

NÚMERO 1 • 2011

MONOGRAFÍAS

AAOS – SECOT

# Pseudoartrosis de escafoides

Coordinadores:

*J. B. Jupiter y C. Lamas Gómez*

*American Academy of Orthopaedic Surgeons*

*Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*



**AAOS**  
AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS



EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**

Esta monografía se ha editado con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

La *American Academy of Orthopaedic Surgeons* no participó en la traducción, del inglés al español, de ninguno de los capítulos de esta monografía y no es responsable de cualquier error, omisión y/o posibles fallos en la traducción.

Los editores han hecho todos los esfuerzos para localizar a los poseedores del copyright del material fuente utilizado. Si inadvertidamente hubieran omitido alguno, con gusto harán los arreglos necesarios en la primera oportunidad que se les presente para tal fin.

**Gracias por comprar el original. Este libro es producto del esfuerzo de profesionales como usted, o de sus profesores, si usted es estudiante. Tenga en cuenta que fotocopiarlo es una falta de respeto hacia ellos y un robo de sus derechos intelectuales.**

Las ciencias de la salud están en permanente cambio. A medida que las nuevas investigaciones y la experiencia clínica amplían nuestro conocimiento, se requieren modificaciones en las modalidades terapéuticas y en los tratamientos farmacológicos. Los autores de esta obra han verificado toda la información con fuentes confiables para asegurarse de que ésta sea completa y acorde con los estándares aceptados en el momento de la publicación. Sin embargo, en vista de la posibilidad de un error humano o de cambios en las ciencias de la salud, ni los autores, ni la editorial o cualquier otra persona implicada en la preparación o la publicación de este trabajo, garantizan que la totalidad de la información aquí contenida sea exacta o completa y no se responsabilizan por errores u omisiones o por los resultados obtenidos del uso de esta información. Se aconseja a los lectores confirmarla con otras fuentes. Por ejemplo, y en particular, se recomienda a los lectores revisar el prospecto de cada fármaco que planean administrar para cerciorarse de que la información contenida en este libro sea correcta y que no se hayan producido cambios en las dosis sugeridas o en las contraindicaciones para su administración. Esta recomendación cobra especial importancia con relación a fármacos nuevos o de uso infrecuente.



Visite nuestra página web:

<http://www.medicapanamericana.com>

#### ARGENTINA

Marcelo T. de Alvear 2.145 (C 1122 AAG) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (54-11) 4821-5520/2066 / Fax: (54-11) 4821-1214  
e-mail: [info@medicapanamericana.com](mailto:info@medicapanamericana.com)

#### COLOMBIA

Carrera 7a A N° 69-19 - Santa Fe de Bogotá DC - Colombia  
Tel.: (57-1) 235-4068 / Fax: (57-1) 345-0019  
e-mail: [infomp@medicapanamericana.com](mailto:infomp@medicapanamericana.com)

#### ESPAÑA

Quintanapalla, 8, 4.ª planta - 28050 Madrid, España  
Tel.: (34-91) 1317800 / Fax: (34-91) 1317805  
e-mail: [info@medicapanamericana.es](mailto:info@medicapanamericana.es)

#### MÉXICO

Hegel 141, 2.º piso  
Col. Chapultepec Morales - Deleg. Miguel Hidalgo - 11570 - México D.F. - México  
Tel.: (52-55) 5262-9470 / Fax: (52-55) 2624-2827  
e-mail: [infomp@medicapanamericana.com.mx](mailto:infomp@medicapanamericana.com.mx)

#### VENEZUELA

Edificio Polar, Torre Oeste, Piso 6, Of. 6-C  
Plaza Venezuela, Urbanización Los Caobos,  
Parroquia El Recreo, Municipio Libertador - Caracas Depto. Capital - Venezuela  
Tel.: (58-212) 793-2857/6906/5985/1666  
Fax: (58-212) 793-5885  
e-mail: [info@medicapanamericana.com.ve](mailto:info@medicapanamericana.com.ve)

ISBN: 978-84-9835-428-7



Todos los derechos reservados. Este libro o cualquiera de sus partes no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables, ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio, ya sean mecánicos, electrónicos, fotocopiantes, grabaciones o cualquier otro, sin el permiso previo de Editorial Médica Panamericana, S. A.

© 2011, EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S. A.

Quintanapalla, 8 - 28050 Madrid  
Depósito Legal: M - 25222 - 2011  
Impreso en España



Inspirados por el éxito de las Neurociencias durante la Década del Cerebro (1990-2000), un grupo de más de 50 Organizaciones clínicas y de pacientes se reunieron en Lund (Suecia) en abril de 1999 para proponer los próximos diez años como "La Década del Hueso y las Articulaciones".

El objetivo fue lanzar una campaña tendente a mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por enfermedades del aparato locomotor, mediante la identificación de las categorías de afecciones más frecuentes y la promoción de la investigación básica para un mejor diagnóstico y tratamiento.

Esta edición de Monografías AAOS-SECOT número 1-2011 «Pseudoartrosis de escafoides» ha sido producida con la autorización de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons* (AAOS). Los productos anunciados en esta edición no están necesariamente aprobados para su uso por la *United States Food and Drug Administration* (Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de América), ni han sido necesariamente reconocidos, conocidos, aprobados, utilizados o endosados por la AAOS.

# Monografías AAOS – SECOT

## Pseudoartrosis de escafoides

número 1 • 2011

Coordinadores:  
Jesse B. Jupiter  
Claudia Lamas Gómez

**AAOS**  
AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS



Sociedad Española de  
Cirugía Ortopédica  
y Traumatología

EDITORIAL MEDICA  
**panamericana**

BUENOS AIRES - BOGOTÁ - CARACAS - MADRID -  
MÉXICO - PORTO ALEGRE

[www.medicapanamericana.com](http://www.medicapanamericana.com)

# AAOS

AMERICAN ACADEMY OF  
ORTHOPAEDIC SURGEONS

## COMITÉ EDITORIAL DE LA AAOS (2011)

Miguel E. Cabanela, MD

Hank Chambers, MD

Henry D. Clarke, MD

Evan L Flatow, MD

Wilford Gibson, MD

Andrew Green, MD

Samer S. Hasan, MD, PhD

Andrew C. Hecht, MD

Daniel Scott Horwitz, MD

Charles Hubbard, MD

Ericka Andrusiak Lawler, MD

Orr Limpisvasti, MD

Sergio Mendoza-Lattes, MD

Michael Lloyd Parks, MD

Michael S. Pinzur, MD

Matthew T. Provencher, MD

Joaquín Sánchez-Sotelo, MD, PhD

Adam Paul Schiff, MD



## Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

### COMITÉ EDITORIAL DE LA SECOT (2010-2012)

#### Director

Francisco Forriol Campos, MD

#### Vocales

Andrés Carranza Bencano, MD

Francisco Gomar Sancho, MD

Daniel Hernández Vaquero, MD, PhD

Francisco Maculé Beneyto, MD

Fernando Marco Martínez, MD

Carlos E. Rodríguez Merchán, MD, PhD

Carlos Villas Tomé, MD

Coordinadores:

**Jesse B. Jupiter, MD**

*Hansjörg Wyss/AO Professor of Orthopaedic Surgery, Harvard Medical School. Director, Orthopaedic Hand and Upper Extremity Service, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts, EE.UU.*

**Claudia Lamas Gómez**

*Profesora Asociada, Universidad Autónoma de Barcelona. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España.*

Autores:

**Adam W. Anz, MD**

*Resident, Department of Orthopaedic Surgery, Wake Forest University, Baptist Medical Center, Winston-Salem, North Carolina, EE.UU.*

**Traci Barthel, MD**

*Fellow, Hand Surgery, Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Washington, Seattle, Washington, EE.UU.*

**Brandon D. Bushnell, MD**

*Fellow, Orthopaedic Sports Medicine, Steadman Hawkins Clinic, Denver, Colorado, EE.UU.*

**Donald K. Bynum, MD**

*Professor Hand Surgery, Department of Orthopaedic Surgery, University of North Carolina Hospitals, Chapel Hill, North Carolina, EE.UU.*

**George D. Chloros, MD**

*Research Fellow, Department of Orthopaedic Surgery, Wake Forest University, Baptist Medical Center, Winston-Salem, North Carolina, EE.UU.*

**Marc García-Elías Cos**

*Institut Kaplan, Barcelona, España.*

**Andrew P. Gutow, MD**

*Adjunct Clinical Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, Stanford University, Palo Alto, California, EE.UU.*

**Carlos Irisarri Castro**

*Cirugía de la Mano, Centro Médico El Castro, Vigo, Pontevedra, España.*

**Claudia Lamas Gómez**

*Profesora Asociada, Universidad Autónoma de Barcelona. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España.*

**Manuel Llusà Pérez**

*Profesor Titular, Departamento de Anatomía y Embriología Humana, Facultad de Medicina, Universidad de Barcelona. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Valle de Hebrón, Barcelona, España.*

**Sergio Pombo Expósito**

*Cirugía de la Mano-COT, Hospital Universitario Santiago de Compostela, A Coruña, España.*

**Ignacio Proubasta Renart**

*Profesor Asociado, Universidad Autónoma de Barcelona. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona, España.*

**Kearney Q. Robert III, MD**

*Fellow, Hand Surgery, Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Washington, Seattle, Washington, EE.UU.*

**Peter Salas, MD**

*Fellow, Hand Surgery, Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, University of Washington, Seattle, Washington, EE.UU.*

**Thomas E. Trumble, MD**

*Professor and Chief, Hand and Microvascular Surgery Service, University of Washington Medical Center, Seattle, Washington, EE.UU.*

**Ethan R. Wiesler, MD**

*Associate Professor, Department of Orthopaedic Surgery, Wake Forest University Baptist Medical Center, Winston-Salem, North Carolina, EE.UU.*

**Javier Yañez Calvo**

*Cirugía de la Mano-COT, Hospital Universitario Meixoeiro, Vigo, Pontevedra, España.*

# Prefacio

Las fracturas del escafoides son las más frecuentes de los huesos del carpo. La incidencia de pseudoartrosis de escafoides varía del 5 al 50%, pero aumenta al 65% cuando existe un tratamiento inicial inadecuado. La progresión y la gravedad de los cambios degenerativos asociados a una pseudoartrosis de escafoides son variables y dependen de varios factores. Por esta razón resultan de vital importancia tanto un diagnóstico correcto como un tratamiento precoz de estas lesiones. El manejo de la pseudoartrosis de escafoides incluye las técnicas convencionales de injerto óseo, con fijación interna con tornillo o agujas, o sin ellas, con lo que se consigue un porcentaje de consolidación del 90 al 95%. Cuando estas técnicas clásicas fracasan y no se logra la consolidación de la fractura, o bien se trata de un polo proximal avascular, están indicadas las técnicas de injertos óseos vascularizados. Estos procedimientos facilitan la curación y revascularización del polo proximal necrótico.

Esta monografía, dedicada a las pseudoartrosis de escafoides, comienza con el capítulo del Dr. Trumble, que nos expone las estrategias terapéuticas para abordarla y realiza una revisión exhaustiva de la anatomía y la fisiología del escafoides, así como del examen físico y de la evaluación radiológica. El autor explica las distintas opciones quirúrgicas en función de la localización de la fractura y de la viabilidad del fragmento y describe los procedimientos de rescate para la pseudoartrosis de escafoides con artrosis. La Dra. Lamas expone los distintos tipos de injertos óseos vascularizados utilizados en el tratamiento de las fracturas y la pseudoartrosis de escafoides con polo proximal no viable o necrótico. El Dr. Gutow detalla la técnica quirúrgica percutánea en el tratamiento de algunas fracturas de escafoides y describe las posibles complicaciones. La amplia experiencia del Dr. Irisarri le permite exponer la técnica quirúrgica y los resultados de la osteosíntesis con tornillo de las fracturas y la pseudoartrosis del polo proximal. El Dr. García-Elías analiza de forma clara y didáctica el tratamiento con artrodesis parciales de las muñecas que presentan artropatía degenerativa asociada a una pseudoartrosis de escafoides. Finalmente, el Dr. Anz expone las características y el tratamiento de las fracturas de escafoides en los niños.

A todos ellos quiero expresar mi agradecimiento por haber participado en esta monografía AAOS-SECOT que pretende ser un instrumento útil para los residentes y especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología.

**Dra. Claudia Lamas Gómez**

# Índice

■ 1 Estrategias terapéuticas para la pseudoartrosis del escafoides. <i>T. E. Trumble, P. Salas, T. Barthel y K. Q. Robert III</i> .....	<b>1</b>
– Resumen .....	1
– Anatomía y fisiopatología .....	1
– Etiología y prevención .....	2
– Evaluación .....	2
– Estrategias terapéuticas .....	3
– Técnicas quirúrgicas .....	4
– Procedimientos de rescate para las pseudoartrosis del escafoides con artrosis .....	6
– Conclusión .....	9
– Referencias .....	9
■ 2 Injertos vascularizados en el tratamiento de las fracturas de escafoides con necrosis del polo proximal. <i>C. Lamas, I. Proubasta y M. Llusà</i> .....	<b>11</b>
– Introducción .....	11
– Indicaciones de los injertos óseos vascularizados en el carpo .....	12
– Pseudoartrosis de escafoides y necrosis del polo proximal .....	12
– Fuentes de injertos óseos vascularizados para la pseudoartrosis de escafoides .....	12
– Técnica quirúrgica .....	14
– Referencias .....	15
■ 3 Fijación percutánea de las fracturas del escafoides. <i>A. P. Gutow</i> .....	<b>17</b>
– Resumen .....	17
– Clasificación de la estabilidad .....	17
– Fijación percutánea .....	19
– Tipos de implantes .....	20
– Posición del tornillo .....	21
– Indicaciones y contraindicaciones .....	21
– Anatomía quirúrgica .....	21
– Técnicas quirúrgicas .....	22
– Complicaciones de la fijación percutánea .....	24
– Conclusión .....	24
– Referencias .....	25
■ 4 Fracturas y pseudoartrosis del polo proximal del escafoides carpiano. <i>C. Irisarri, S. Pombo y J. Yáñez</i> .....	<b>27</b>
– Introducción .....	27
– Clasificación .....	27
– Material y método .....	32
– Resultados .....	32
– Discusión .....	33
– Referencias .....	33
■ 5 Artrodesis parciales en el tratamiento de las muñecas SNAC. <i>C. Lamas y M. García-Elías</i> .....	<b>35</b>
– Perspectiva histórica y fisiopatología .....	35
– Planificación preoperatoria .....	36
– Opciones de tratamiento quirúrgico .....	36
– Indicaciones y contraindicaciones de las artrodesis parciales en las muñecas SNAC .....	36
– Resultados de las artrodesis parciales .....	37
– Complicaciones .....	38
– Referencias .....	38

■ <b>6 Fracturas del escafoides en los niños.</b> <i>A. W. Anz, B. D. Bushnell, D. K. Bynum, G. D. Chloros y E. R. Wiesler</i> .....	<b>41</b>
– <b>Resumen</b> .....	41
– <b>Anatomía y desarrollo del escafoides</b> .....	41
– <b>Mecanismo de lesión e incidencia de la lesión</b> .....	42
– <b>Clasificación de las fracturas</b> .....	42
– <b>Anamnesis y examen físico</b> .....	44
– <b>Imágenes radiográficas</b> .....	44
– <b>Tratamiento</b> .....	45
– <b>Pseudoartrosis del escafoides</b> .....	46
– <b>Incidencia</b> .....	46
– <b>Historia natural</b> .....	47
– <b>Tratamiento no quirúrgico</b> .....	47
– <b>Tratamiento quirúrgico</b> .....	47
– <b>Complicaciones de la fractura del escafoides</b> .....	47
– <b>Conclusión</b> .....	48
– <b>Referencias</b> .....	48

# Estrategias terapéuticas para la pseudoartrosis del escafoides

T. E. Trumble, P. Salas, T. Barthel y K. Q. Robert III

## RESUMEN

Las pseudoartrosis del escafoides evolucionan hacia un patrón predecible de artrosis de muñeca. Para minimizar la incidencia de artrosis, el objetivo del tratamiento debe ser la consolidación de la fractura con alineamiento anatómico del escafoides. La tomografía computarizada y la resonancia magnética ayudan a evaluar el colapso carpiano, el colapso del escafoides, la pseudoartrosis del escafoides y la pérdida de hueso, y también a detectar una eventual osteonecrosis. La pseudoartrosis de la cintura del escafoides puede producir una «deformidad en joroba» (deformidad en flexión) del cuerpo del escafoides, la cual aumenta las probabilidades de evolucionar al colapso y la artrosis. La deformidad por colapso carpiano deber abordarse por vía anterior y tratarse con injerto óseo intercalar y fijación interna. El abordaje dorsal de una pseudoartrosis proximal del escafoides facilita la remoción del hueso necrótico del polo proximal y la colocación óptima de un tornillo o de agujas de fijación. Para tratar la pseudoartrosis del escafoides con osteonecrosis, se recomienda colocar injerto óseo vascularizado.

*J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 380-391

Las pseudoartrosis del escafoides rara vez son sintomáticas en sus etapas iniciales, y el índice de tratamientos exitosos disminuye en forma proporcional a su antigüedad.<sup>1-4</sup> Las pseudoartrosis del escafoides se presentan cuando las fracturas no se diagnostican ni se tratan inmediatamente o cuando no han consolidado con una inmovilización con escayola dentro de los 6 meses posteriores a la lesión. Las fracturas que no muestran signos radiográficos de consolidación después de 6 a 8 semanas de inmovilización con escayola y las fracturas que se diagnostican después de 6 semanas de producirse la lesión tienen menos probabilidades de consolidar. Después de un período aun mayor, las pseudoartrosis del escafoides sin tratamiento con frecuencia causan dolor de muñeca y evolucionan a una artrosis progresiva.<sup>5,6</sup>

Dado que en general es imposible determinar el tiempo de evolución de una pseudoartrosis o cuántos pacientes con pseudoartrosis asintomática hay en una población en particular, la historia natural de las pseudoartrosis del escafoides no ha sido claramente definida.<sup>1-3</sup> Por consiguiente, es imposible calcular el riesgo de evolucionar a la artrosis de muñeca que tiene una pseudoartrosis del escafoides. Sin embargo, cada vez son más los datos que indican que la mayoría de las pseudoartrosis sintomáticas finalmente evolucionan a una deformidad por colapso, tras lo cual aparece artrosis de muñeca.<sup>4,6-8</sup> A lo largo de los últimos 15 años

se han realizado avances de gran importancia en la capacidad de diagnosticar las pseudoartrosis del escafoides y evaluar la deformidad por colapso por medio de la tomografía computarizada (TC). La osteonecrosis del polo proximal del escafoides puede detectarse mediante la resonancia magnética (RM), la cual facilita la planificación de la cirugía.<sup>9</sup> La fijación de la fractura ha mejorado a partir de la aparición de tornillos especialmente diseñados que estabilizan un hueso recubierto por superficie articular en sus dos extremos con una frágil vascularización que perfora el hueso entre estos dos extremos cartilaginosos.

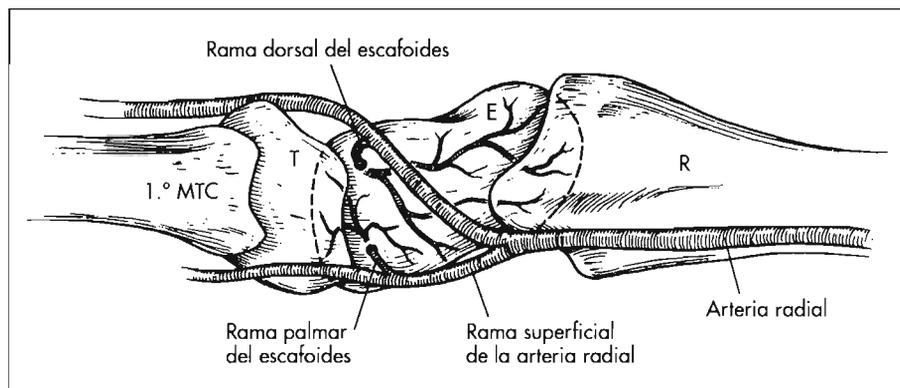
## ANATOMÍA Y FISIOPATOLOGÍA

Las superficies articulares de los polos proximal y distal del escafoides están rotadas entre sí.

El plano del escafoides está inclinado en dirección palmar y radial con respecto al eje central del antebrazo; esta oblicuidad dificulta el tratamiento quirúrgico. La mitad proximal del escafoides está casi totalmente cubierta por superficie articular con escasas arterias perforantes, si es que alguna. Por lo tanto, la vascularización del escafoides depende fundamentalmente en la circulación retrógrada. Las arterias que perforan el escafoides a nivel de su rugosidad dorsal irrigan 70 a 80% del hueso, y las arterias que lo hacen a partir de las ramas palmares de la arteria irrigan los restantes 20 a 30%<sup>10</sup> (Fig. 1).

