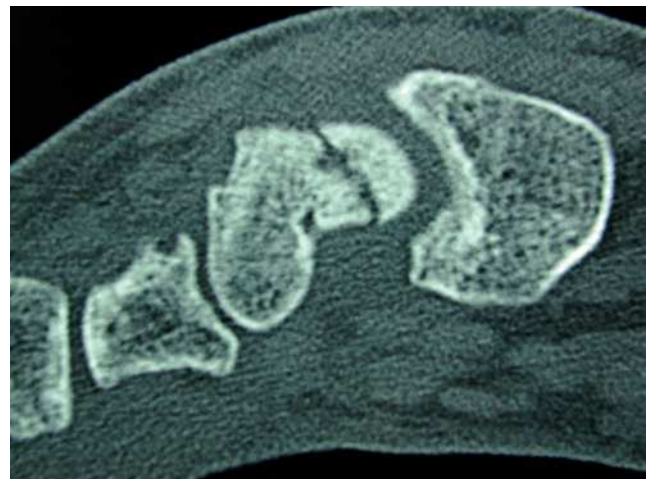
**Figura 20**  
Obtención de un injerto del radio vascularizado por la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR.

con agujas de Kirschner y cuatro con una combinación de ambos. En tres casos se realizó el injerto óseo sin osteosíntesis. Antes de la intervención se realizaron radiografías convencionales (fig. 21) de todos los pacientes y, en casos aislados, también tomografías computarizadas (fig. 22). La consolidación ósea tras la reconstrucción del escafoides se evaluó con la ayuda de radiografías convencionales y tomografía computarizada (figs. 23a y 23b). En siete pacientes se efectuó una resonancia magnética para valorar la circulación sanguínea del polo proximal del escafoides. Tanto en las radiografías convencionales como en la tomografía computarizada se utilizaron los puentes trabeculares como parámetros para evaluar la consolidación ósea de la fractura<sup>6</sup>.

Treinta y cuatro de las cuarenta y ocho fracturas del escafoides tratadas con el injerto óseo vascularizado por la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR consolidaron en un tiempo medio de 15,6 semanas (8-40 semanas) tras la intervención<sup>6</sup>. La edad media de estos 34 pacientes era de 21,3 años (14-46 años), mientras que la edad media del grupo de las pseudoartrosis de escafoides no consolidadas era de 30,5 años (17-66). Esta diferencia resultó estadísticamente significativa, al igual que la comparación siguiente entre sexos: en 3 de las 9 mujeres y en 31 de los 38 hombres hubo curación de la pseudoartrosis de escafoides. La consolidación ósea se produjo en 28 de 34 pacientes no fumadores al cabo de 15 semanas (8-30 semanas), y en 6 de 13 pacientes fumadores al cabo de 21 semanas (11-40 semanas). La localización de la pseudoartrosis y la realización de intervenciones previas no influyeron de forma decisiva en el proceso de curación. En las necrosis avasculares del polo proximal del escafoides,

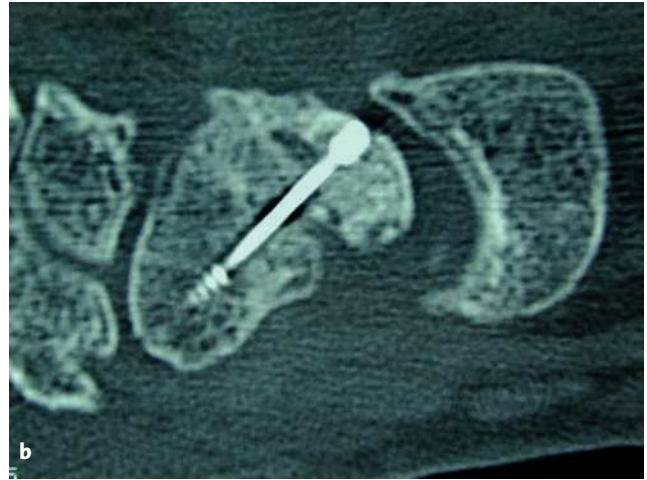


**Figura 21**  
Imagen de rayos X de resolución nativa: pseudoartrosis de escafoides con pequeño fragmento proximal esclerótico.



**Figura 22**  
Tomografía computarizada: pseudoartrosis en el tercio proximal del escafoides.





**Figuras 23a y 23b**

Imagen de rayos X de resolución nativa (a) y tomografía computarizada (b) cuatro años después de la reconstrucción del escafoides mediante un injerto óseo vascularizado pediculado del radio, con consolidación ósea completa y tornillo Mini-Herbert introducido.

así como en la denominada *deformidad del escafoides en giba*, se observó un pronóstico peor con significancia estadística. Tras la osteosíntesis con tornillos, 23 de 26 fracturas consolidaron al cabo de 15 semanas (8-40 semanas), y tras la osteosíntesis con agujas de Kirschner consolidaron 8 de 15 fracturas al cabo de 14 semanas (8-22 semanas). Por lo tanto, preferimos la osteosíntesis con tornillos en el tratamiento de las pseudoartrosis del escafoides.