Dado que el escafoides es un enlace fundamental entre las filas proximal y distal del carpo, una fractura del escafoides puede perturbar gravemente la mecánica del carpo. La inestabilidad mecánica da lugar al desplazamiento de la fractura, el cual dificulta la consolidación y origina una cinemática y cargas carpianas anormales que evolucionan a la artrosis de muñeca.<sup>6,11-14</sup> Normalmente, la conexión que existe entre el escafoides y el semilunar a través del ligamento interóseo escafolunar flexiona el semilunar a medida que la muñeca se mueve de la desviación cubital a la desviación radial. El colapso del escafoides con flexión palmar de su polo distal reduce la altura del carpo y da lugar a que el semilunar rote en un patrón de inestabilidad segmentaria intercalar dorsal (DISI, por su sigla en inglés). Una vez que una deformidad por DISI queda fija por falta de integridad mecánica del escafoides, aparece un patrón de artrosis que se conoce como colapso avanzado por pseudoartrosis del escafoides. Esta deformidad es muy parecida al patrón de artrosis originado en la alteración crónica del ligamento interóseo escafolunar.

La mayoría de las fracturas del escafoides se presentan como consecuencia de una caída, una lesión deportiva o un accidente



**Figura 1.** Incidencia radial. El escafoide está irrigado principalmente por la rama dorsal de la arteria radial. 1.º MTC = Primer metacarpo; R = Radio; E = Escafoide; T = Trapecio.

automovilístico. Cuando la muñeca está extendida y en desviación cubital, el escafoide está alineado con el eje del radio (y es paralelo a él), lo cual produce un momento de flexión. Por lo tanto, la parte distal del escafoide se ve forzada a la flexión palmar, y se produce una «deformidad en joroba» (deformidad en flexión) aguda asociada con la fractura, que presenta conminución de la cara palmar de la cintura del escafoide.

## ETIOLOGÍA Y PREVENCIÓN

Los factores que se citan con mayor frecuencia como determinantes de una evolución a la pseudoartrosis del escafoide son su irrigación deficiente (especialmente en el polo proximal), el retraso del diagnóstico y el tratamiento, el desplazamiento/la conminución de la fractura y la inmovilización inadecuada o la escasa colaboración del paciente. Muchas veces estas lesiones se perciben como simples esguinces de muñeca, descuido que contribuye al retraso del diagnóstico. Las radiografías adecuadas y un cuidadoso examen físico son valiosos pero no concluyentes a la hora de diagnosticar una fractura aguda del escafoide, que cuando se asocia con colapso y subsiguiente mala alineación o «deformidad en joroba», o un desplazamiento  $\geq 1,0$  mm, un ángulo intraescafoideo  $>45^\circ$  o un cociente altura-longitud  $>0,65$ ,<sup>15,16</sup> presenta una mayor incidencia de consolidación viciosa y pseudoartrosis.<sup>6,17</sup> La conminución de la fractura origina una gran inestabilidad que requiere fijación interna para evitar la deformidad por colapso. El grado de colaboración del paciente es difícil de determinar al comienzo del tratamiento con escayola. Muchos pacientes expe-

san ansiedad a causa del prolongado período de inmovilización con escayola, especialmente las personas activas de 18 a 28 años.<sup>18</sup> En los pacientes que presentan características de mal pronóstico, algunas pseudoartrosis se pueden evitar implementando un tratamiento quirúrgico precoz (Tabla 1).

Se ha publicado la consolidación espontánea de la pseudoartrosis del escafoide sin un tratamiento específico, pero este resultado favorable es extremadamente infrecuente.<sup>20</sup> Si bien se han identificado pseudoartrosis asintomáticas sin señales de colapso carpiano, diversos estudios han mostrado pruebas radiológicas de artrosis radiocarpiana dentro de los 10 años

en casi todos los pacientes con pseudoartrosis del escafoide.<sup>1,2,21</sup> Los resultados de estos estudios podrían estar distorsionados por un sesgo en la muestra, dado que sólo se incluyeron pacientes que presentaban síntomas y, por lo tanto, los estudios no representaron a los pacientes asintomáticos. No obstante, ofrecen pruebas acabadas que promueven el tratamiento quirúrgico de las pseudoartrosis del escafoide para evitar la evolución al colapso carpiano y la artrosis degenerativa de la muñeca.

## EVALUACIÓN

### EXAMEN FÍSICO

La pseudoartrosis del escafoide puede tener un comienzo insidioso y no estar asociada con ningún antecedente definido de traumatismo. Los pacientes pueden consultar por un dolor vago de la muñeca. La presentación más común es el dolor y la pérdida de la movilidad. Algunos deportistas modifican sus actividades y, por ejemplo, hacen flexiones de brazos apoyados sobre los nudillos y no sobre las palmas de las manos. Estas conductas adaptativas señalan la necesidad de tomar radiografías y realizar pruebas diagnósticas adecuadas. La palpación de la tabaquera anatómica para detectar dolor es un método menos confiable para diagnosticar una pseudoartrosis del escafoide.

### EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

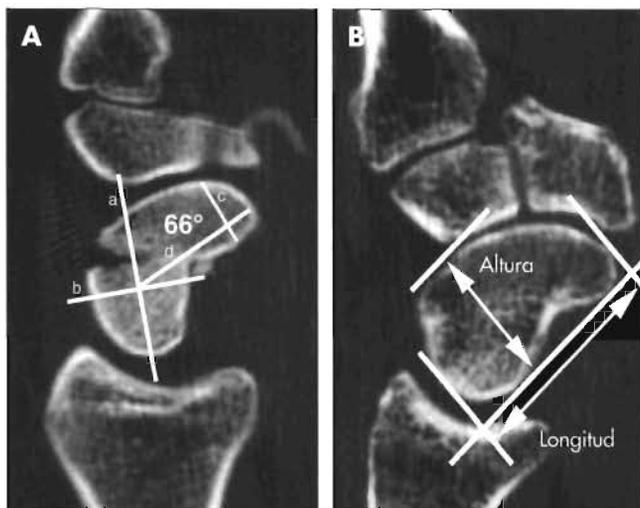
Las radiografías estándar que se deben tomar en un paciente en quien se sospecha una pseudoartrosis del escafoide son las siguientes: frente y perfil de la muñeca, especial para el escafoide (frente con desviación cubital) y oblicua con  $45^\circ$  a  $60^\circ$  de pronación. Es probable que estas radiografías también muestren algunos indicios incipientes de artrosis, como esclerosis, quistes y reabsorción ósea del escafoide. Una cuidadosa evaluación de las radiografías de perfil ayudará a determinar si existe una DISI con rotación dorsal del semilunar. Un ángulo escafolunar  $>60^\circ$  o un ángulo radiolunar  $>30^\circ$  indican la presencia de una deformidad por DISI.<sup>4,22</sup> En este último caso, puede llegar a ser difícil corregir tanto el alineamiento del escafoide como la relación escafolunar normal.

Cuando las radiografías son equívocas, la TC es valiosa para detectar una pseudoartrosis o una consolidación incompleta del escafoide. También ayuda a realizar la planificación quirúrgica (es decir, a decidir qué tipo de injerto óseo se colocará y dónde) en los pacientes con áreas extensas de colapso o reabsorción ósea, o ambos. Además, la TC brinda una definición más precisa de la anatomía ósea y permite evaluar con mayor precisión los ángulos intraescafoideos. Cuando se necesita una evalua-

**TABLA 1**  
**PREVENCIÓN DE LAS PSEUDOARTROSIS DEL ESCAFOIDES<sup>6,15,19</sup>**

Para prevenir la pseudoartrosis y la consolidación viciosa del escafoide, se recomienda implementar un tratamiento quirúrgico en cualquiera de las siguientes situaciones:

- Desplazamiento de la fractura  $\geq 1,0$  mm.
- Conminución de la fractura.
- Cualquier fractura del polo proximal.
- Retardo en el diagnóstico y el tratamiento inicial.
- Angulación de la fractura en el plano sagital con un ángulo intraescafoideo lateral  $>45^\circ$  o un cociente altura-longitud  $>0,65$ .
- Escasa colaboración del paciente, lo cual se deduce en la consulta médica.



**Figura 2. A.** TC sagital de una fractura del escafoides desplazada con un ángulo intraescafoideo lateral de  $66^\circ$ . El ángulo intraescafoideo lateral (normal  $\leq 30^\circ$ ) se forma por dos líneas (a y d) perpendiculares a los diámetros de los polos proximal y distal (b y c). **B.** TC sagital de un escafoides intacto. En promedio, el cociente altura-longitud debe ser  $< 0,65$ . Un cociente mayor señala un colapso del escafoides. [Reimpreso con permiso de Trumble TE, Gilbert M, Murray LW, Smith J, Rafijah G, McCallister WV: Displaced scaphoid fractures treated with open reduction and internal fixation with a cannulated screw. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82:633-641.]

ción definitiva de la consolidación de una fractura, como antes de retornar a tareas pesadas o a deportes de contacto, se realiza una TC en el plano sagital del escafoides (no de la muñeca) para cuantificar la osificación cortical que puentea el trazo de fractura.<sup>4</sup>

En el plano sagital del escafoides, el colapso del carpo puede determinarse calculando el ángulo intraescafoideo lateral<sup>6</sup> (Fig. 2 A) o el cociente altura-longitud<sup>15,16</sup> (Fig. 2 B) en la TC sagital.<sup>23</sup> En los pacientes con un escafoides normal, el ángulo intraescafoideo lateral medio es de  $24^\circ$ .<sup>6</sup> Un ángulo  $>45^\circ$  se asocia con un aumento de la incidencia de artrosis, incluso en fracturas que han consolidado.<sup>6</sup> Bain y cols.<sup>15,16</sup> informaron una mayor fiabilidad en el observador con el cociente altura-longitud que con los ángulos intraescafoideos. Un cociente altura-longitud  $>0,65$  corresponde a un colapso significativo del carpo; sin embargo, no se evaluó la correlación clínica con las opciones terapéuticas.

La RM se usa para detectar las fracturas agudas ocultas del escafoides,<sup>24</sup> para evaluar las pseudoartrosis del escafoides y para determinar la viabilidad de los fragmentos de la fractura. Dado que la vascularización del polo proximal puede llegar a ser difícil de evaluar en las radiografías simples, la opción de realizar una RM debe considerarse seriamente en los casos de pseudoartrosis de la cintura del escafoides. Sin embargo, si las radiografías simples muestran claramente una osteonecrosis, la RM no es necesaria. Se supone que las pseudoartrosis del polo proximal del escafoides se asocian con trastornos de la vascularización, y, por lo tanto, puede comenzarse un tratamiento empírico

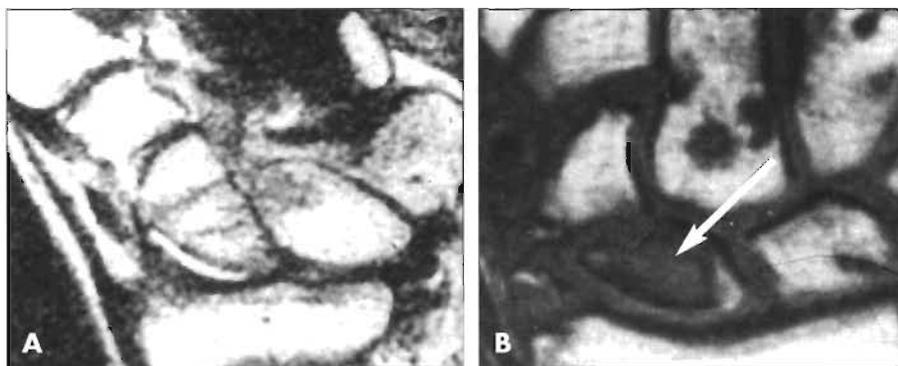
con injerto óseo vascularizado. Sin embargo, es importante evaluar exhaustivamente las pseudoartrosis de la cintura y del tercio proximal del escafoides (Fig. 3). Cuanto más proximal es la lesión inicial, mayores son las probabilidades de evolucionar a la osteonecrosis. Además, la RM se indica en los pacientes con pseudoartrosis refractarias al tratamiento quirúrgico previo, para determinar la extensión del hueso necrótico.

Al parecer, las fracturas/pseudoartrosis con baja señal tanto en las secuencias ponderadas en T1 como en las ponderadas en T2 se asocian con el mayor compromiso de la vascularización y presentan índices deficientes de consolidación tras la colocación de injerto no vascularizado<sup>9</sup> (Fig. 3 B). Los fragmentos proximales con una señal hipointensa de la médula ósea ponderada en T1 han mostrado osteonecrosis, lagunas de vacío óseo y escasa captación de marcadores óseos fluorescentes en la biopsia.<sup>8</sup> Contrariamente, la retención de alguna señal en el polo proximal se ha asociado con hueso viable en la evaluación histológica y una captación normal de los marcadores fluorescentes.<sup>9</sup>

## ESTRATEGIAS TERAPÉUTICAS

En las pseudoartrosis del escafoides se debe implementar un tratamiento quirúrgico porque las probabilidades de evolucionar a una artrosis radiocarpiana a partir de una pseudoartrosis persistente son muy altas. Los pacientes menores de 40 años con una pseudoartrosis de corta evolución ( $<2$  años) tienen el mejor pronóstico si no presentan osteonecrosis del polo proximal. La TC y la RM pueden ayudar a evaluar la pseudoartrosis en pacientes con artrosis mínima detectable en las radiografías simples. En caso de colapso significativo, la extensión de la reabsorción ósea y la localización de la fractura pueden ser difíciles de determinar. La TC ayudará a planificar la reconstrucción quirúrgica. Si se sospecha la presencia de osteonecrosis, debe realizarse una RM para planificar el tipo de injerto que se va a colocar.

La mayoría de los cirujanos de mano recomiendan la reducción abierta y fijación interna de la pseudoartrosis, asociada con injerto óseo.<sup>19,24-28</sup> La inmovilización con escayola no es tan eficaz como la intervención quirúrgica. La estimulación eléctrica no puede usarse como el único tratamiento, pero puede asociársela con la escayola o con la cirugía. El índice general de consolidación exitosa con la asociación entre inmovilización con escayola y campos electromagnéticos pulsátiles es 69%.<sup>29</sup> Antiguamente, la estimulación requería una técnica invasiva para colocar los electrodos de manera correcta, pero el advenimiento del ultrasonido pulsátil o campos electromagnéticos ha elimina-



**Figura 3. A.** RM coronal ponderada en T1 que muestra una intensidad de señal normal en el polo proximal del escafoides a pesar de la fractura, lo cual indica que la vascularización del polo proximal es normal. **B.** RM ponderada en T1 que muestra pérdida de la señal en el polo proximal del escafoides (flecha), indicativa de una osteonecrosis. [Reimpreso con permiso de Trumble TE: Avascular necrosis after scaphoid fracture: A correlation of magnetic resonance imaging and histology. *J Hand Surg [Am]* 1990; 15: 757-764.]

do esta dificultad.<sup>30</sup> El uso concomitante de una escayola braquialpalmar se ha asociado con mayores probabilidades de consolidación cuando se usan estimulantes óseos. Los pacientes con pseudoartrosis de más de 5 años de evolución o con pseudoartrosis del polo proximal tienen resultados menos favorables.<sup>22</sup> Dado que los índices de consolidación con la cirugía son superiores a los índices de consolidación con campos eléctricos pulsátiles, estos deben usarse como complemento de la cirugía o en los casos en los cuales la cirugía es inviable y la inmovilización con escayola es la única opción.

La estrategia terapéutica está totalmente condicionada por la presencia de osteonecrosis del polo proximal. Cuando existe pseudoartrosis del escafoides con vascularización normal del polo proximal se recomienda la fijación interna y el injerto no vascularizado por la vía de abordaje adecuada en vista de la localización de la fractura. Antiguamente, después de la extirpación del hueso esclerótico, se rellenaba el defecto de la pseudoartrosis con injerto de hueso esponjoso colocado a través de una vía de abordaje dorsal. Russe<sup>31</sup> modificó este método y recomendó la colocación de un injerto óseo ahusado a través de una vía de abordaje palmar. También publicó otra modificación según la cual implantaba dos injertos de cresta iliaca corticoesponjosos complementarios enfrentados por su lado esponjoso.<sup>31</sup> Sin embargo, un estudio mostró que, al adoptar una técnica recomendada por Russe, el índice de consolidación fue de sólo 71%. Las probabilidades de consolidación fueron menores en las pseudoartrosis del polo proximal y en presencia de osteonecrosis.<sup>32</sup>

La localización de la pseudoartrosis sirve como orientación para determinar la vía de abordaje. Para las pseudoartrosis del polo proximal se usa un abordaje dorsal, y, para las pseudoartrosis de la cintura del escafoides, un abordaje palmar.<sup>33,34</sup> Los estudios de Inoue y Shionoya<sup>35</sup> y de Robbins y cols.<sup>36</sup> han demostrado que las pseudoartrosis del polo proximal consolidan con fijación interna estable e injerto óseo. Sin embargo, Green<sup>32</sup> mostró que el índice de consolidación se relaciona directamente con la vascularización del polo proximal. Lamentablemente, la osteonecrosis del polo proximal tiende a evolucionar a la consolidación fibrosa y a la pseudoartrosis persistente, las cuales muchas veces son refractarias a los métodos tradicionales de colocación de injerto, aun cuando se los aumente con fijación interna.

Los injertos óseos vascularizados se usan para las pseudoartrosis del polo proximal y, algunas veces, para las fracturas de la cintura del escafoides con osteonecrosis, o para los casos en que no se ha obtenido la consolidación mediante un injerto óseo convencional. La inestabilidad intercarpiana requiere una cuidadosa atención para corregir cualquier «deformidad en joroba» que se produzca en el sitio de la pseudoartrosis, en general mediante la colocación de un injerto cuneiforme con base palmar. Los primeros injertos vascularizados muchas veces se basaban en un pedículo de la inserción del músculo pronador cuadrado en el radio distal, pero este injerto era difícil de colocar debido a su pedículo corto y voluminoso. Algunas publicaciones más recientes recomiendan usar diversas fuentes de injerto óseo, como la arteria cubital, la primera arteria metacarpiana dorsal e incluso un injerto vascularizado libre tomado de la cresta iliaca.<sup>37,38</sup>

Fernández y Egli<sup>39</sup> modificaron la técnica de Hori<sup>40</sup> que consiste en la implantación del paquete vascular de la segunda arteria intermetacarpiana dorsal en el sitio de la pseudoartrosis, junto con el injerto óseo cuneiforme. Aunque el pedículo vascular no tiene ningún componente óseo, se logró la consolidación en 10 de 11 pacientes en un promedio de 10 semanas posoperatorias. Entre los sitios donantes más frecuentemente usados figuran la cara dorsoradial del radio distal y el segundo metacarpia-

no (basado en la primera arteria metacarpiana dorsal).<sup>41-43</sup> Cuando existe osteonecrosis del polo proximal, puede usarse un abordaje dorsal con un injerto óseo vascularizado del radio distal<sup>41</sup> o, en casos seleccionados que requieren un injerto muy pequeño, un injerto óseo del segundo metacarpiano.<sup>42</sup> El problema reconstructivo que no se ha resuelto es el de la pseudoartrosis del escafoides con osteonecrosis y colapso que requiere una cuña palmar con un injerto vascularizado. Entre las posibles soluciones figuran (1) un abordaje dorsal con estiloidectomía radial para facilitar la colocación del injerto de Zaidenberg por vía palmar, (2) un abordaje dorsal con un injerto óseo vascularizado del segundo metacarpiano que tenga un pedículo que le permite ser rotado hacia palmar y (3) dos abordajes separados para colocar un injerto óseo de Fernández<sup>39,44,45</sup> estándar por la vía de abordaje palmar y un injerto óseo vascularizado de Zaidenberg o un injerto óseo vascularizado del segundo metacarpiano por la vía de abordaje dorsal.<sup>22</sup>

Una crítica de la colocación aislada de injerto óseo es el largo período de inmovilización posoperatoria que muchas veces requiere (generalmente >6 meses), motivo por el cual, últimamente se ha visto favorecida la fijación interna complementaria, con un gratificante aumento del índice de consolidación (uniformemente >90%) y una reducción del período de inmovilización posoperatoria.<sup>4,35,46-49</sup> La fijación interna que se desea asociar con el injerto óseo puede realizarse mediante grapas, agujas y tornillos. Sin embargo, las grapas pueden causar distracción del foco de la fractura, por lo cual rara vez se las usa. Agujas de Kirschner múltiples pueden brindar fijación, pero no el efecto compresivo que se obtiene con la fijación mediante tornillos. Al final las agujas deben retirarse, pero es posible que deba retirárselas antes de la consolidación si migran o sobresalen. Aunque antiguamente para estabilizar el escafoides se usaban agujas, los tornillos con rosca parcial o total pueden introducirse por debajo de las superficies articulares para evitar que se produzca fricción. Se han diseñado diversos tornillos específicos para colocar en el escafoides. El tornillo de Herbert es un tornillo macizo de doble rosca con grosor de rosca diferencial que permite realizar compresión en el sitio de la fractura. Su introducción puede facilitarse con una guía. El tornillo de Herber-Whipple, su homólogo canulado, puede colocarse mejor con la ayuda de una clavija guía inicial.<sup>4</sup> El tornillo Acutrak® (Acumed, Hillsboro, Oregon)<sup>50,51</sup> es canulado y tiene una rosca cortante. Independientemente del tipo de tornillo que se use, la centralización precisa del implante es fundamental. Trumble y cols.<sup>41,7,52</sup> determinaron que la colocación correcta del tornillo dentro del tercio central del polo proximal es significativamente ( $p < 0,05$ ) más probable con los implantes canulados, y que el tiempo de consolidación se reduce más de 50%.

Los procedimientos de rescate como la estiloidectomía radial, la carpectomía de la fila proximal, la artrodesis intracarpiana limitada y la artrodesis total de la muñeca se reservan para los casos de artrosis degenerativa grave.

## TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

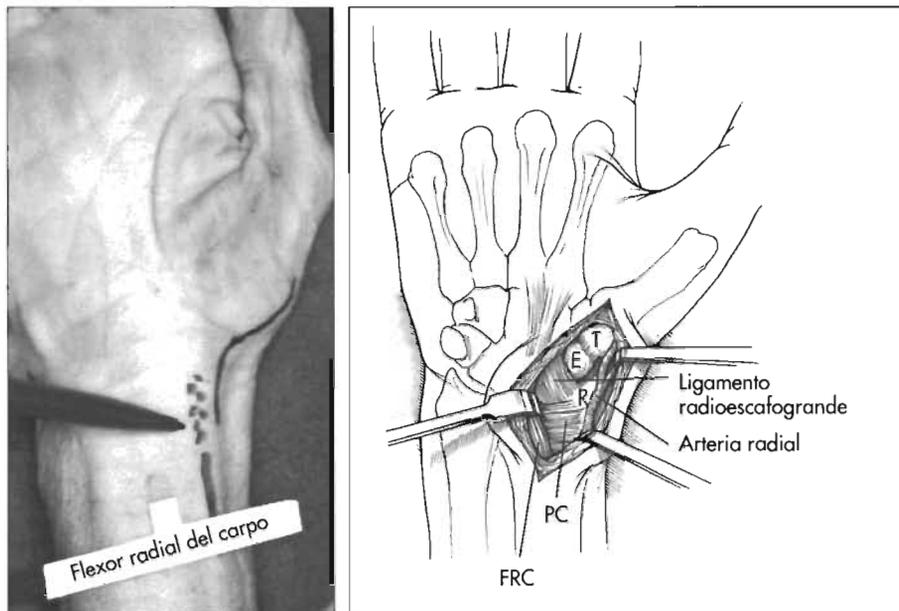
### PSEUDOARTROSIS DE LA CINTURA DEL ESCAFOIDES CON UN POLO PROXIMAL VIABLE

En el caso de las fracturas de la cintura del escafoides con un polo proximal viable, la vía de abordaje debe ser palmar para preservar la irrigación dorsal remanente. A diferencia de las fracturas agudas, que pueden abordarse a través de una pequeña incisión realizada sobre la articulación escafo-trapecial, para las pseudoartrosis se usa la técnica de Russe, con una incisión realizada a lo largo del músculo flexor radial del carpo (FRC) y extendida hacia distal a lo largo del borde de piel glabra de la emi-

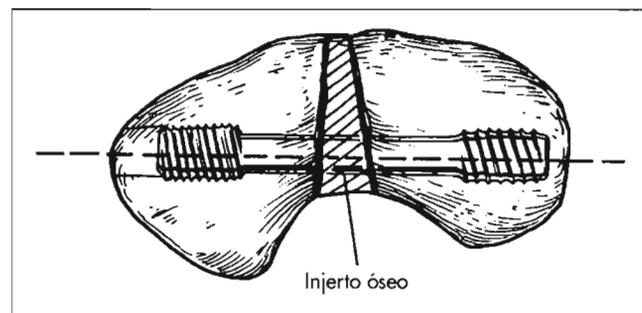
nencia tenar (Fig. 4 A). La incisión de la vaina del FRC permite replegarla hacia cubital para proteger la rama cutánea palmar del nervio mediano. El piso de la vaina del FRC se incide longitudinalmente para exponer el polo distal y la cintura del escafoides (Fig. 4 B). Es importante preservar tanto el ligamento radioescafo grande como sea posible porque es un factor de contención del polo proximal del escafoides y evita que se subluje hacia palmar.<sup>4,17</sup> Si se usan tornillos canulados, no es necesario dividir completamente este ligamento para facilitar la colocación de la guía. Para lograr una fijación estable con el tornillo colocado en el eje mayor del escafoides se debe corregir la «deformidad en joroba»<sup>4,6</sup> (Fig. 5). Para acuñar el escafoides colapsado y alinearlos correctamente se usan pequeños osteótomos (Fig. 6). Se debe tener cuidado de preservar la cara cortical dorsal del escafoides, que puede dañar cualquier irrigación remanente del polo proximal y convertir la fractura en una altamente inestable. El vaciamiento completo del sitio de la pseudoartrosis se lleva a cabo con curetas finas y una fresa de alta velocidad con irrigación salina. La fresa se requiere especialmente para eliminar las partes esclerosadas del polo proximal. Para reducir la pseudoartrosis del escafoides el cirujano puede ayudarse con un explorador dental o con 2 agujas de Kirschner dispuestas en la forma de una palanca de mando.

A través de un abordaje palmar, puede horadarse la pared interna de la cara cortical dorsal del hueso para acomodar un injerto cuneiforme. La cara cortical dorsal sirve como una bisagra sobre la cual puede rotarse el fragmento distal mientras se lo reduce con la muñeca en extensión. Dado que la estabilidad que se obtiene mediante la fijación con tornillo es significativa, puede usarse un injerto óseo esponjoso antes que un injerto corticoesponjoso; la clavija guía evita el colapso del escafoides a medida que el tornillo va comprimiendo la fractura. Cuando faltan segmentos extensos de hueso cortical palmar, el injerto corticoesponjoso contribuye a la estabilidad, especialmente si puede comprimirse con un tornillo para escafoides. Para obtener el mejor acceso que permita introducir el tornillo en el eje mayor del escafoides, es importante remover la pequeña cresta palmar del trapecio con un sacabocados. De lo contrario, el tornillo puede que-

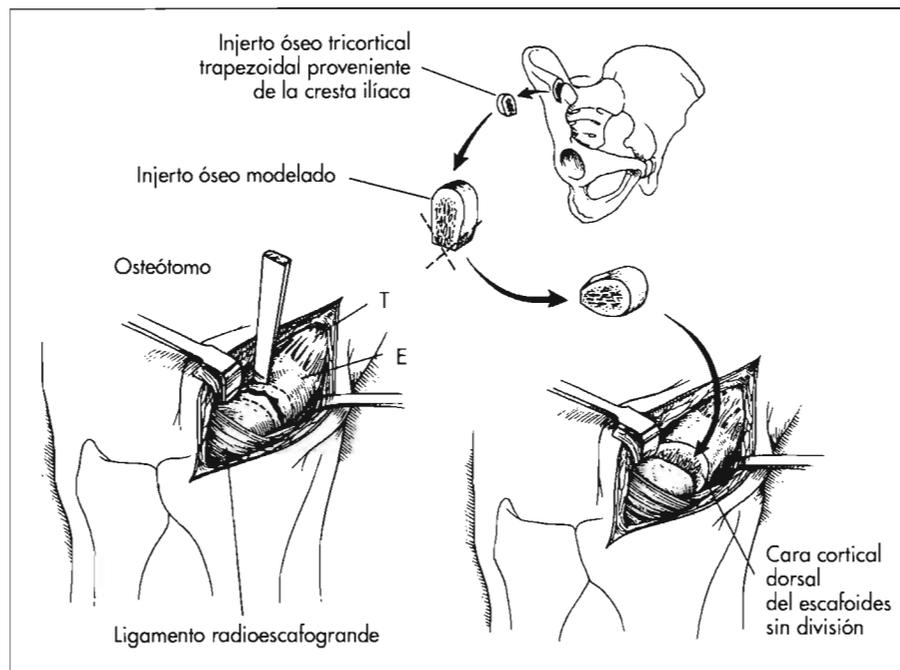
dar ubicado demasiado dorsalmente y demasiado cerca del trazo de fractura en el polo proximal (Fig. 7). La clavija guía se inserta con un taladro eléctrico hasta el límite del hueso subcondral para medir la longitud del tornillo. En caso de que exista una pseudoartrosis inestable, se coloca una segunda clavija en el escafoides para evitar la rotación de los fragmentos durante la introducción del tornillo. Esta clavija antirrotatoria estabiliza la alineación del escafoides mientras se coloca el tornillo en el centro del polo proximal. Cuando se necesitan grandes injertos óseos, y por lo tanto la fijación con tornillo es más inestable, la clavija antirrotatoria puede dejarse en su sitio durante aproximadamente 3 meses<sup>53</sup> (Fig. 7). Después la clavija guía se fija en el radio para evitar que se deslice. La fresa canulada prepara el canal para el tornillo; el progreso de éste se controla mediante fluoroscopia. Una vez colocado el tornillo, se quita la clavija guía y se toman radiografías simples para controlar la posición del tornillo (Fig. 8). Mediante un injerto óseo encajado no se logra una corrección adecuada de la deformidad presente en una pseudoartrosis del escafoides con flexión palmar del fragmento distal. Para lograr la estabilidad de una fijación con tornillo en el eje mayor del escafoides, esta deformidad debe corregirse. Estos escafoides «jorobados» pueden asociarse con el patrón de DISI de colapso carpiano, en el cual el semilunar adopta una postura fija en extensión relativa. Fisk<sup>34</sup> observó que la posición del semilunar puede corregirse llenando el defecto de la pseudoartrosis del escafoides con un injerto óseo trapezoidal. Dado que la base amplia del defecto está en la cara palmar de la muñeca, el autoinjerto cuneiforme se introduce de modo tal que su vértice se ubique en la cara dorsal, para así eliminar la «deformidad en joroba». Fisk usó un abordaje radial para acceder al escafoides y para obtener injerto óseo de la estiloides radial sin fijación interna. Fernández<sup>44</sup> modificó esta técnica con la colocación de un injerto proveniente de la cresta ilíaca y una incisión palmar con fijación interna (Fig. 6). Algunas publicaciones recientes sobre la técnica de Fisk-Fer-



**Figura 4.** A. Se incide la vaina del flexor radial del carpo (como señala el lápiz) para exponer la cápsula que recubre al escafoides. B. Se expone la pseudoartrosis del escafoides mediante la incisión del piso de la vaina del flexor radial del carpo que forma la cápsula palmar de la articulación radioescafoidea. Se es posible, se preserva el ligamento radioescafo grande. FRC = flexor radial del carpo; PC = pronador cuadrado; R = radio; E = escafoides; T = trapecio.

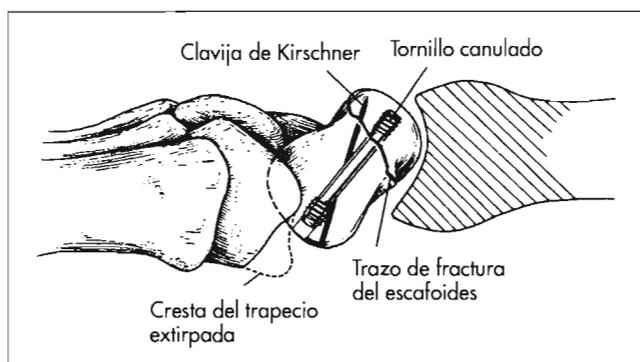


**Figura 5.** Injerto óseo cuneiforme para corregir una «deformidad en joroba». La ubicación axial del tornillo estabiliza la corrección.



**Figura 6. A.** Para corregir la «deformidad en joroba» de la pseudoartrosis del escafoide pueden usarse pequeños osteótomos. **B y C.** Para ayudar a mantener la corrección del escafoide, puede colocarse injerto óseo esponjoso o injerto tricortical proveniente de la cresta iliaca o del radio distal. Se recomienda la fijación interna complementaria. E = escafoide; T = trapecio.

nández muestran que los índices de consolidación superan siempre 90%, y que la consolidación tiene lugar en relativamente poco tiempo (en ausencia de osteonecrosis), lo cual evita la necesidad de una inmovilización prolongada.<sup>4,35,46-49</sup> En estas difíciles pseudoartrosis, al realizarse la fijación con tornillos canulados, la colocación del tornillo es más precisa.<sup>4</sup> Cuando el colapso por DISI se corrige con una adecuada recuperación de la altura del escafoide, los puntajes funcionales, incluso los de los arcos de movilidad articular mejoran.<sup>35</sup> Según una publicación, la corrección es más predecible si antes de introducir el injerto en el escafoide se reduce el semilunar en forma adecuada y se enclavija la articulación radiosemilunar de manera temporaria.<sup>36</sup> La clavija radiosemilunar se retira al finalizar el procedimiento. Sin embargo, a pesar de la corrección de la «deformidad en joroba» y especial-



**Figura 7.** Se reseca la cresta palmar del trapecio y el tornillo canulado para escafoide se introduce en el eje mayor del hueso para tomar firmemente el polo proximal. Si no se extirpa la cresta del trapecio, el punto de entrada para el tornillo es demasiado palmar y el extremo proximal del tornillo queda demasiado dorsal. La clavija guía evita la rotación del pequeño fragmento de fractura durante la colocación del tornillo.

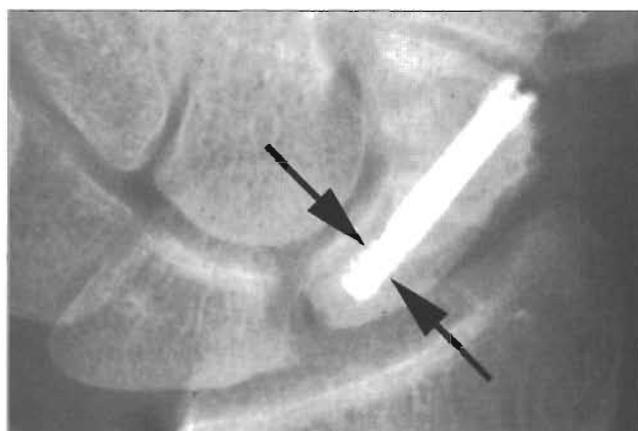
mente en el caso de las pseudoartrosis de larga evolución, el semilunar puede llegar a permanecer en rotación dorsal.

### PSEUDOARTROSIS DEL POLO PROXIMAL CON UN POLO PROXIMAL AVASCULAR

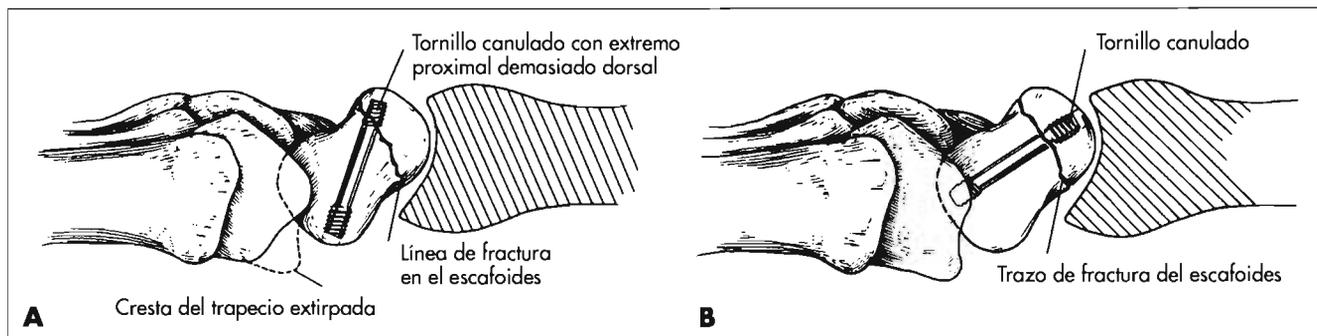
Dado que por vía palmar muchas veces el pequeño fragmento proximal es de difícil acceso, para abordar las fracturas del polo proximal del escafoide es preferible la vía dorsal. Además, si se coloca el tornillo desde palmar, se puede desplazar el polo proximal.<sup>36</sup> En general, el trazo de fractura de la pseudoartrosis se produce desde distal y palmar hacia proximal y dorsal. Por lo tanto, es probable que, si el abordaje se realiza por vía palmar, el tornillo no cruce la pseudoartrosis (Fig. 9 A). El abordaje dorsal permite colocar el tornillo en la parte central del polo proximal (Fig. 9 B). El saber que la irrigación del fragmento proximal ya se ha visto significativamente comprometida por la fractura mitiga la preocupación de que el abordaje dorsal pueda representar una nueva amenaza para la vascularización del

escafoide. Los implantes pueden colocarse manualmente o con la ayuda de una clavija guía colocada desde proximal hacia distal en dirección del trapecio. Los implantes deben quedar correctamente encastrados porque se insertan en el centro de la superficie articular del polo proximal.

El abordaje dorsal consiste en una pequeña incisión longitudinal que se realiza en la línea media de la muñeca y centrada en la articulación radiocarpiana. Se libera la vaina del extensor largo del pulgar (ELP) y se realiza una incisión longitudinal en la cápsula de la articulación radiocarpiana. La cápsula y el cuarto compartimiento dorsal se separan de la cresta dorsal del radio para exponer la articulación escafolunar (Fig. 10). Dado que el sitio de la pseudoartrosis puede ser difícil de identificar, muchas veces se usa una aguja bajo control fluoroscópico como guía para locali-



**Figura 8.** Radiografía de frente. El tornillo canulado se coloca en el centro del polo proximal del escafoide (flechas), lo cual va a asegurar la mejor compresión de la pseudoartrosis y la configuración más estable posible.



**Figura 9. A.** Introducción palmar del tornillo en una fractura del polo proximal. Las rasgas proximales del tornillo canulado no cruzan el sitio de la pseudoartrosis. **B.** La colocación dorsal del tornillo se asocia con una fijación estable de la fractura del polo proximal.

zar el plano preciso de la pseudoartrosis. Para eliminar el hueso necrótico sin alterar extensiones significativas de cartílago articular se usan curetas pequeñas. Ocasionalmente, se necesita una fresa a alta velocidad para extraer el hueso necrótico denso. Es importante proteger las arterias que ingresan la cresta dorsal distal del escafoides.

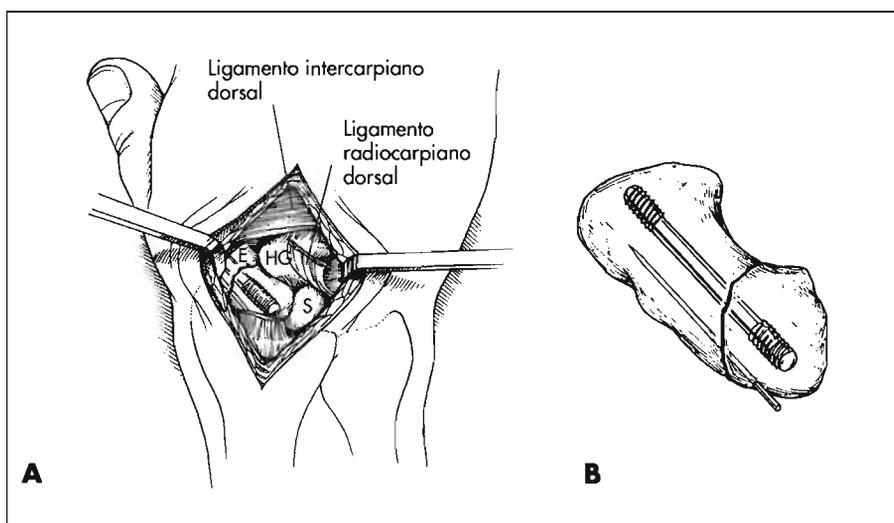
El sitio de entrada para el tornillo, justo adyacente al ligamento interóseo escafolunar, se visualiza al flexionar la muñeca. Puede colocarse un tornillo macizo de Herbert o un tornillo canulado. Mediante fluoroscopia se confirma la posición de la clavija guía, la cual después se introduce hasta el nivel del hueso subcondral del polo distal. La longitud del tornillo se mide con un medidor de profundidad. A veces, al colocar una segunda clavija de Kirschner antirotatoria se impide que se desplace el fragmento proximal del escafoides al introducir el tornillo. Después la clavija guía se fija en el trapecio para evitar que se deslice. Antes de introducir el tornillo se taladra el orificio. Si el fragmento proximal es pequeño, se quita la clavija guía y se introduce el tornillo no canulado de Herbert, ya que éste deja un defecto más pequeño o apenas una huella en el cartílago proximal. También se puede colocar un mini tornillo de Acutrak.

### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO PARA LAS PSEUDOARTROSIS DEL POLO PROXIMAL CON OSTEONECROSIS

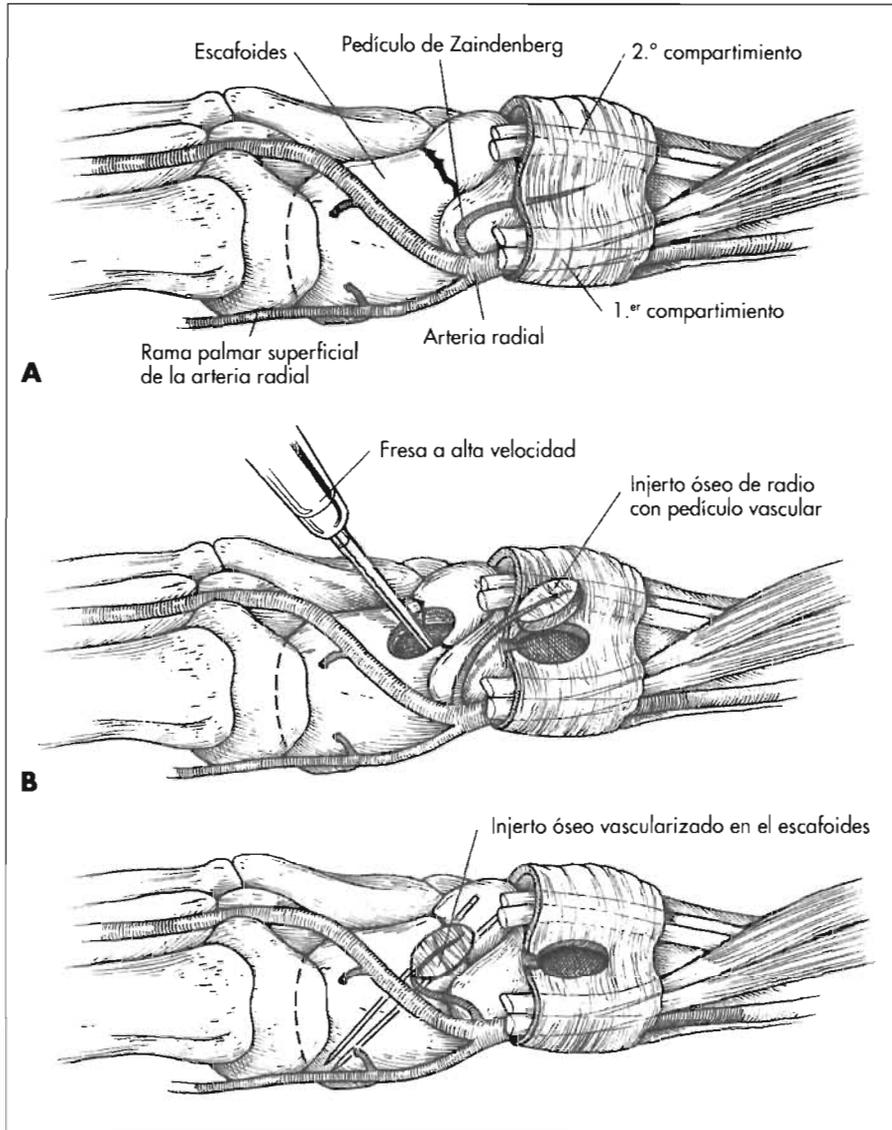
El injerto óseo vascularizado descrito por Zaidenberg y cols.<sup>41</sup> está basado en la rama de la arteria radial que cursa entre el primer y el segundo compartimiento dorsales<sup>27</sup> (arteria supraretinacular intracompartimental 1,2 [ASRIC 1,2]) (Fig. 11). Este injerto aporta tanto irrigación como injerto óseo para llenar el vacío óseo de la pseudoartrosis. La arteria ASRIC 1,2 está por debajo de los tendones del primer compartimiento dorsal y va de distal a proximal entre los dos compartimientos. El abordaje dorsoradial permite tomar injerto óseo así como exponer la pseudoartrosis del escafoides como una extensión del abordaje dorsal para abordar el polo proximal viable. La incisión comienza sobre la línea media de la región dorsal de la muñeca y se curva en dirección proximal y radial sobre el intervalo que exis-

te entre el primer y el segundo compartimientos dorsales. Se libera el tercer compartimiento dorsal, que contiene el músculo ELP, el cual se separa hacia radial. Se identifica la rama sensitiva del nervio radial que sale entre los músculos braquiorradial y extensor radial largo del carpo. Este último se separa hacia cubital y se incide la cápsula articular de la muñeca en forma longitudinal para exponer el escafoides.

El injerto óseo vascularizado que se toma tiene forma elíptica y está constituido por hueso corticoesponjoso, periostio y un retináculo provisto por la arteria recurrente de la arteria radial. La arteria ASRIC 1,2 se ve como una delgada línea roja en el surco que existe entre el primer y el segundo compartimientos dorsales. Se origina en el radio, a nivel distal, y perfora la pared palmar del primer compartimiento dorsal. Este se libera a lo largo de su superficie palmar, y se separan los tendones. La arteria se moviliza por medio de incisiones paralelas realizadas en el periostio entre los dos compartimientos; se traza su curso desde distal hacia proximal. Una vez que se prepara un pedículo de 2,0-2,5 cm, se incide el periostio que rodea el sitio donante planeado como una elipse o como un rectángulo. Para cortar los tres lados del injerto se usa una sierra oscilante fina con irrigación constante. Para terminar de elevar el injerto se usan osteótomos pequeños. Después de preparar el sitio de la pseudoartrosis del escafoides, se rota el injerto vascularizado dentro del defecto del escafoides y



**Figura 10. A.** La pseudoartrosis del polo proximal se aborda por vía dorsal incidiendo el tercer compartimiento dorsal y separando el cuarto compartimiento dorsal de la cápsula. **B.** Tornillo y clavija de Kirschner antirotatoria en el escafoides para fijar un fragmento del polo proximal. HG = hueso grande; S = semilunar; E = escafoides.



**Figura 11. A-C.** El injerto óseo vascularizado descrito por Zaidenberg está basado en una arteria de curso retrógrada que se encuentra entre el primer y el segundo compartimientos dorsales. (Adaptado con permiso de Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C: A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16: 474-478.)

se lo asegura o con agujas de Kirschner o con un tornillo para escafoides. La cápsula se cierra con puntos flojos para evitar que se estrangule el pedículo vascular.

La consolidación se obtuvo en el total de los 11 pacientes incluidos en el artículo original de Zaidenberg y cols.<sup>41</sup> Aunque al parecer los índices de consolidación asociados con los diversos injertos óseos vascularizados son altos, dado que su uso es infrecuente, es difícil determinar la superioridad de esta técnica con respecto a otras. Sin embargo, está claro que los injertos óseos vascularizados desempeñan un papel en el tratamiento de las pseudoartrosis del escafoides.

**PSEUDOARTROSIS DE LA CINTURA DEL ESCAFOIDES CON UN FRAGMENTO PROXIMAL AVASCULAR**

Las fracturas de la cintura del escafoides con osteonecrosis del fragmento proximal pueden tratarse con un injerto óseo vascularizado colocado a través de un abordaje dorsal y asociado con fija-

ción interna mediante un tornillo para escafoides, como se lo describe para las fracturas del polo proximal. La deformidad se corrige mejor con un injerto óseo palmar. En los casos de «deformidad en joroba» grave, el injerto puede colocarse a nivel palmar rotando el injerto bajo la arteria radial. Muchas veces, se requiere injerto óseo no vascularizado complementario que ayude a llenar el espacio vacío dejado por el hueso necrótico. Puede extirparse la apófisis estiloides radial para ampliar la exposición y evitar que más adelante aparezca fricción si la deformidad del escafoides no puede corregirse.

**PROCEDIMIENTOS DE RESCATE PARA LAS PSEUDOARTROSIS DEL ESCAFOIDES CON ARTROSIS**

Una vez que se presenta una artrosis radiocarpiana o intercarpiana significativa a raíz de una pseudoartrosis del escafoides, es improbable que el injerto óseo, la fijación interna, o ambos arrojen un resultado exitoso. Para tratar un colapso avanzado por pseudoartrosis del escafoides (SNAC, por su sigla en inglés), se requiere un armamento alternativo de procedimientos de rescate.

Como el escafoides se colapsa, el carpo rota hasta adoptar un patrón de DISI fijo con una progresión de la artrosis que se asemeja a los cuatro estadios de la artrosis consecutiva a la lesión del ligamento escafolunar.<sup>11,57-</sup>

<sup>61</sup> El Estadio I muestra un aguzamiento de la apófisis estiloides radial. El estadio II se caracteriza por una artrosis de la articulación radioescafoidea. El Estadio III se presenta cuando la artrosis se extiende a la articulación grandesemilunar. El Estadio IV se caracteriza por una artrosis pancarpiana. En el Estadio I, puede realizarse una estiloidectomía radial junto con fijación interna e injerto óseo de la pseudoartrosis del escafoides (Fig. 12). Para el Estadio II, existen diversas opciones. Malerich y cols.<sup>62</sup> describieron la extirpación del polo distal del escafoides dado que es el sitio que genera fricción (Fig. 13). Se mantiene el polo proximal para evitar la migración del hueso grande. Ruch y cols.<sup>63</sup> llevaron a cabo la extirpación artroscópica de la apófisis estiloides radial y del polo distal del escafoides. También se ha recomendado la carpectomía de la fila proximal y la artrodesis cubital de cuatro huesos (hueso grande, semilunar, piramidal, ganchoso) con escisión de escafoides.<sup>64,64</sup> Entre las ventajas de la carpectomía de la fila proximal figuran la relativa facilidad del procedimiento, un período más corto de inmovilización posoperatoria y la eliminación de las preocupaciones sobre la posibilidad de que se produzca una pseudoartrosis en el sitio de la artrodesis.<sup>64</sup> Se ha informado una progre-

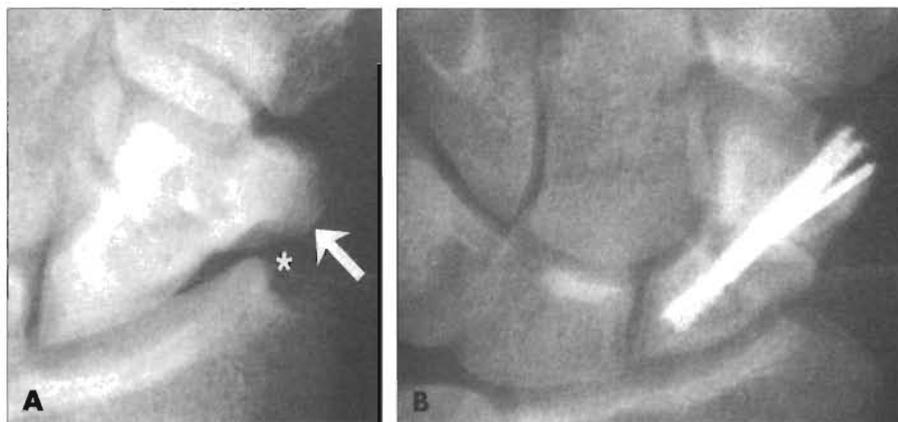
sión de la artrosis entre el semilunar y el hueso grande, aunque los pacientes siguieron asintomáticos.<sup>63</sup> En el SNAC Estadio III se prefiere realizar una artrodesis de cuatro huesos asociada con la escisión del escafoides. En general, la evolución a una artrosis radiosemilunar avanzada (Estadio IV) es indicación de una artrodesis total de muñeca. Los implantes carpianos de silicona tienen malos antecedentes debido a una serie de problemas de sinovitis por silicona, aflojamiento, luxación e incluso routra.<sup>66,67</sup> No se recomienda usarlos tras una resección parcial o total del escafoides.

## CONCLUSIÓN

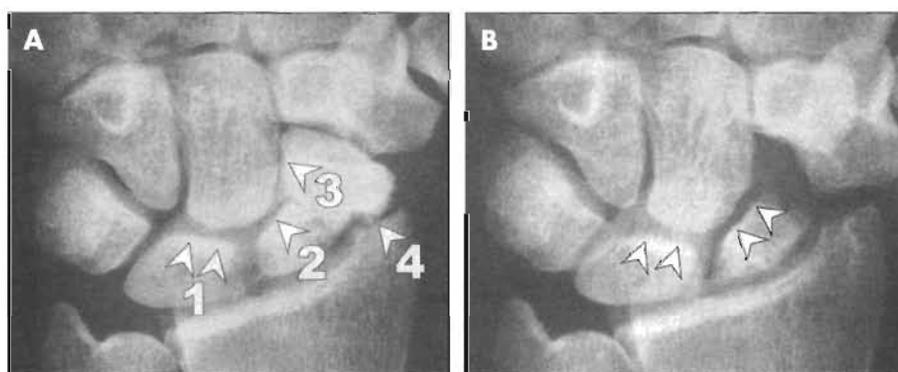
Las pseudoartrosis del escafoides representan un desafío porque en sus estadios iniciales es probable que no siempre sean sintomáticas; por lo tanto, al presentarse en forma tardía, pueden acompañarse de una mayor pérdida ósea, colapso carpiano y pérdida de la irrigación. La historia natural de las pseudoartrosis del escafoides muestra que su desenlace es el colapso carpiano y la artrosis degenerativa, que en general se presentan dentro de los 10 años. Cuando las pseudoartrosis del escafoides se reconocen en posición estable, con un injerto óseo y fijación complementaria (generalmente, tornillos), el resultado es el de la consolidación en casi todos los casos, siempre que el polo proximal no esté afectado por una osteonecrosis. Para las pseudoartrosis de la cintura del escafoides, el abordaje palmar es apropiado, mientras que, para las pseudoartrosis del polo proximal del escafoides, se requiere un abordaje dorsal, para colocar el implante en la posición correcta. Para optimizar los resultados, debe restaurarse la longitud del escafoides y corregirse su «deformidad en joroba». La pseudoartrosis del polo proximal acompañada de osteonecrosis requiere el complemento de un injerto óseo vascularizado. Los injertos vascularizados también pueden servir en el caso de las pseudoartrosis que no consolidan tras una fijación adecuada y la colocación de injerto óseo según los métodos tradicionales. Los procedimientos de rescate, como la estiloidectomía radial, la resección del escafoides, con artrodesis mediocarpiana limitada o sin ella, la carpectomía de la fila proximal y la artrodesis total de la muñeca, se reservan para los casos de colapso carpiano y artrosis graves.

## REFERENCIAS

1. Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The natural history of scaphoid nonunion: A review of fifty-five cases. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67: 428-432.
2. Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid nonunion. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:504-509.
3. Gelberman RH, Wolock BS, Siegel DB. Fractures and non-unions of the carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71:1560-1565.



**Figura 12. A.** Radiografía de frente que muestra una dolorosa artrosis por SNAC en estadio I, con aguzamiento de la apófisis estiloides radial (asterisca) y un osteofito «en beso» del escafoides (flecha). **B.** Radiografía de frente que muestra la escisión de los osteofitos, junto con injerto óseo y fijación interna del escafoides. Los síntomas del paciente desaparecieron.



**Figura 13. A.** Radiografía de frente que muestra una artrosis por SNAC en estadio II, con pinzamiento de la articulación radioescafoidea, además del aguzamiento de la apófisis estiloides radial. La articulación grande-semilunar (1) y la articulación entre el polo proximal del escafoides y el hueso grande (2) no muestran signos de artrosis. Las alteraciones artróticas se presentan entre el polo distal del escafoides y el hueso grande (3) y entre la apófisis estiloides radial y el escafoides (4). **B.** La resección del polo distal del escafoides evita la fricción entre el escafoides y el radio y preserva la superficie articular mediocarpiana (puntas de flecha). (Reimpreso con permiso de Malerich MM, Clifford J, Eaton B, Eaton R, Littler JW: Distal scaphoid resection arthroplasty for the treatment of degenerative arthritis secondary to scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1999; 24:1196-1205.)

4. Trumble TE, Clarke T, Kreder HJ: Nonunion of the scaphoid. Treatment with cannulated screws compared with treatment with Herbert screws. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78:1829-1837.
5. Duppe H, Johnell O, Lundborg G, Karlsson M, Redlund-Johnell I. Longterm results of fracture of the scaphoid: A follow-up study of more than thirty years. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76: 249-252.
6. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP III, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg [Am]* 1989; 14:679-687.
7. Watson HK, Ryu J. Evolution of arthritis of the wrist. *Clin Orthop* 1986; 202: 57-67.
8. Herbert TJ. Letter: Natural history of scaphoid nonunion: A critical analysis. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:155-156.
9. Trumble TE. Avascular necrosis after scaphoid fracture: A correlation of magnetic resonance imaging and histology. *J Hand Surg [Am]* 1990; 15:557-564.
10. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg [Am]* 1980; 5:508-513.
11. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: Scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg [Am]* 1984; 9:358-365.
12. Allende BT. Osteoarthritis of the wrist secondary to non-union of the scaphoid. *Int Orthop* 1988; 12:201-211.
13. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Fractures of the scaphoid: A rational approach to management. *Clin Orthop* 1980; 149:90-97.

14. Osterman AL, Mikulics M. Scaphoid nonunion. *Hand Clin* 1988; 4:437-455.
15. Bain GI, Bennett JD, Richards RS, Slethaug GP, Roth JH. Longitudinal computed tomography of the scaphoid: A new technique. *Skeletal Radiol* 1995; 24:271-273.
16. Bain GI, Bennett JD, MacDermid JC, Slethaug GP, Richards RS, Roth JH. Measurement of the scaphoid humpback deformity using longitudinal computed tomography: Intra- and interobserver variability using various measurement techniques. *J Hand Surg [Am]* 1998; 23:76-81.
17. Trumble TE, Gilbert M, Murray LW, Smith J, Rafijah G, McCallister WV. Displaced scaphoid fractures treated with open reduction and internal fixation with a cannulated screw. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82:633-641.
18. Kim WC, Shaffer JW, Idzikowski C. Failure of treatment of ununited fractures of the carpal scaphoid: The role of non-compliance. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:985-991.
19. Bunker TD, McNamee PB, Scott TD. The Herbert screw for scaphoid fractures: A multicentre study. *J Bone Joint Surg Br* 1987; 69:631-634.
20. Rooker W, Ritt MJ, Bos KE. Spontaneous healing of a non-union of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23:86-87.
21. Lindstrom G, Nystrom A. Natural history of scaphoid non-union, with special reference to «asymptomatic» cases. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17:697-700.
22. Jupiter JB, Shin AY, Trumble TE, Fernandez DL. Traumatic and reconstructive problems of the scaphoid. *Instr Course Lect* 2001; 50:105-122.
23. Sanders WE. Evaluation of the humpback scaphoid by computed tomography in the longitudinal axial plane of the scaphoid. *J Hand Surg [Am]* 1988; 13: 182-187.
24. Hunter JC, Escobedo EM, Wilson AJ, Hanel DP, Zink-Brody GC, Mann FA. MR imaging of clinically suspected scaphoid fractures. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168:1287-1293.
25. Herbert TJ, Fisher WE, Leicester AW. Letter: The Herbert bone screw: A ten year perspective. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17:415-419.
26. 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; 12:203-210.
27. 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; 20:902-914.
28. Stark A, Brostrom LA, Svartengren G. Surgical treatment of scaphoid nonunion: Review of the literature and recommendations for treatment. *Arch Orthop Trauma Surg* 1989; 108:203-209.
29. Adams BD, Frykman GK, Taleisnik J. Treatment of scaphoid nonunion with casting and pulsed electromagnetic fields: A study continuation. *J Hand Surg [Am]* 1992; 17:910-914.
30. Mayr E, Rudzki MM, Rudzki M, Borchardt B, Hausser H, Ruter A. Does low intensity, pulsed ultrasound speed healing of scaphoid fractures? [German]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2000; 32:115-122.
31. Russe O. Fracture of the carpal navicular: Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42:759-768.
32. Green DP. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1985; 10: 597-605.
33. Raskin KB, Parisi D, Baker J, Rettig ME. Dorsal open repair of proximal pole scaphoid fractures. *Hand Clin* 2001; 17:601-610.
34. Trumble T, Nyland W. Scaphoid nonunions: Pitfalls and pearls. *Hand Clin* 2001; 17:611-624.
35. Inoue G, Shionoya K. Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79:418-421.
36. Robbins RR, Ridge O, Carter PR. Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunions of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg [Am]* 1995; 20:818-831.
37. Gabl M, Reinhardt C, Lutz M, et al. Vascularized bone graft from the iliac crest for the treatment of nonunion of the proximal part of the scaphoid with an avascular fragment. *J Bone Joint Surg Am* 1999; 81:1414-1428.
38. Mathoulin C, Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23:318-323.
39. Fernandez DL, Eggl S. Non-union of the scaphoid: Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:883-893.
40. Honi Y, Tamai S, Okuda H, Sakamoto H, Takita T, Masuhara K. Blood vessel transplantation to bone. *J Hand Surg [Am]* 1979; 4:23-33.
41. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16:474-478.
42. Mathoulin C, Brunelli F. Further experience with the index metacarpal vascularized bone graft. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23:311-317. Management of Scaphoid Nonunions 390 *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*.
43. Yuceturk A, Isiklar ZU, Tuncay C, Tandogan R. Treatment of scaphoid nonunions with a vascularized bone graft based on the first dorsal metacarpal artery. *J Hand Surg [Br]* 1997; 22:425-427.
44. Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. *J Hand Surg [Am]* 1984; 9:733-737.
45. Fernandez DL. Anterior bone grafting and conventional lag screw fixation to treat scaphoid nonunions. *J Hand Surg [Am]* 1990; 15:140-147.
46. Tsuyuguchi Y, Murase T, Hidaka N, Ohno H, Kawai H. Anterior wedged-shaped bone graft for old scaphoid fractures or non-unions: An analysis of relevant carpal alignment. *J Hand Surg [Br]* 1995; 20: 194-200.
47. Stark HH, Rickard TA, Zemel NP, Ashworth CR. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70:982-991.
48. Herbert TJ. Use of the Herbert bone screw in surgery of the wrist. *Clin Orthop* 1986; 202:79-92.
49. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br* 1984; 66:114-123.
50. Faran KJ, Ichioka N, Trzeciak MA, Han S, Medige J, Moy OJ. Effect of bone quality on the forces generated by compression screws. *J Biomech* 1999; 32:861-864.
51. Toby EB, Butler TE, McCormack TJ, Jayaraman G. A comparison of fixation screws for the scaphoid during application of cyclical bending loads. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79:1190-1197.
52. McCallister WV, Knight J, Kaliappan R, Trumble TE. Central placement of the screw in simulated fractures of the scaphoid waist: Abiomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85:72-77.
53. Manske PR, McCarthy JA, Strecker WB. Use of the Herbert bone screw for scaphoid nonunions. *Orthopedics* 1988; 11:1653-1661.
54. Fisk GR. An overview of injuries of the wrist. *Clin Orthop* 1980; 149:137-144.
55. Daly K, Gill P, Magnussen PA, Simonis RB. Established nonunion of the scaphoid treated by volar wedge grafting and Herbert screw fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78:530-534.
56. Tomaino MM, King J, Pizzillo M. Correction of lunate malalignment when bone grafting scaphoid nonunion with humpback deformity: Rationale and results of a technique revisited. *J Hand Surg [Am]* 2000; 25:322-329.
57. Garcia-Lopez A, Perez-Ubeda MJ, Marco F, Molina M, Lopez-Duran L. A modified technique of four-bone fusion for advanced carpal collapse (SLAC/SNAC wrist). *J Hand Surg [Br]* 2001; 26:352-354.
58. Sauerbier M, Trankle M, Linsner G, Bickert B, Germann G. Midcarpal arthrodesis with complete scaphoid excision and interposition bone graft in the treatment of advanced carpal collapse (SNAC/SLAC wrist): Operative technique and outcome assessment. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25:341-345.
59. Sauerbier M, Bickert B, Trankle M, Kluge S, Pelzer M, Germann G. Surgical treatment possibilities of advanced carpal collapse (SNAC/SLAC wrist) [German]. *Unfallchirurg* 2000; 103:564-571.
60. Moritomo H, Tada K, Yoshida T, Masatomi T. The relationship between the site of nonunion of the scaphoid and scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC). *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81:871-876.
61. Krimmer H, Krapohl B, Sauerbier M, Hahn P. Post-traumatic carpal collapse (SLAC- and SNAC-wrist)--stage classification and therapeutic possibilities [German]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1997; 29:228-233.
62. Malerich MM, Clifford J, Eaton B, Eaton R, Littler JW. Distal scaphoid resection arthroplasty for the treatment of degenerative arthritis secondary to scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 1999; 24: 1196-1205.
63. Ruch DS, Chang DS, Poehling GG. The arthroscopic treatment of avascular necrosis of the proximal pole following scaphoid nonunion. *Arthroscopy* 1998; 14:747-752.
64. Tomaino MM, Miller RJ, Cole I, Burton RI. Scapholunate advanced collapse wrist: Proximal rowcarpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision? *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:134-142.
65. Watson HK, Weinzweig J, Zeppieri J. The natural progression of scaphoid instability. *Hand Clin* 1997; 13:39-49.
66. Smith RJ, Atkinson RE, Jupiter JB. Silicone synovitis of the wrist. *J Hand Surg [Am]* 1985; 10:47-60.
67. Peimer CA, Medige J, Eckert BS, Wright JR, Howard CS. Reactive synovitis after silicone arthroplasty. *J Hand Surg [Am]* 1986; 11:624-638.