En ocho pacientes surgieron las siguientes complicaciones: extrusión del injerto (n = 4), infección superficial (n = 2), fracaso de la osteosíntesis (n = 1) e infección profunda (n = 1). Se curaron dos de las extrusiones del injerto. Ambas infecciones superficiales pudieron tratarse con éxito con antibioterapia oral, produciéndose la consolidación ósea del escafoides solo en un caso. Ni en la dislocación de los tornillos ni en la infección profunda se logró la consolidación del escafoides. Seis pacientes fueron sometidos a un total de siete reintervenciones, consistentes en: denervación parcial de la muñeca (n = 2), carpectomía proximal (n = 1), resección del escafoides y artrodesis mediocarpiana parcial (n = 1), retirada del material (n = 1), artrodesis completa de la muñeca (n = 1) y desbridamiento<sup>6</sup> (n = 1).

La posibilidad y necesidad de tratar las pseudoartrosis del escafoides con injertos óseos vascularizados han sido descritas previamente por otros autores en la práctica clínica<sup>2-5,7,9-11,15,19,21,25</sup>. Todos los autores refieren unas tasas de curación clínica excelentes. Zaidemberg et al<sup>25</sup> constataron en sus once pacientes intervenidos una consolidación ósea completa. En otras series de 5-22 pacientes la tasa de curación del escafoides también ascendió al 100%<sup>16,22,24</sup>.

Straw et al<sup>23</sup>, sin embargo, informan de tan solo dos reconstrucciones exitosas mediante injerto de la 1.<sup>a</sup>/2.<sup>a</sup> AICSR de un total de 16 pseudoartrosis de escafoides con polo avascular. Boyer et al<sup>3</sup> describen igualmente una tasa de curación baja, de tan solo el 60%, en diez pacientes. Según un metanálisis<sup>13</sup>, la tasa de curación de las pseudoartrosis de escafoides con polo proximal avascular es del 88% con injertos óseos vascularizados frente al 47% con osteosíntesis con tornillos y relleno convencional con hueso de esponjosa.

Mathoulin y Haerle<sup>11</sup> describieron la posibilidad de obtener injertos vascularizados con pedículo anterogrado del arco carpiano palmar y obtuvieron una tasa de curación del 100% en 17 pacientes sometidos a un periodo de seguimiento medio de 16 meses.

Ambas técnicas quirúrgicas, tanto la de la cara palmar como la de la cara dorsal, presentan dificultades técnicas y deberían seleccionarse cuidadosamente en función de la experiencia del cirujano y de la localización de la pseudoartrosis.

En función de nuestra propia experiencia, pensamos que los injertos óseos vascularizados con pedículo retrógrado del dorso del radio distal constituyen una excelente opción para la reconstrucción de fracturas del escafoides no consolidadas. El uso de estos injertos garantiza una curación eficaz precisamente en las pseudoartrosis de escafoides con fragmento proximal avascular pequeño. En los últimos años, a medida que ha ido aumentando nuestra experiencia y se ha ido perfeccionando la técnica quirúrgica, ha crecido notablemente nuestra confianza en el uso de injertos óseos vascularizados del radio distal<sup>6,17</sup>.

El objetivo primario, sin embargo, debería ser la prevención de las pseudoartrosis de escafoides. Esto es posible mediante un reconocimiento temprano de la fractura con la ayuda de radiografías convencionales y tomografías computarizadas. Las operaciones tempranas mediante osteosíntesis mínimamente invasiva con tornillos a través de un abordaje palmar y tratamiento funcional precoz sin inmovilización pueden reducir notablemente las tasas de pseudoartrosis en las fracturas del tercio medio del escafoides<sup>14</sup>.

Las pseudoartrosis del tercio proximal del escafoides también pueden tratarse con éxito utilizando injertos óseos convencionales no vascularizados y osteosíntesis con tornillos a través de un abordaje dorsal. Para ello, es necesario realizar una resección suficiente de la pseudoartrosis, una reducción perfecta y una osteosíntesis estable, y es imprescindible que antes de la intervención exista una perfusión residual del fragmento proximal<sup>8,12</sup>. El procedimiento quirúrgico –más complejo– del injerto óseo vascularizado del radio distal se prefiere cuando las reconstrucciones del escafoides con injertos óseos no vascularizados han fracasado previamente o cuando intraoperatoriamente existe una necrosis avascular del polo proximal con ausencia de puntos de sangrado<sup>12,17</sup>.