# Injertos vascularizados en el tratamiento de las fracturas de escafoides con necrosis del polo proximal

C. Lamas, I. Proubasta y M. Llusà

## INTRODUCCIÓN

La incidencia de pseudoartrosis de escafoides es variable en la literatura, siendo del 5 al 50%. Sin embargo, cuando existe un tratamiento inadecuado puede llegar a ser del 54 al 65%.<sup>1</sup> La principal causa por la que se desarrolla una pseudoartrosis de escafoides es la necrosis del fragmento proximal debido al pobre aporte sanguíneo (Figs. 1 y 2). Si, además, no se instaura un tratamiento adecuado, la evolución hacia la artrosis radiocarpiana es la regla.<sup>2</sup>

El manejo de las pseudoartrosis de escafoides incluye las técnicas de injerto óseo, con las que se consigue un porcentaje de unión del 90 al 95%. Cuando estas técnicas fallan, el éxito de un procedimiento secundario con injerto óseo disminuye al 60% de consolidación. En los casos en los que los procedimientos con injer-



**Figura 1.** Proyección radiológica AP. Pseudoartrosis de escafoides carpiana con necrosis de polo proximal.



**Figura 2.** Resonancia nuclear magnética. Corte coronal e imagen potenciada en T1. Disminución de la señal de intensidad en el fragmento proximal necrótico.

to óseo convencional han fallado, o es una pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal, están indicadas las técnicas de injerto óseo vascularizado (IOV). Estas técnicas facilitan la curación y la revascularización del polo proximal avascular.<sup>3</sup> En este contexto, Sunagawa et al.<sup>3</sup> realizaron un estudio en perros, en los que fracturaron el escafoide y colocaron el fragmento proximal en nitrógeno líquido para simular una necrosis. Después de colocar el polo proximal en su posición, realizaron un IOV de radio distal. De los 11 casos así intervenidos, 8 consolidaron produciéndose una revascularización del fragmento proximal. No se produjo la consolidación en ninguno de los controles que recibieron tratamiento con injerto óseo convencional. De dicho estudio concluyeron que cuando existe una pseudoartrosis de escafoides con necrosis del fragmento proximal, los resultados con el IOV son superiores al injerto convencional, y las ventajas son un menor período de inmovilización y una mayor tasa de consolidación.<sup>4</sup>

## INDICACIONES DE LOS INJERTOS ÓSEOS VASCULARIZADOS EN EL CARPO

Los IOV pueden aplicarse en el carpo para acelerar la consolidación de las fracturas, reemplazar una deficiencia ósea y/o ayudar en la revascularización directa del hueso isquémico. La mayoría de veces, y cada vez con más frecuencia, los IOV se aplican para tratar fracturas y pseudoartrosis del escafoides, así como la enfermedad de Kienböck.<sup>5</sup> De hecho, los IOV se han propuesto como métodos apropiados para aumentar el índice y la frecuencia de consolidación de las fracturas con un mal pronóstico. En los últimos años, los injertos palmares y dorsales del radio distal, los de segundo metacarpiano, los de cóndilo femoral interno, y los injertos ilíacos libres han demostrado mejores resultados en comparación con los injertos convencionales. En el escafoides, el IOV suele utilizarse en las fracturas agudas desplazadas con fragmentos proximales pequeños, cuando existe déficit óseo, cuando se ha producido un fracaso de los injertos convencionales y en las pseudoartrosis de polo proximal, especialmente cuando se asocia a necrosis avascular.<sup>5</sup>

## PSEUDOARTROSIS DE ESCAFOIDES Y NECROSIS DEL POLO PROXIMAL

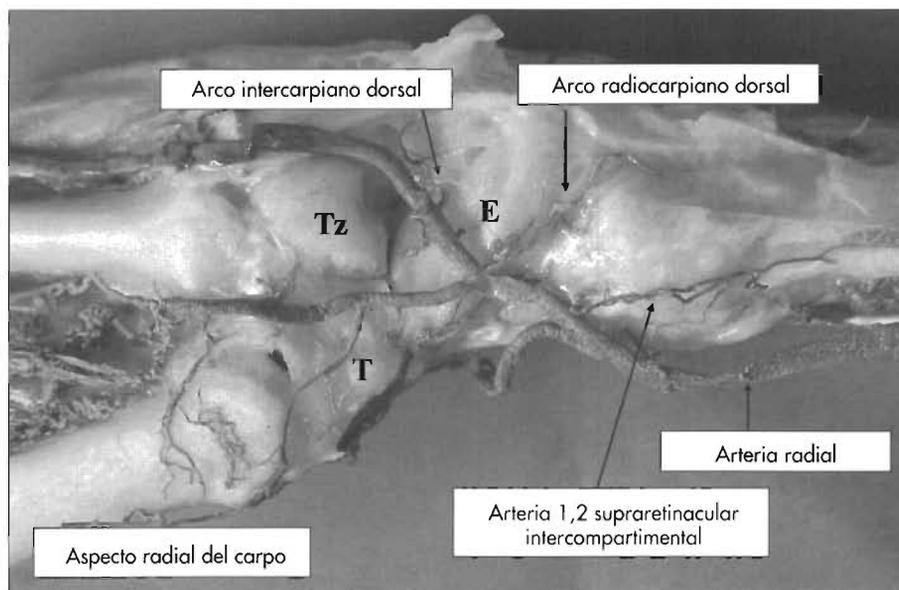
Los injertos óseos para el tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides fueron inicialmente concebidos por Adams en 1928.<sup>6</sup> Sin embargo, no fue hasta 1937 cuando Matti<sup>7</sup> describió un caso de consolidación de pseudoartrosis del escafoides después de la aplicación de injerto de hueso esponjoso a través de un abordaje dorsal. Posteriormente Russe en 1960<sup>8</sup> modificó la técnica, realizando un abordaje anterior para la colocación de un injerto corticoesponjoso en una cavidad previamente preparada en el interior del escafoides. Con este procedimiento la mayoría de las publicaciones han mostrado buenos resultados, con tasas de consolidación entre el 70 y el 90%. Sin embargo, cuando existe un compromiso de la vascularización del segmento proximal del escafoides, las publicaciones refieren una falta de consolidación entre el 50 y el 100%. Debido a que la mayoría de resulta-

dos obtenidos con el injerto convencional para tratar la pseudoartrosis de escafoides con necrosis del polo proximal eran malos, se han ido diseñando otras técnicas quirúrgicas.<sup>9-11</sup> Una de ellas, es la que describe Braun en 1983.<sup>12</sup> Se trata de un IOV de radio distal basado en un pedículo vascular de la arteria interósea anterior y del músculo *Pronator Quadratus*. Con esta técnica aplicada en 5 pacientes con pseudoartrosis de escafoides se consiguió la consolidación de la fractura. A pesar de la popularidad de este pedículo, existen distintos inconvenientes como son: la presencia de distintas variantes anatómicas, el arco de rotación corto, y la exposición del carpo por una vía palmar, que podría inestabilizar el carpo. El IOV basado en el arco radiocarpiano palmar se ha empleado también 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>9</sup> En 1991, Zaidenberg et al.<sup>14</sup> describieron un IOV basado en la primera arteria septal, o arteria ascendente de la estiloides radial, rama dorsal de la arteria radial. Nosotros preferimos utilizar la arteria descrita por Zaidenberg et al.<sup>14</sup> o arteria 1, 2 SRIC (Fig. 3). En el caso de que esta arteria esté ausente, hecho que ocurre en el 6% de los pacientes según estudios de Sheetz et al.,<sup>15</sup> se pueden emplear otros pedículos vasculares. Smith y Cooney<sup>16</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>17</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</sup> El aporte vascular con el IOV junto con la fijación con tornillo comporta un aporte biológico y mecánico que favorece la consolidación.<sup>19</sup> Para algunos autores,<sup>10,20</sup> el IOV da lugar a una consolidación más rápida y fuerte. De todas formas, sigue siendo una limitación de estos estudios determinar cuál es el grado real de aporte vascular en la zona de la lesión.<sup>10</sup> La avascularidad del fragmento proximal del escafoides está asociado 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. Todas las técnicas descritas fueron propuestas inicialmente en casos de necrosis avascular del polo proximal del escafoides o como una alternativa después de no lograr la consolidación con los injertos óseos de corticoesponjosa. Actualmente se consideran como una posibilidad de tratamiento para la pseudoartrosis del escafoides en ausencia de artrosis del carpo.<sup>5</sup>

## FUENTES DE INJERTOS ÓSEOS VASCULARIZADOS PARA LA PSEUDOARTROSIS DE ESCAFOIDES

Los IOV para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides pueden extraerse de diferentes localizaciones. Estos sitios incluyen el aspecto palmar



**Figura 3.** Disección anatómica mostrando la arteria 1,2 SRIC o de Zaidenberg. E = escafoides; T = trapecio; Tz = trapecoide.

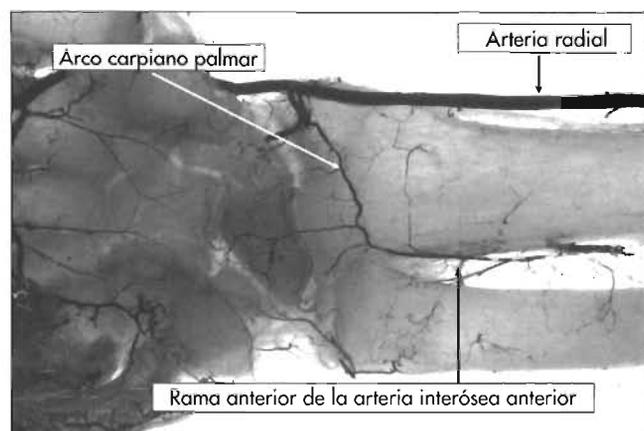
o dorsal del radio distal,<sup>12-15,22</sup> el cúbito distal,<sup>23</sup> y del primer y segundo metacarpianos.<sup>24-26</sup>

- Aspecto palmar del radio distal:
  - Injerto óseo del arco carpiano palmar.
  - Injerto óseo pediculado del músculo *Pronator Quadratus*.
- Aspecto dorsal del radio distal:
  - Arteria suprarretinacular intercompartimental del espacio 1,2 (1,2 SRIC).
  - Arteria suprarretinacular intercompartimental del espacio 2,3 (2,3 SRIC).
- Injerto óseo vascularizado de metacarpiano.
- Injerto óseo vascularizado de cúbito.

### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE LA SUPERFICIE PALMAR DEL RADIO DISTAL

La anatomía vascular del radio distal hace posible el poder tomar un IOV de su superficie dorsal y volar. La superficie palmar del radio distal presenta vascularización que proviene del arco metafisario y del arco carpiano palmar. El arco metafisario palmar transcurre a través del músculo *Pronator Quadratus* y se forma de ramas de la arteria radial y de la arteria interósea anterior. El arco carpiano palmar está formado por ramas que proceden de la arteria radial y de la división anterior de la arteria interósea anterior (Fig. 4). Braun<sup>12</sup> describe el injerto óseo pediculado de *Pronator Quadratus*, técnica que fue posteriormente modificada por otros autores.<sup>27</sup> El injerto óseo se extrae del aspecto palmar de la estiloides radial, y el *Pronator Quadratus* es desinsertado con el injerto óseo, y de su inserción en el cúbito distal.

La arteria carpiana palmar puede también utilizarse tomando un injerto óseo pediculado del lado más cubital del radio distal, como describe Kuhlmann et al.<sup>13</sup> La arteria carpiana palmar se visualiza al retraer el *Flexor Carpi Radialis* y el *Flexor Pollicis Longus*. Esta arteria recorre la parte distal al músculo *Pronator Quadratus*, y este se debe retraer proximalmente para levantar el injerto óseo. En el procedimiento de extracción del injerto se ha de tener cuidado de no lesionar la articulación radiocubital. Una vez extraído el injerto óseo, el pedículo se disecciona hasta la arteria radial. Finalmente, el injerto se coloca en el lecho preparado en el escafoide, también a través de un abordaje palmar. Mathoulin y Haerle<sup>22</sup> presentaron los resultados de esta técnica en 72 pacientes con pseudoartrosis de escafoides obteniendo un 91,6%



**Figura 4.** Preparación por diafanización de las arterias volares de la muñeca. Técnica de Spalteholz. Se observa el arco carpiano palmar que es fuente de injertos óseos vascularizados.

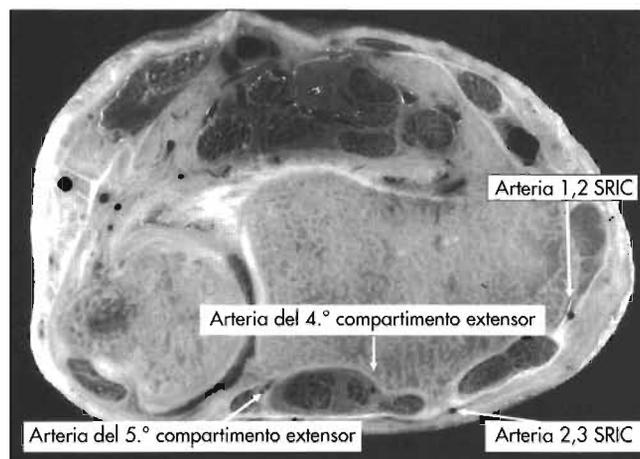


**Figura 5.** Región dorsal de la muñeca. Disección anatómica e inyección con látex negro. Arteria 1,2 SRIC y 2,3 SRIC localizadas en la superficie dorsal del retináculo extensor, entre primer y segundo, y entre segundo y tercer compartimento extensor respectivamente.

de consolidación. Las complicaciones incluyen la distrofia simpática refleja, la artrosis radioescafoidea y la rigidez articular.

### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE LA SUPERFICIE DORSAL DEL RADIO DISTAL

El aspecto dorsal del radio distal presenta varias arterias longitudinales que pueden emplearse como pedículos de injertos óseos. La suplencia vascular dorsal del radio distal procede de ramas de la arteria radial, arteria cubital y arteria interósea. Los cuatro vasos que aportan arterias nutrientes a la porción dorsal del radio se describen mejor por su relación con los compartimentos extensores de la muñeca y el retináculo de los extensores.<sup>15,28</sup> Dos de los vasos tienen su localización superficial, y discurren sobre la superficie dorsal del retináculo de los extensores, entre el primero y el segundo, y entre el segundo y el tercer compartimento dorsal. En estas localizaciones, el retináculo se adhiere a un tubérculo óseo subyacente que separa sus respectivos compartimentos, permitiendo que los vasos nutrientes penetren en el hueso. Debido a su localización se han denominado arterias 1,2 y 2,3 suprarretinaculares intercompartimentales (SRIC)<sup>15</sup> (Fig. 5). La arteria 1,2 suprarretinacular intercompartimental fue descrita originariamente por Zaidenberg et al.,<sup>14</sup> llamada también arteria ascendente de la arteria radial. Esta rama se origina de la arteria radial, aproximadamente a 5 cm en dirección proximal a la articulación radiocarpiana, pasando por detrás del músculo y el tendón *Brachiorradialis*, para discurrir por la superficie dorsal del retináculo de los extensores. En dirección distal, entra en la tabaquera anatómica para anastomosarse con la arteria radial, el arco radiocarpiano o ambos. Este origen es la rama irrigante ascendente descrita anteriormente. Es un vaso que tiene 0,30 mm de diámetro interno medio. Proporciona varias arterias nutrientes hasta el hueso.<sup>5,15,28</sup> Zaidenberg et al.<sup>14</sup> emplearon el IOV de arteria 1,2 SRIC en 11 pacientes con pseudoartrosis de escafoides consiguiendo la consolidación en todos los casos. La ventaja de este pedículo es su fácil identificación puesto que la localización es superficial a la estiloides radial.<sup>15,28</sup> Sin embargo, el inconveniente es que el arco de rotación es suficiente pero corto, las ramas nutrientes pequeñas en número y calibre, y el vaso está presente en el 94% de las muñecas, por lo que en caso de ausen-



**Figura 6.** Corte transversal de la muñeca. Arterias de las correderas extensoras.

cia se tienen que prever otros pedículos.<sup>15</sup> La arteria 2,3 SRIC se origina de la arteria interósea anterior o de la división posterior de la arteria interósea anterior. Discurre en sentido superficial al retináculo extensor, directamente sobre el tubérculo de Lister para anastomosarse con el arco intercarpiano dorsal y, en algunos casos, el arco radiocarpiano dorsal, la arteria del 4 compartimento de los extensores o ambos. Tiene un diámetro interno medio de 0,35 mm. Estas ramas nutrientes penetran en el hueso esponjoso.<sup>5,15,28</sup> Al igual que la arteria 1,2 SRIC presenta un pedículo fácil de visualizar debido a su posición superficial. Como consecuencia de su posición dorsal medio axial, su arco de rotación alcanza toda la fila carpiana proximal. Sus arterias nutrientes son algo más grandes y con una mayor probabilidad de irrigar el hueso esponjoso que la arteria 1,2 SRIC. Es potencialmente útil para la enfermedad de Kienböck o la pseudoartrosis de la porción proximal del escafoides. Otras arterias que suplen el radio distal están localizadas dentro del compartimento extensor 4 y 5 (Fig. 6). La arteria del 4 compartimento extensor (cuarta corredera) proviene de la división posterior de la arteria interósea anterior o por la arteria del 5 compartimento.<sup>15,29</sup> La arteria del 4 compartimento extensor discurre directamente adyacente al nervio interóseo posterior, en la cara radial del cuarto compartimento de los extensores. Se anastomosa en dirección distal al radio con el arco intercarpiano dorsal y, en la mayoría de los casos, con el arco radiocarpiano dorsal. Las anastomosis con las arterias vecinas son frecuentes. Tiene un diámetro interno medio de 0,38 mm. La arteria del 4 compartimento es el origen de numerosos vasos nutrientes que penetran en el suelo de este compartimento para irrigar el hueso esponjoso.<sup>5,15,28</sup> La arteria del 5 compartimento extensor (quinta corredera) es la más grande de todos los vasos dorsales, con un diámetro interno medio de 0,49 mm. Está localizada en el suelo radial del 5 compartimento. Este vaso se origina de la división posterior de la arteria interósea anterior y se anastomosa en dirección distal con el arco intercarpiano dorsal. Su gran diámetro y las múltiples anastomosis permiten la creación de un pedículo vascular que puede alcanzar cualquier lugar del carpo.<sup>5,15,29</sup> Estas dos arterias están un poco alejadas del escafoides por lo que no se suelen emplear para el tratamiento de las pseudoartrosis, pero pueden ser útiles en el tratamiento de la necrosis avascular del semilunar.<sup>5,29</sup>

### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE ARTERIA METACARPIANA

Los injertos óseos vascularizados pueden también obtenerse de la cabeza del primer y segundo metacarpiano. La arte-

ria del primer metacarpiano descansa dorsal a éste, y proviene directamente de la arteria radial en la tabaquera anatómica.<sup>24</sup> La arteria del primer metacarpiano puede ser expuesta con la retracción del *Extensor Pollicis Brevis* y del *Abductor Pollicis Longus*. El injerto óseo es fácil de levantar tanto en la cabeza como en la base del metacarpiano. La longitud del pedículo depende del área en que la arteria del primer metacarpiano deja la arteria radial y descansa por encima del metacarpiano. En la mayoría de las veces, se encuentra encima del metacarpiano de 1 a 1,5 cm distal a la articulación trapezio metacarpiana, después de su origen de la arteria radial. El tamaño del injerto es limitado puesto que es un hueso pequeño, y el calibre de la arteria es de 0,8 a 1,2 mm.<sup>5</sup>

Este pedículo vascular suele emplearse para la reconstrucción del pulgar, y se han usado con éxito en la pseudoartrosis de escafoides y en la enfermedad de Kienböck. Se ha descrito también el IOV de la cabeza de los metacarpianos de los dedos índice y medio.<sup>22</sup> Estos injertos están basados en las arterias intermetacarpianas, cada una de las cuales aporta ramas periósticas en el lado radial y cubital de la cabeza de los metacarpianos. El injerto se eleva en la cabeza del metacarpiano proximal al ligamento colateral de la articulación metacarpofalángica. Mathoulin y Brunelli<sup>25</sup> aportan 14 de 15 casos de consolidación de pseudoartrosis de escafoides tratadas con esta técnica.

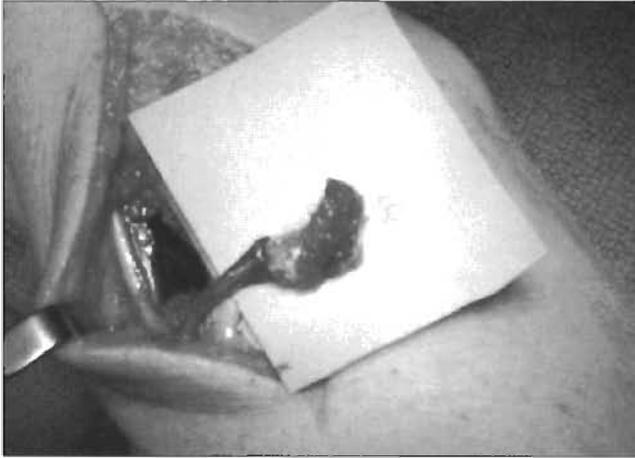
### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE LA ARTERIA CUBITAL

Guimberteau y Panconi en 1990<sup>23</sup> describen otro injerto óseo cuyo pedículo vascular proviene de una rama de la arteria cubital. Este injerto es elevado del lado cubital del cúbito, proximal a la articulación radiocubital distal y a través de un acceso palmar. Primero, se identifica la arteria cubital y la rama que atraviesa el músculo *Flexor Carpi Ulnaris*. El pedículo se basa en esta rama, pero la arteria cubital debe ligarse proximalmente para llegar hasta el escafoides.<sup>5,23</sup> Con este procedimiento los autores obtuvieron la consolidación en 8 casos de pseudoartrosis de escafoides.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

### INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE LA ARTERIA 1,2 SRIC PARA TRATAR UNA PSEUDOARTROSIS DE ESCAFOIDES CON NECROSIS DEL POLO PROXIMAL

El paciente se coloca en decúbito supino bajo anestesia axilar y manguito neumático en 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 supra-retinacular entre los compartimentos extensores primero y segundo, o arteria 1,2 SRIC. Esta arteria asciende superficial al retináculo extensor, también llamada primera arteria septal del dorso o de Zaidenberg.<sup>14</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® (Acumed, Hillsboro, OR) 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>30</sup> Se



**Figura 7.** Injerto óseo vascularizado de la arteria 1,2 SRIC.

inserta lo más palmar posible sin que produzca una lesión en la cortical. La escopia se realiza al final de la inserción del tornillo para comprobar la colocación correcta. Una vez situado el tornillo, se hace 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 escafoide para la inserción del injerto óseo, se realiza la extracción del mismo. Para sacar el injerto óseo de radio distal se usan unos escoplos finos. Se practica una incisión en el periostio, y se eleva el injerto con parte del retináculo y con su pedículo vascular la arteria 1,2 SRIC. La arteria no debe disecarse. Una vez extraído el injerto óseo éste se eleva con la arteria 1,2 SRIC en su dorso rama de la arteria radial (Fig. 7). En algunas ocasiones presenta anastomosis con el arco radiocarpiano dorsal. Se transfiere el IOV al defecto creado en el escafoide sin provocar tensión en el pedículo vascular. El injerto se fija apretando sólo por los extremos. La media de longitud del pedículo es de 2,5 a 3,5 cm. La fijación del escafoide puede realizarse como en este caso con un tornillo o con 2 agujas de Kirschner (Fig. 8). Se cierra la cápsula, el retináculo extensor y la piel. Se inmoviliza con yeso durante 6 semanas y se inicia rehabilitación posteriormente.



**Figura 8.** Radiografía AP. Consolidación de una pseudoartrosis de escafoide tratada con injerto óseo vascularizado y fijación interna con tornillo según la técnica de Carter.

## VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL INJERTO ÓSEO VASCULARIZADO DE LA ARTERIA 1,2 SRIC

Las ventajas de esta técnica son la fácil localización de la arteria 1,2 SRIC que es superficial al retináculo extensor,<sup>15,28,29</sup> y la presencia de una menor lesión de partes blandas, en comparación con las técnicas por vía palmar. Otra de las ventajas es el tamaño del IOV, que es mayor comparado con el que se obtiene de los metacarpianos. Debido a que la pseudoartrosis de escafoide se presenta en la mayoría de las ocasiones con una necrosis del polo proximal, el IOV aporta los beneficios biológicos para facilitar la curación de estas difíciles fracturas.<sup>3,4</sup> Los inconvenientes de esta técnica son: que se ha de tener cuidado de no lesionar la arteria en la extracción del injerto; que la longitud del pedículo para el escafoide es suficiente pero es justa, y que esta arteria no es constante, está presente en el 94% de las muñecas.<sup>15</sup>

## REFERENCIAS

1. Moreno R, Gupta A. Vascularized bone grafts for the repair of scaphoid nonunion. *Atlas Hand Clin* 2003; 8:117-128.
2. Lindstrom G, Nystrom A. Natural history of scaphoid nonunion, with special reference to asymptomatic cases. *J Hand Surg* 1992; 17 B: 697-700.
3. Sunagawa T, Bishop A, Maramatsu K. Role of conventional and vascularized bone grafts in scaphoid nonunion with avascular necrosis: a canine experimental study. *J Hand Surg* 2000; 25 A: 849-59.
4. Weiland AJ, Phillips TW, Randolph MA. Bone grafts: a radiologic, histologic and biomechanical model comparing autografts, allografts, and free vascularized bone grafts. *Plast Reconstr Surg* 1984; 74: 368-79.
5. Bishop AT. Injertos óseos vascularizados. En: *Cirugía de la Mano*. Green, Hotchkiss, Pederson, Wolfe. Madrid: Marban Libros SL, 2007.
6. Adams JD. Fracture of the carpal scaphoid. A new method of treatment with a report of one case. *New Engl J Med* 1928; 198: 401-404.
7. Matti H. Über die benhandlung der naviculare-fracture und der refractura patellaedurch plombierung mit spongiosa. *Zentrabl Chir* 1937; 64: 2353.
8. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment and operative treatment. *J Bone Joint Surg* 1960; 42 A: 759-768.
9. 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: 155-164.
10. Gabl M, Reinhart C, Lutz M, Bodner G, Rudisch A, Hussl H, Pechlauer S. 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* 1999; 81 A: 1414-1428.
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* 2006; 31 A: 397-404.
12. Braun RM. Pronator pedicle bone grafting in the forearm and proximal carpal row. *Orthop Trans* 1983; 7: 35.
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* 1987; 12 B: 203-210.
14. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg* 1991; 16 A: 474-478.
15. 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* 1995; 20 A: 902-914.
16. Smith BS, Cooney WP. Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid. Treatment options and results. *Clin Orthop* 1996; 327: 98-102.
17. Chang MA, Bishop AT, Moran SL. The outcomes and complications of 1, 2 intercompartmental suparetinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg* 2006; 31 A: 387-396.
18. Pokorny JJ, Davins H, Moneim MS. Vascularized bone grafts for scaphoid nonunion. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2003; 7: 32-36.

19. Robbins R, Carter PR. Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunions of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg* 1995; 20 A: 818-831.
20. Steinmann SP, Bishop AT. A vascularized bone graft for repair of scaphoid nonunion. *Hand Clin* 2001; 17: 647-653.
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* 1985; 67 A: 428-432.
22. Mathoulin C, Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid nonunion. *J Hand Surg* 1998; 23 B: 318-323.
23. Guimberteau JC, Panconi B. Recalcitrant non-union of the scaphoid treated with a vascularized bone graft based on the lunar artery. *J Bone Joint Surg* 1990; 72 A: 88-97.
24. Bertelli JA, Pagliei A, Lassau JP. Role of the first dorsal metacarpal artery in the construction of pedicled bone grafts. *Surg Radiol Anat* 1992; 14: 255-277.
25. Brunelli F, Mathoulin S. Description d'un graffon osseux vascularisé prelevé au niveau de la tete du deuxième metacarpien. *Ann Chir Main* 1992; 11: 40-45.
26. Yüçeturk A, İsiklar ZU, Tunkay C, Tündogan R. Treatment of scaphoid nonunions with vascularized bone graft based on the first dorsal metacarpal artery. *J Hand Surg* 1997; 22 B: 425-427.
27. Kawai H, Yamamoto K. Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg* 1988; 70 B: 829-31.
28. Lamas C, Llusà M, Méndez A, Proubasta J, Carrera A, Forcada P. Intraosseous vascularity of the distal radius: anatomy and clinical implications in distal radius fractures. *Hand* 2009; 4: 418-423.
29. Shin AY, Bishop AT. Vascularized bone grafts from the distal radius for disorders of the carpus. *Am Soc Surg Hand* 2002; 2 (4): 181-194.
30. 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* 1989; 14A: 1-12.

# Fijación percutánea de las fracturas del escafoides

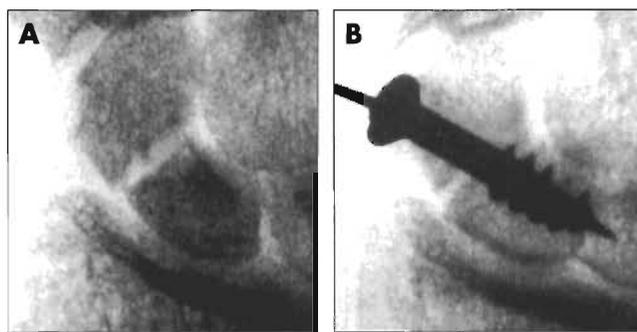
A. P. Gutow

## RESUMEN

Algunos adelantos recientes en materia de técnicas e implantes quirúrgicos han renovado el interés por la fijación de las fracturas del escafoides con tornillos percutáneos. El tratamiento cerrado (escayola o inmovilización) de las fracturas agudas del escafoides en general arroja buenos resultados, porque se logra consolidación; sin embargo, este tipo de tratamiento puede originar un retardo de la consolidación, pseudoartrosis, consolidación viciosa, rigidez articular consecutiva a la escayola y pérdida del tiempo afectado al trabajo remunerado (lucro cesante) y a las actividades recreativas. Se ha propuesto la fijación percutánea aguda de la fractura del escafoides como método para minimizar algunas de las complicaciones del tratamiento cerrado. Se ha informado que con el tratamiento percutáneo tanto de las fracturas sin desplazamiento como de las fracturas desplazadas del escafoides puede lograrse un índice de consolidación de casi 100% con mínimas complicaciones. La fijación de las fracturas del escafoides con tornillos de compresión sin cabeza puede realizarse tanto por vía palmar como por vía dorsal. La reducción y alineamiento de la fractura se evalúan mediante fluoroscopia y artroscopia. Actualmente, la fijación interna percutánea aguda es la opción terapéutica habitual para un grupo selecto de pacientes con fractura aguda del escafoides.

Aunque hay una experiencia quirúrgica de casi un siglo sobre el tratamiento las fracturas agudas del escafoides, la terapia ideal de este tipo de lesiones todavía no se ha establecido.<sup>1,2</sup> Entre las técnicas terapéuticas actuales están la inmovilización mediante escayola antebraquial, la escayola antebraquial con inclusión del pulgar o la escayola braquial con inclusión de pulgar, la reducción abierta y fijación interna con agujas o tornillos y la fijación cerrada con tornillos percutáneos. Sin el tratamiento adecuado, existe riesgo de pseudoartrosis o consolidación viciosa del escafoides, que luego pueden evolucionar hacia la artrosis. Sin embargo, incluso con un tratamiento pueden surgir complicaciones tanto a partir de la inmovilización con escayola como de la fijación interna. A pesar de recibir un tratamiento con escayola adecuado, el riesgo de algunas fracturas del escafoides de evolucionar a la pseudoartrosis es del 5 al 55% según el tipo de fractura. Además, algunos pacientes con una fractura en la que tras un exitoso tratamiento con escayola se logró la consolidación, pueden presentar dolor de muñeca secundario a artrosis como consecuencia de la consolidación viciosa de la fractura.<sup>3-7</sup>

Por otra parte, es característico que las fracturas agudas del escafoides se presenten en una población joven y en edad pro-



**Figura 1.** Streli fue el primero en publicar un ejemplo de fijación percutánea o fijación a través de una incisión mínima. En este caso el abordaje fue anterior y la fijación se realizó con un tornillo canulado con cabeza diseñada por el mismo Streli. En los casos de retardo de la consolidación y pseudoartrosis, Streli logró un índice de consolidación de 70%. [Reimpreso con permiso de Streli R: Percutaneous screwing of the navicular bone of the hand with a compression drill screw [a new method] [German]. *Zentralbl Chir* 1970; 95: 1060-1078.]

ductiva (promedio de edad: 25 años) con una incidencia de 23 a 43 cada 100.000 personas por año; por lo tanto, en términos de pérdida por lucro cesante y de las actividades recreativas, la morbilidad del tratamiento en sí es significativa.<sup>8,9</sup> Estos pacientes jóvenes y activos prefieren evitar los largos períodos de inmovilización con escayola; lo que prefieren es recibir un tratamiento único y definitivo.

El primero en tratar las fracturas del escafoides con un método de fijación percutánea mediante tornillos canulados con cabeza fue Streli,<sup>10</sup> en Alemania, en 1962, y lo hizo como modificación de la técnica de McLaughlin<sup>11</sup> de reducción abierta y fijación interna con tornillos macizos (Fig. 1). Posteriormente, en 1991, Wozasek y Moser<sup>12</sup> publicaron una serie de más de 200 casos tratados con la técnica de Streli del abordaje anterior asistido por tracción y la fijación mediante tornillos canulados con cabeza, por medio de la cual obtuvieron un índice de consolidación de 89% en las fracturas agudas. Los avances en el tornillo de compresión canulado sin cabeza han facilitado la introducción del tornillo y han dado lugar a algunas publicaciones recientes sobre la fijación percutánea aguda de las fracturas del escafoides, con índices de consolidación de 100% en algunas series.<sup>2,13-19</sup>

## CLASIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD

Para diagnosticar y clasificar una fractura del escafoides se requieren radiografías adecuadas. Las tres incidencias radiográ-

**TABLA 1**  
**CLASIFICACIÓN DE HERBERT DE LAS FRACTURAS DEL ESCAFOIDES**

Tipo	Descripción
A	Fractura aguda estable
A1	Fractura del tubérculo
A2	Fractura incompleta de la cintura
B	Fractura aguda inestable
B1	Fractura oblicua del tercio distal
B2	Fractura de la cintura completa y desplazada o móvil
B3	Fractura del polo proximal
B4	Fractura-luxación carpiana transescafoidea
C	Retardo de la consolidación
D	Pseudoartrosis
D1	Pseudoartrosis fibrosa (estable)
D2	Pseudoartrosis desplazada (inestable)

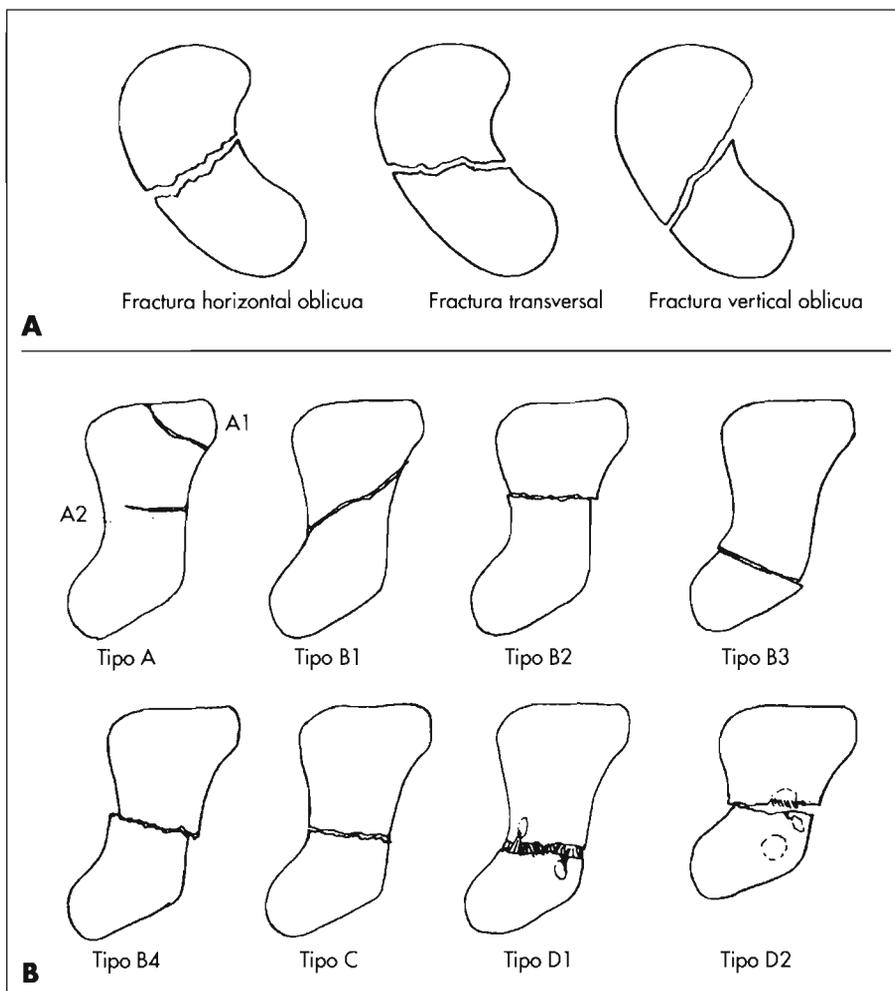
Adaptado con permiso de Herbert TJ: The Fractured Scaphoid, St. Louis, MO: Quality Medical Publishing, 1990, p. 52.