## Bibliografía

- Berger RA, Bishop AT, Bettinger PC. New dorsal capsulotomy for the surgical exposure of the wrist. *Ann Plast Surg* 1995;35:54–9.
- Bishop AT. Vascularized pedicle grafts from the dorsal distal radius: design and application for carpal pathology. In: Saffar P, Amadio PC, Foucher G, eds. *Current practice in hand surgery*. London: Dunitz, 1997:307–13.
- Boyer MI, von Schroeder HP, Axelrod TS. Scaphoid nonunion with avascular necrosis of the proximal pole. Treatment with a vascularized bone graft from the dorsum of the distal radius. *J Hand Surg [Br]* 1998;23:686–90.
- Braun RM. Proximal pedicle bone grafting in the forearm and proximal row. *Orthop Trans* 1983;7:35.
- Brunelli F, Mathoulin C, Saffar P. Description d'un greffon osseux vascularisé prélevé au niveau de la tête du deuxième métacarpien. *Ann Chir Main* 1992;11:40–5.
- Chang MA, Bishop AT, Moran SL. The outcomes and complications of 1,2-intercompartmental supraretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg [Am]* 2006;31:387–96.
- Kawai H, Yamamoto K. Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1988;70:829–31.
- Krimmer H, Kremling E, van Schoonhoven J. Proximal scaphoid pseudarthrosis – reconstruction by dorsal bone screw and spongiosa transplantation. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1999;31:174–7.
- Kuhlmann JN, Mimoun M, Boabighi A. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for non-union of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 1987;12:203–10.
- Malizos KN, Dailiana ZH, Kirou M. Longstanding nonunions of scaphoid fractures with bone loss: successful reconstruction with vascularized bone grafts. *J Hand Surg [Br]* 2001;26:330–4.
- Mathoulin C, Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid non-union. *J Hand Surg [Br]* 1998;23:318–23.
- Megerle K, Keutgen X, Müller M, et al. Treatment of scaphoid non-unions of the proximal third with conventional bone grafting and mini-Herbert screws: an analysis of clinical and radiological results. *J Hand Surg Eur* 2008;33:179–85.
- Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg [Am]* 2002;27:685–91.
- Müller M, Germann G, Sauerbier M. Minimal invasive screw fixation and early mobilization of acute scaphoid fractures in the middle third: operative technique and early functional outcome. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2008;12:107–13.
- Pechlaner S, Hussl H, Künzel KH. Alternative Operationsmethode bei Kahnbeinpseudarthrosen. Prospektive Studie. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1987;19:302–5.
- Ryu JY, Cooney WP 3rd, Askew LJ. Functional ranges of motion of the wrist joint. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:409–19.
- Sauerbier M, Bishop AT. Anwendungsmöglichkeiten gestielter vaskularisierter Knochentransplantate vom distalen Radius. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001;33:387–400.
- 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.
- Shin AY, Bishop AT. Treatment of Kienböck's disease with dorsal distal radius pedicled vascularized bone grafts. *Atlas of the hand. Hand Clin* 1999;4:91–118.
- Shin AY, Bishop AT. Pedicled vascularized bone grafts for disorders of the carpus: scaphoid nonunion and Kienböck's disease. *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10:210–6.
- Shin AY, Bishop AT, Berger RA. Vascularized pedicled bone grafts for disorders of the carpus. *Tech Hand Up Extrem Surg* 1998;2:94–109.
- Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 2002;27:391–401.
- Straw RG, Davis TR, Dias JJ. Scaphoid nonunion: treatment with a pedicled vascularized bone graft based on the 1,2-intercompartmental supraretinacular branch of the radial artery. *J Hand Surg [Br]* 2002;27:413–6.
- Tsai TT, Chao EK, Tu YK. Management of scaphoid nonunion with avascular necrosis using 1,2-intercompartmental supraretinacular arterial bone grafts. *Chang Gung Med J* 2002;25:321–8.
- Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:474–8.

## Correspondencia

Prof. Dr. Michael Sauerbier  
 Médico Jefe de la Clínica de Cirugía Plástica,  
 Reparadora y de la Mano  
 Kliniken des Main-Taunus-Kreises GmbH  
 Hospital Universitario de la Universidad Johann Wolfgang  
 Goethe de Fráncfort del Meno  
 Kronberger Strasse 36  
 65812 Bad Soden am Taunus (Alemania)  
 Tel.: (+49/6196) 65-77731; fax: -77732  
 Correo electrónico: msauerbier@kliniken-mtk.de