(Tabla 1, Fig. 2). Sin embargo, al parecer, los criterios detallados en la clasificación de Mayo<sup>20</sup> están más respaldados por la evidencia clínica, que muestra mayores índices de pseudoartrosis a partir de los tratamientos de inmovilización con escayola en las fracturas inestables que a partir de idénticos tratamientos en las fracturas estables. Cooney y cols.<sup>20</sup> definen la inestabilidad de las fracturas de la cintura del escafoides como un desplazamiento  $\geq 1$  mm, conminución importante o angulación (desalineación), es decir, pérdida interna de la alineación interna del escafoides o pérdida de la alineación intercarpiana.<sup>20</sup> (Tabla 2).

Las fracturas del polo proximal del escafoides, independientemente de su grado de desplazamiento, también se incluyen en el grupo de las fracturas inestables. Se ha informado que las fracturas desplazadas (brecha >1 mm) tratadas mediante inmovilización con escayola, presentan un índice de pseudoartrosis de hasta 55%, y las fracturas anguladas, uno de hasta 33%.<sup>3,7</sup> Weber<sup>7</sup> señaló que el desplazamiento y la angulación suponen una lesión de los ligamentos de estabilización adyacentes; en este sentido, las lesiones contiguas son más graves en las fracturas desplazadas que en las fracturas anguladas. Las fracturas del polo proximal del escafoides son inestables incluso cuando inicialmente están alineadas, y cuando son tratadas

ficas estándares de la muñeca deben complementarse con una radiografía de frente del escafoides, que se toma con la muñeca en desviación cubital y extensión de 45°, lo cual coloca el eje mayor del escafoides en una posición más perpendicular con respecto al haz de rayos. La tomografía axial computarizada (TC) muchas veces muestra un mayor desplazamiento que el que comúnmente puede apreciarse en las radiografías simples de rutina y, por lo tanto, se la recomienda en los casos en los cuales el desplazamiento es dudoso. La TC puede ayudar a planificar el tratamiento al mostrar el grado exacto de desplazamiento de la fractura y la pérdida de alineación intraescafoidea e intercarpiana. La resonancia magnética nuclear también puede ser valiosa para diagnosticar un desplazamiento óseo en las fracturas agudas ocultas (especialmente en las del polo proximal del escafoides), que pueden requerir fijación interna, y también para diagnosticar una necrosis avascular.

La clasificación de las fracturas en alineadas o desalineadas y en estables o inestables puede guiar el tratamiento al predecir su grado de estabilidad y, por lo tanto, sus posibilidades de consolidación mediante una inmovilización con escayola.<sup>7,20,21</sup> La localización y la orientación de la fractura, como se describen tanto en la clasificación de Russe<sup>22</sup> como en la de Herbert,<sup>21</sup> tienen cierto valor para predecir la estabilidad de la fractura



**Figura 2. A.** Clasificación de Russe de las fracturas del escafoides. **B.** Clasificación de Herbert de las fracturas del escafoides. (Panel A adaptado con permiso de Russe O: Fracture of the carpal navicular: Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42: 759-768. Panel B adaptado con permiso de Herbert TJ: The Fracture Scaphoid. St. Louis, MO: Quality Medical Publishing, 1990, p. 52.)

**TABLA 2**  
**CLASIFICACIÓN DE MAYO DE LAS FRACTURAS DEL ESCAFOIDES**

**Estables**

- Desplazamiento < 1 mm
- Alineación intercarpiana normal
- Fracturas del polo distal

**Inestables**

- Desplazamiento > 1 mm
- Angulo intraescafoideo lateral > 35°
- Pérdida ósea o conminución
- Fractura-luxación perilunar
- Inestabilidad segmentaria intercalar dorsal (DISI, por su sigla en inglés)
- Fracturas del polo proximal

Adaptada con permiso de Cooney WT III: Scaphoid fractures: Current treatments and techniques. *Instr Course Lect* 2003; 52: 197-208.

mediante inmovilización con escayola presentan una incidencia de pseudoartrosis de 30%.<sup>2,7,23</sup>

**FIJACIÓN PERCUTÁNEA**

El tratamiento sistemático de las fracturas del escafoides mediante fijación percutánea, como lo presentó Strelí, requería tanto una fluoroscopia más avanzada para colocar mejor el tornillo como un tornillo más fácil de colocar en sí, lo cual fue posible gracias al tornillo de compresión sin cabeza diseñado por Herbert,<sup>21</sup> y a la modificación que llevó a cabo Whipple,<sup>24</sup> entre otros, para transformarlo en un tornillo canulado sin cabeza.<sup>13,14,21,25</sup> Usando el diseño del tornillo de compresión sin cabeza, Haddad y Goddard<sup>14</sup> modificaron la técnica de Strelí de fijación palmar a través de una incisión mínima asistida por tracción, colocando el tornillo de distal a proximal y recurriendo a la articulación escafotrapecial en caso necesario. Otros emplearon el mismo abordaje palmar sin tracción, con la muñeca extendida sobre un apoyabrazos.<sup>13,15,16</sup> Whipple<sup>24</sup> añadió la artroscopia para facilitar la reducción de la fractura y diseñó un tornillo canulado sin cabe-

**TABLA 3**  
**RESULTADOS DEL TRATAMIENTO MEDIANTE FIJACIÓN PERCUTÁNEA DE LA FRACTURA DEL ESCAFOIDES**

Estudio	Abordaje	Implante	N.º de fracturas Tipo	Índice de consolidación (%) <sup>*</sup>
Serie retrospectiva de Strelí <sup>10</sup>	Palmar mínimo asistido por tracción	Tornillo canulado con cabeza	6 retardos de la consolidación, 4 pseudoartrosis	70
Wozasek y Moser <sup>12</sup>	Palmar mínimo asistido por tracción	Tornillo canulado con cabeza	146 fracturas agudas, 33 retardos de la consolidación y pseudoartrosis	89 (agudas), 81,8 (retardos de la consolidación/pseudoartrosis)
Ledoux y cols. <sup>15</sup>	Palmar mínimo	Tornillo macizo sin cabeza con rosca de grosor variable (tornillo de Herbert <sup>†</sup> )	19 fracturas agudas, 4 pseudoartrosis	100
Inoue y Shionoya <sup>13</sup>	Palmar mínimo	Tornillo macizo sin cabeza con rosca de grosor variable (tornillo de Herbert <sup>†</sup> )	40 fracturas agudas	100
Haddad y Goddard <sup>14</sup>	Percutáneo palmar asistido por tracción	Tornillo canulado sin cabeza con rosca de grosor variable (Acutrak <sup>‡</sup> )	15 fracturas agudas	100
Yip y cols. <sup>19</sup>	Palmar mínimo	Tornillo canulado con cabeza	46 fracturas agudas	100
Slode y cols. <sup>2</sup>	Percutáneo dorsal asistido por artroscopia	Tornillo canulado sin cabeza con rosca de grosor variable (Acutrak <sup>‡</sup> )	18 fracturas agudas, 9 retardos de la consolidación	100
Slade y cols. <sup>18</sup>	Percutáneo dorsal asistido por artroscopia	Tornillo canulado sin cabeza con rosca de grosor variable (Acutrak <sup>‡</sup> )	15 pseudoartrosis	100
Serie aleatorizada prospectiva de Bond y cols. <sup>16</sup>	Percutáneo palmar	Tornillo canulado sin cabeza con rosca de grosor variable (Acutrak <sup>‡</sup> )	11 fracturas agudas estables sin desplazamiento	100
Adolfsson y cols. <sup>17</sup>	Percutáneo palmar	Tornillo canulado sin cabeza con rosca de grosor variable (Acutrak <sup>‡</sup> )	25 fracturas agudas estables sin desplazamiento	100

<sup>\*</sup> En series aleatorizadas prospectivas, índice de consolidación entre los pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico. <sup>†</sup> Zimmer, Warsaw, Indiana. <sup>‡</sup> Acumed, LLC, Hillsboro, Oregon.

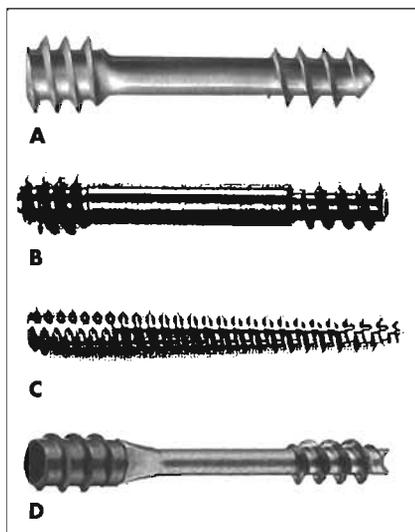
za para insertar en forma percutánea. Slade y cols.<sup>25</sup> ampliaron el concepto de Whipple de la asistencia artroscópica con un abordaje percutáneo dorsal asistido por artroscopia y el signo del anillo del escafoides flexionado para facilitar la colocación de la clavija guía en el centro del escafoides.

Serías recientes de fracturas del escafoides tratadas mediante fijación percutánea muestran como resultado general un índice de consolidación de 100% en las fracturas tratadas mediante este tipo de fijación quirúrgica realizado tanto por vía palmar como por vía dorsal (Tabla 3). Algunos estudios aleatorizados prospectivos que comparan la fijación aguda con el tratamiento incruento con escayola de las fracturas estables del escafoides han mostrado que los pacientes con fracturas fijadas en forma quirúrgica presentan mayor velocidad de consolidación y un retorno más rápido al trabajo<sup>16,17</sup> (Tabla 3).

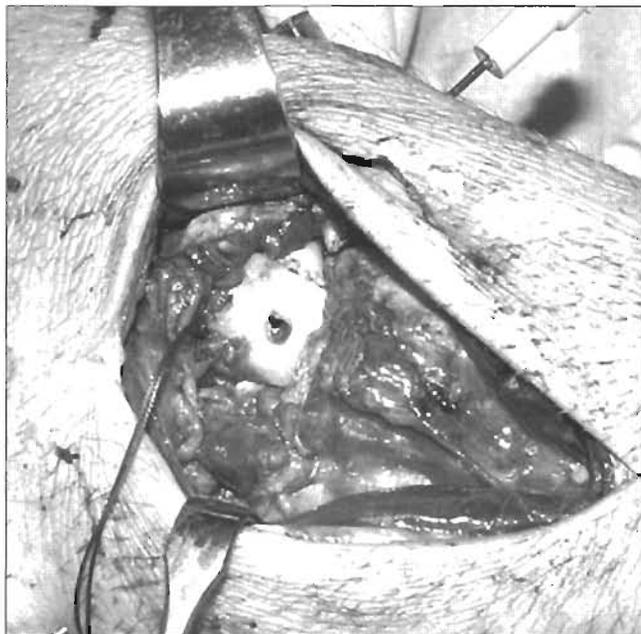
## TIPOS DE IMPLANTES

Existen diversos tornillos de compresión. Las diferencias más notables entre ellos son las inherentes a su diseño con cabeza o sin cabeza, a si son canulados o no canulados, a si tienen rosca total o rosca parcial, a su diámetro y al método de compresión que se emplea para colocarlos (Fig. 3). Si bien se ha estudiado exhaustivamente el grado de compresión generado por diversos tornillos de compresión interna, probablemente la rigidez de la fijación sea el factor de mayor importancia que interviene en la consolidación de la fractura del escafoides. La rigidez absoluta de un tornillo de metal es directamente proporcional a su radio elevado a la cuarta potencia [ $r^4$ ],<sup>26</sup> sin embargo, en el caso de las fracturas del escafoides, la rigidez del constructo hueso-tornillo es directamente proporcional al área de la superficie del hueso que está en contacto con el tornillo en cada fragmento de la fractura. Esta área de superficie de hueso esponjoso que resiste la flexión es una función del diámetro del tornillo y de la longitud de la parte del tornillo insertada en cada fragmento de la fractura. Un tornillo colocado más centralmente en general es más largo y permite que la longitud de la parte insertada en cada fragmento de la fractura sea mayor, en comparación con un tornillo que se coloca en forma periférica.

En su serie, Cosio y Camp<sup>27</sup> mostraron un índice de consolidación de 77% en las pseudoartrosis del escafoides gracias a la simple inserción percutánea de múltiples agujas de 1 mm, que brindan rigidez y resistencia a la flexión pero no a la compresión.



**Figura 3.** Tornillos de compresión sin cabeza habitualmente usados para fijar las fracturas del escafoides. **A.** Tornillo macizo de Herbert (Zimmer, Warsaw, Indiana). **B.** Tornillo canulado de Herbert/Whipple (Zimmer). **C.** Tornillo canulado de rosca total Acutrak® (Acumed, Hillsboro, Oregon). **D.** Tornillo de compresión de doble rosca Twin-Fix (Stryker, Kalamazoo, Michigan). Además, existen tornillos canulados tipo Herbert (Millenium Compression Screw, Millenium Medical Technologies, Santa Fe, Nueva México).



**Figura 4.** Imagen intraoperatoria de un tornillo de diámetro grande que muestra el tamaño del borde de salida de un tornillo de 4 mm de diámetro (Acutrak estándar) en el polo proximal del escafoides. (Cortesía de Andrew Gutow, MD.)

Tal vez la mayor compresión que ejercen algunos tornillos favorezca la consolidación al promover la consolidación ósea primaria en el sitio de la fractura, al aumentar la velocidad de la consolidación y al incrementar la rigidez del constructo hueso-tornillo a partir de la interdigitación directa de los fragmentos de la fractura; sin embargo, ningún dato *in vivo* muestra la ventaja de una mayor compresión.

Al elegir un implante para fijar las fracturas del escafoides, uno por un lado debe tener en cuenta los beneficios de la rigidez (que aumentan cuando se usa el tornillo más grande) y, por el otro lado, las dificultades inherentes a introducir totalmente un implante más grande en el cuerpo del escafoides. Algunos cirujanos han manifestado sus inquietudes con respecto al tamaño del orificio que podría dejar un tornillo más grande (p. ej., un Acutrak® de tamaño estándar, cuyo borde de salida tiene un diámetro de 4 mm) en el fragmento proximal del escafoides (es decir, en el área de la articulación radiocarpiana) (Fig. 4). Sin embargo, hasta ahora la artrosis radiocarpiana no se ha considerado un tema de mayor importancia en las series clínicas.<sup>18,28</sup>

Para realizar una fijación percutánea o una fijación a través de una incisión mínima, es preferible usar un tornillo de compresión canulado sin cabeza. Con el sistema del canulado es posible usar una clavija guía, lo cual permite controlar mejor la ubicación del tornillo. Un diseño sin cabeza permite introducir el tornillo totalmente en el hueso y, por lo tanto, permite colocarlo más próximo al eje central del escafoides. Además, con el diseño sin cabeza se evitan problemas tales como la erosión que produce el tornillo con cabeza en el hueso circundante, como se ve en el caso de estos tornillos colocados por vía distal, cuyas cabezas erosionan el trapecio.<sup>19</sup> Es posible colocar el tornillo en el eje central del escafoides implantándolo o bien a través de la articulación radiocarpiana por vía proximal, o bien a través de la articulación escafo-trapecial por vía distal.

Los cirujanos que colocan los tornillos rígidos de mayor diámetro (diámetro del borde de salida de 4 mm) han informado

una consolidación exitosa al implementar la inmovilización intermitente después de la cirugía;<sup>2,14,16</sup> otros prefieren la inmovilización con escayola excepto en el caso de las fracturas sin desplazamiento más estables.<sup>29</sup> Sin embargo, con la fijación rígida, la inmovilización con escayola posoperatoria parece innecesaria. Los resultados de las series clínicas indican que, cuando se coloca un tornillo largo y lo suficientemente rígido en un buen hueso, la fijación es adecuada. Es probable que con una fijación rígida no se necesite inmovilización con escayola posoperatoria, y conviene comenzar un programa de movilidad controlada que combine inmovilización intermitente con ejercicios de movilidad articular y ejercicios de puño con carga axial. Herbert<sup>21</sup> ha afirmado que es posible lograr una mejor fijación mediante la aplicación de carga precoz porque así se evita la osteopenia por desuso que puede presentarse como consecuencia de la inmovilización prolongada con escayola.

## POSICIÓN DEL TORNILLO

Para que la fijación interna sea exitosa, es importante que el implante esté colocado cerca del eje central del escafoides. Cuanto menos estable es la fractura, más trascendente es esta ubicación (Fig. 5). En el caso de las fracturas de la cintura del escafoides, algunos estudios clínicos muestran un mayor índice de consolidación, y algunos estudios cadavéricos, una mayor resistencia a la falla del material sometido a cargas de flexión cuando los tornillos se colocan en el tercio central tanto del polo proximal como del polo distal del escafoides.<sup>30,31</sup>

La mayor resistencia de la ubicación central puede obedecer al hecho de que un tornillo central está asociado con un mayor número de las vueltas de la rosca que atraviesa la fractura en ambos polos del escafoides. Algunas pruebas biomecánicas de fracturas del polo proximal muestran que probablemente la fijación de proximal a distal brinde una mayor resistencia al fracaso del material sometido a flexión debido a la posibilidad de tomar más del pequeño polo proximal mediante el tornillo de fijación.<sup>32</sup> Slade sostiene que, idealmente, se requieren cuatro vueltas de rosca a cada lado de la fractura para estabilizar el escafoides (JF Slade III, MD, comunicación personal, 2004). Algunos cirujanos han demostrado una cierta mayor facilidad para colocar los tornillos en el eje central del escafoides a través del abordaje dorsal, en comparación con el abordaje palmar, pero la significación clínica de este hecho no está clara en el caso de las fracturas de la cintura del escafoides.<sup>28,33</sup>

## INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Las fracturas de la cintura del escafoides sin desplazamiento son una indicación absoluta de fijación con tornillo percutáneo. Para estas fracturas estables, los métodos de fijación percutánea descritos previamente son eficaces. En todos los pacientes con una fijación interna rígida se recomienda la movilización posoperatoria precoz con inmovilización intermitente. En el paciente con una fractura del escafoides sin desplazamiento, la decisión entre cirugía y tratamiento cerrado (escayola) depende de la edad, de cuál es su mano hábil, del tipo de trabajo que realiza y de las preferencias.

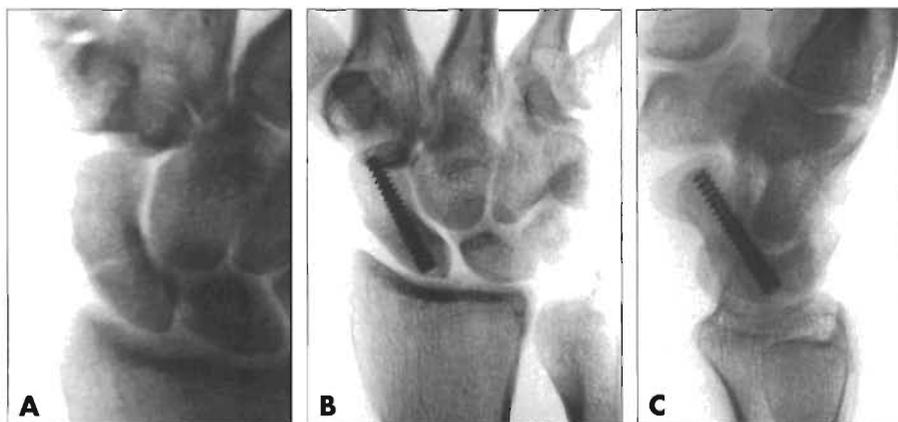
Las fracturas agudas inestables de la cintura del escafoides son la segunda indicación absoluta de fijación interna del escafoides y una indicación relativa de fijación percutánea. En las fracturas inestables, antes de realizar la fijación interna debe reducirse y alinearse la fractura. Cuando esto no puede lograrse en forma cerrada, se necesita una reducción abierta. Para las fracturas sin ninguna brecha entre los fragmentos ni defectos de alineación, todos los métodos de fijación con tornillos percutáneos previamente descritos son aceptables. Para las fracturas del escafoides que requieren reducción, el cirujano puede elegir entre el abordaje palmar asistido por tracción, la incisión mínima dorsal con reducción manual de la fractura a medida que avanza la clavija guía y el abordaje dorsal con reducción asistida por artroscopia. En caso de conminución grave puede recurrirse al injerto óseo percutáneo con colocación del hueso por debajo del trayecto labrado con el taladro para colocar el tornillo.<sup>12</sup>

Las fracturas del polo proximal del escafoides son una tercera indicación de fijación interna. Este tipo de fracturas debe tratarse a través de un abordaje percutáneo dorsal o de un abordaje abierto dorsal para asegurar una adecuada fijación del pequeño polo proximal. El tornillo sin cabeza debe introducirse totalmente y quedar por debajo del cartílago articular del escafoides proximal para evitar la fricción radioescafoidea.

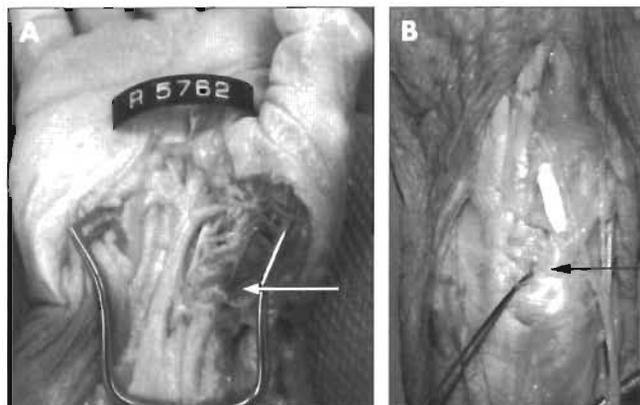
La fijación percutánea de las fracturas agudas del escafoides está contraindicada en los casos en que no puede lograrse la reducción cerrada correcta.

## ANATOMÍA QUIRÚRGICA

La fijación percutánea requiere conocer tanto la anatomía ósea del escafoides como la localización de los tendones, nervios y vasos sanguíneos que lo rodean. Teniendo en cuenta la flexión del escafoides con respecto a la alineación longitudinal del radio distal, la dirección del eje central del escafoides, puede determinarse mediante marcadores anatómicos y mediante fluoroscopia. Desde el abordaje proximal, el punto distal que marca la dirección de la clavija es el centro de la articulación escafo-trapecial o la base del pulgar. Desde el abordaje distal, el punto proximal que marca la dirección de la clavija es el ángulo cubital proximal del escafoides en la inserción del ligamento escafolunar. En posición radial respecto de este punto se encuentra el sitio de entrada para la introducción proximal del tornillo.



**Figura 5. A.** Radiografía de frente de una fractura de la cintura del escafoides con desplazamiento mínimo fijada a través de una incisión dorsal mínima en un varón de 26 años. **B.** La colocación de un tornillo de tamaño estándar en el tercio central de ambos polos del escafoides permite el paso de la mayor cantidad de vueltas de rosca posibles en cada fragmento y brinda la mayor estabilidad y velocidad de consolidación de la fractura. **C.** Pruebas claras de la consolidación de la fractura a las 8 semanas posoperatorias.



**Figura 6. A.** Discección palmar que muestra el punto de entrada (flecha) a través de la parte proximal de los músculos tenares. **B.** Discección dorsal que muestra el punto de entrada (flecha) a través de la parte distal del retináculo extensor entre los compartimientos extensores segundo y cuarto. (Cortesía de Irfan Ansari, MD, y Andrew Gutow, MD.)

Algunas series y disecciones de cadáveres han demostrado que tanto el abordaje percutáneo dorsal como el palmar son seguros cuando se sigue la técnica al detalle, o sea extendiéndose en dirección caudal hacia el hueso sobre la cara palmar o hacia la cápsula articular sobre la cara dorsal antes de introducir el taladro o la fresa del escafoides que sirven de guía<sup>34,35</sup> (Fig. 6). En la cara palmar, el punto de entrada en la articulación escafoatrapezial y a través de la parte proximal de los músculos tenares se encuentra a una distancia segura de la rama motora del nervio mediano y de la arteria radial, aunque puede estar en riesgo una pequeña rama terminal del nervio radial. En la cara dorsal, el punto de entrada está justo en dirección proximal al portal artroscópico radiocarpiano 3-4.

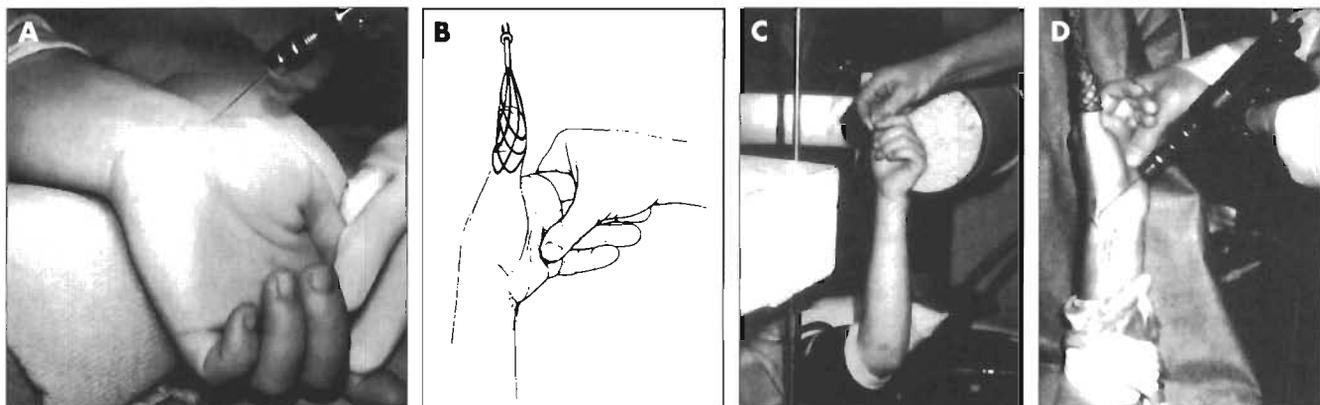
## TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

Tanto si el abordaje es por vía palmar como si es por vía dorsal, la fijación percutánea puede realizarse asistida por tracción o

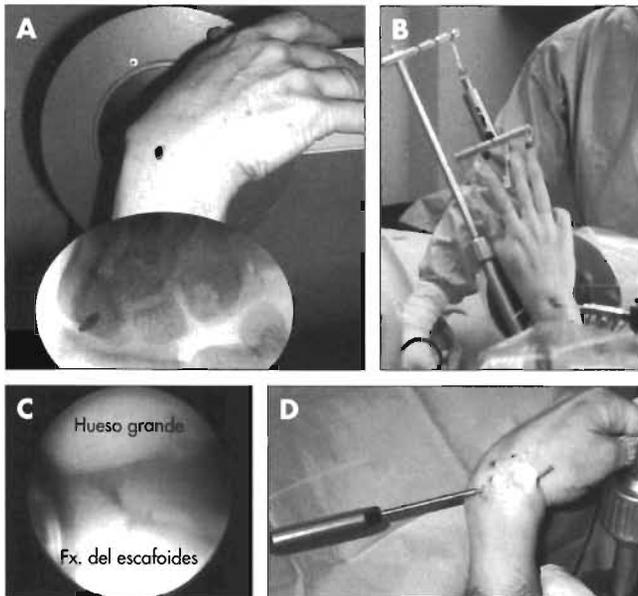
no (Fig. 7) y con guía artroscópica o sin ella. El primero en tratar retardos en la consolidación y pseudoartrosis fue Strelly, que optó por un abordaje percutáneo palmar que consistía en una incisión palmar de 1 cm y utilizó una clavija guía de 1 mm.<sup>10</sup> Mantenía la mano suspendida mediante una trampa china o *finger trap* colocada en el pulgar para que las imágenes radiológicas fueran claras; esto le permitía obtener incidencias ortogonales mediante la pronación y supinación del antebrazo. Este importante concepto de la visualización del escafoides en un ángulo completo de 180° es fundamental para una exitosa fijación percutánea. En esta serie inicial de 10 casos, 5 de 6 casos curaron con retardo de la consolidación y 2 de 4 casos con pseudoartrosis.

Wozasek y Moser<sup>36</sup> modificaron la técnica de Strelly para incluir la colocación percutánea de injerto óseo en la pseudoartrosis del escafoides, aunque lo hicieron una vez que la serie había comenzado. Estos autores usaron un tornillo canulado con cabeza que traía una arandela; el diámetro de la rosca del tornillo era de 4,8 mm y, el del alma, de 2,9 mm. De 280 casos tratados durante un período de 15 años, los autores informaron un 89% de fracturas agudas consolidadas (81), un 8% de retardos de consolidación consolidados y un 42,8% de pseudoartrosis escleróticas consolidadas. El 11% de las fracturas agudas que evolucionaron a una pseudoartrosis puede haber sido el resultado de las limitaciones en la ubicación del tornillo tirafondo; estas limitaciones se presentaron como consecuencia del diseño del tornillo y de las imágenes radiológicas con las que se contaba.

Los primeros en publicar el uso de tornillos sin cabeza con grosor de rosca variable para realizar una fijación percutánea o una fijación a través de una incisión mínima fueron Ledoux y cols.<sup>15</sup> en 1995 e Inoue y Shionoya<sup>13</sup> en 1997. En ambos estudios se usó el tornillo macizo (es decir, no canulado) de Herbert. Los autores de ambos estudios lograron un 100% de consolidación en un total de 63 casos; el abordaje consistía en una pequeña incisión palmar. Inoue y Shionoya<sup>13</sup> ponían la muñeca en extensión sobre campos quirúrgicos, realizaban una incisión de 1 cm sobre la cara palmar del escafoides y abrían la articulación escafoatrapezial. Primero se colocaba una clavija guía de 1,2 mm con guía fluoroscópica y después se la quitaba. El escafoides se fre-



**Figura 7.** Abordajes percutáneos palmares no asistidos por tracción (**A**) y asistidos por tracción (**B-D**). **A.** Con control fluoroscópico mediante un brazo en C estándar, se supina y extiende el brazo del paciente sobre un apoyabrazos radiolúcido. Se obtiene una incidencia fluoroscópica de perfil con el antebrazo en pronación sin mover el brazo en C. Se comienza a introducir la clavija guía desde el polo distal del escafoides a nivel de la articulación escafoatrapezial con control fluoroscópico. Durante la implantación del tornillo, puede colocarse una segunda clavija guía excéntrica como clavija antirotatoria. **B.** El miembro superior queda suspendido de una única trampa china o *finger trap* en el pulgar. **C.** El brazo en C se coloca alrededor de la mano del paciente desde su lado opuesto. Con la muñeca suspendida del *finger trap* colocado en el pulgar, uno puede mover el escafoides alrededor del centro de rotación del eje del antebrazo. El antebrazo se proná y se supina para obtener incidencias fluoroscópicas de frente y de perfil. **D.** Se usa una aguja calibre 12 para ingresar a la articulación escafoatrapezial y abrirlo mediante un movimiento de palanca; la aguja después sirve como guía punzante para la clavija guía. (Fig. A reimpressa con permiso de Bond CD, Shin AY, McBride MT, Dao KD: Percutaneous screw fixation or cast immobilization for nondisplaced scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 483-488. Panel B modificado, cortesía de Nicholas Goddard, MB. Figs. C y D reimpresas con permiso de Haddad FS, Goddard NJ: Acute percutaneous scaphoid fixation: A pilot study. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 95-99.)



**Figura 8.** Abordajes dorsales asistidos por artroscopia. **A.** Abordaje dorsal. Se mantiene el miembro superior en el aire y se comienza a introducir la clavija guía por vía dorsal con control fluoroscópico con un minibrazo en C mediante el cual se visualiza el signo del anillo del escafoides. **B.** Después de que la clavija guía emerge por la cara palmar de la muñeca, lo mana queda suspendida por los finger traps. **C.** La reducción se confirma mediante una artroscopia mediocarpiana. **D.** Se coloca el tornillo de dorsal a palmar en el centro del polo proximal del escafoides. (Cortesía de Joseph F. Slade III, MD.)

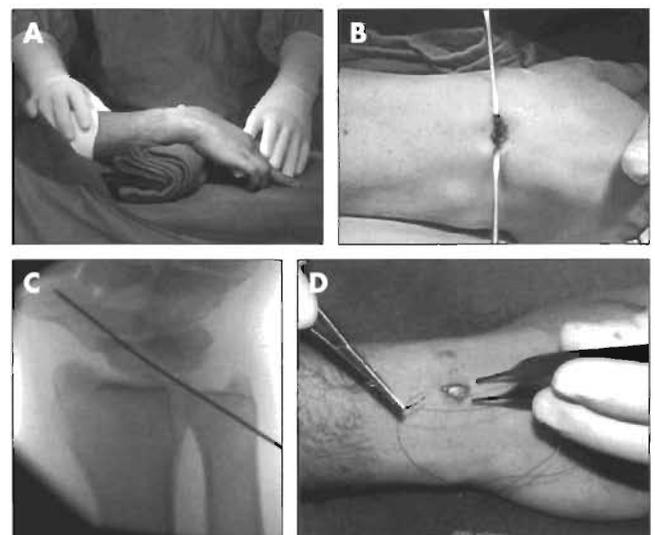
saba en la dirección de la clavija, y a continuación se introducía a mano el tornillo de Herbert en el canal recién fresado. Las imágenes radiológicas en dos planos confirmaban las correctas longitud y colocación del tornillo de Herbert.

El tornillo canulado sin cabeza previa colocación de una clavija guía percutánea por vía palmar fue popularizado por varios autores durante los últimos años de la década de los años 1990 y principios de la primera década del siglo XXI.<sup>16,18,19,28</sup> Haddad y Goddard<sup>37</sup> dieron a conocer una modificación del abordaje palmar asistido por tracción de Strelji; minimizaron la incisión al usar la aguja de un angiocatéter de calibre 12 como guía punzante para abrir la articulación escafo-trapezial y para ayudar a colocar la clavija guía (Fig. 7). Haddad y Godard<sup>37</sup> creían que colocar el pulgar en tracción, a partir de lo cual la muñeca queda en extensión y desviación cubital, puede ayudar a reducir una fractura aguda inestable. La mayoría de los autores usaron una modificación del método de Ledoux y cols.<sup>15</sup> y de Inoue y Shionoya,<sup>13</sup> es decir, el antebrazo se coloca en supinación y la muñeca se extiende sobre campos quirúrgicos, los brazos del equipo de fluoroscopia se colocan uno por encima y el otro por debajo del apoyabrazos, y el escafoide se visualiza mediante pronación y supinación.<sup>16,17,29</sup> Esta técnica palmar extendida es más adecuada para las fracturas estables y alineadas.

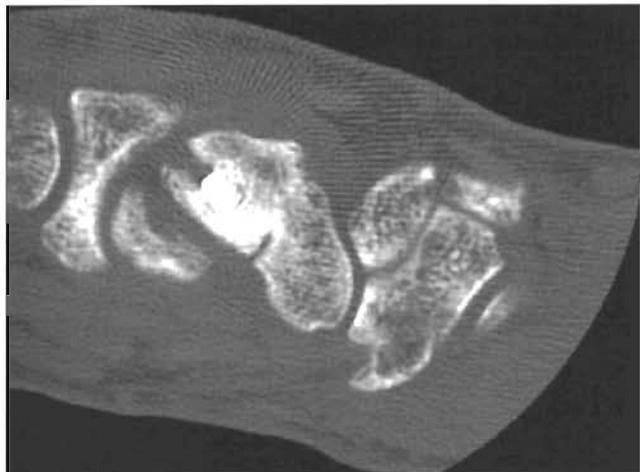
Whipple<sup>24</sup> diseñó una versión canulada del tornillo sin cabeza con rosca de grosor variable de Herbert para colocar el tornillo percutáneo en forma más precisa y para reducir la fractura con asistencia artroscópica. Slade y cols.<sup>2</sup> adoptaron la técnica de Whipple de asistencia artroscópica empleando un abordaje percutáneo dorsal; estos autores pensaban que el eje central del escafoide era más fácil de encontrar a partir de un punto de entrada dorsal, especialmente en el caso de las fracturas del polo proximal (Fig. 8). Localizaban el eje central del escafoide para colocar la clavija guía mediante el signo del anillo del escafoide,

que puede apreciarse mediante fluoroscopia cuando la muñeca se coloca en flexión y pronación y así alinean los polos proximal y distal del escafoide. Tras colocar la clavija guía por vía dorsal y antes de implantar el tornillo, Slade y cols.<sup>2</sup> dirigían la clavija guía en dirección palmar a través de la eminencia tenar y el pulgar hasta introducir completamente su borde de seguridad proximal en el escafoide. Entonces extendían la muñeca para obtener las incidencias radiológicas estándar del escafoide y para realizar una artroscopia mediocarpiana y radiocarpiana que les permitiera evaluar la reducción y buscar lesiones asociadas de los ligamentos intercarpianos. Durante este procedimiento, la clavija guía también se puede introducir más hacia distal y a través de la fractura para realizar la reducción de la fractura si es que esto es necesario.<sup>2</sup>

Gutow y Dacus<sup>28</sup> modificaron la técnica de Slade y cols.<sup>2</sup> de fijación por vía dorsal usando una pequeña incisión sin asistencia artroscópica y empleando o bien de una unidad estándar (Fig. 9) o bien de una miniunidad de fluoroscopia. Sobre un apoyabrazos radiolúcido, se pronó el antebrazo y se flexionó la muñeca. Se realiza un abordaje quirúrgico pequeño (incisión de 5 mm) para visualizar el polo proximal del escafoide en forma directa y para colocar la clavija guía. El ligamento escafolunar se visualiza directamente de manera que, si está lesionado, se lo puede reparar. El punto de entrada de la clavija guía en el polo proximal del escafoide se visualiza directamente; por lo tanto, no se requieren múltiples intentos para encontrar este punto. En las fracturas anguladas en flexión la reducción puede realizarse colocando la clavija guía en el polo proximal y aplicando luego presión dorsal sobre el polo distal del escafoide. Con el escafoide reducido, se introduce la clavija guía en el polo distal. En estos



**Figura 9.** Incisión dorsal mínima con la muñeca flexionada sobre un apoyabrazos (técnica preferida del autor). **A.** El antebrazo se coloca en pronación sobre un apoyabrazos radiolúcido y se usa o bien un brazo fluoroscópico en C estándar o un minibrazo fluoroscópico en C, con lo muñeca flexionada sobre campos quirúrgicos. **B.** Se identifica el polo proximal del escafoide con guía fluoroscópica y se realiza una incisión de 5 mm sobre la cara dorsal de la articulación radiocarpiana, a nivel de la cara cubital del polo proximal del escafoide. Si es necesario se realiza una incisión en la parte distal del retináculo extensor, se abre la cápsula articular y se drena el hematoma. Con dos separadores pequeñas tipo Ragnell se visualizan el polo proximal del escafoide y el ligamento escafolunar. Comienza a introducirse una clavija guía en el polo proximal del escafoide bajo visión directa, en dirección de la base del pulgar (articulación carpometacarpiana). **C.** Puede usarse guía fluoroscópica; la incidencia oblicua es la mejor. **D.** Sólo se sutura la piel; no es necesario cerrar la pequeña artrotomía. (Cortesía de Andrew Gutow, MD.)



**Figura 10.** En los casos de conminución o de dudas con respecto a la consolidación de la fractura, se requiere una tomografía computarizada para decidir cuál es el momento en que el paciente puede comenzar a realizar actividades sin protección. Aquí, tras la fijación percutánea dorsal con un tornillo canulado de una fractura del escafoide conminuta, la tomografía axial computarizada muestra la consolidación de la cara cortical dorsal del hueso, que antecede a la consolidación de su cara cortical palmar. (Cortesía de Andrew Gutow, MD.)

casos, puede colocarse una segunda clavija excéntrica en forma temporal para evitar la pérdida de reducción o el desplazamiento rotatorio del escafoide durante el fresado y la colocación del tornillo de fijación.

Tanto con las técnicas palmares como con las técnicas dorsales se han informado resultados óptimos en términos de consolidación y recuperación de la función de la muñeca (Tabla 3). La mayoría de los cirujanos que realizan la fijación percutánea de las fracturas agudas del escafoide en estos casos recomiendan un programa de movilización posoperatoria precoz de la muñeca, con aplicación de una férula antebraquialpalmar o de una férula con inclusión del pulgar en el momento de la cirugía, seguidos de la aplicación de una férula intermitente con inclusión del pulgar. La férula intermitente se aplica en la primera consulta posoperatoria y se mantiene continuamente hasta confirmar la consolidación. Para esto último, se recomienda realizar una TC, especialmente en el caso de los pacientes que sufrieron una fractura conminuta (Fig. 10). No se permite realizara actividades sin protección antes de observar hueso en puente en el foco de fractura. En el caso de las fracturas sin desplazamiento, tal vez no siempre se requiera realizar una TC para comprobar la consolidación ósea<sup>16</sup> (Fig. 5).

## COMPLICACIONES DE LA FIJACIÓN PERCUTÁNEA

Entre las complicaciones de la fijación percutánea de las fracturas del escafoide están la imposibilidad de lograr una reducción anatómica, el hundimiento o acortamiento del escafoide con penetración secundaria del tornillo en el hueso circundante, las lesiones de los tejidos blandos (p. ej., de los nervios cutáneos, de los tendones y de la arteria radial), la colocación incorrecta del tornillo de fijación y la falta de reconocimiento de eventuales lesiones concomitantes. La reducción óptima de la fractura del escafoide es fundamental. Cuando no es posible reducir la fractura en forma cerrada o la reducción no se puede confirmar, se debe hacer a través de un abordaje palmar o dorsal comunes.<sup>21</sup> La calidad de la reducción puede confirmarse con

fluoroscopia o mediante una artroscopia mediocarpiana. Es posible evitar las lesiones de las estructuras adyacentes mediante una cuidadosa extensión caudal hacia el tubérculo del escafoide, en el caso del abordaje palmar, y mediante la extensión caudal a través de los tejidos blandos y hacia la cápsula articular de la muñeca, en el caso del abordaje dorsal. La técnica de Haddad y Goddard es sumamente ventajosa: se elige el punto de entrada correcto y luego se introduce en el escafoide la aguja de un angiocatéter calibre 12 o 14 que actúa como guía punzante para la clavija.<sup>14</sup> Al contar con esta guía, no se requiere otro punto de entrada aunque haya que redirigir la clavija. En forma alternativa se puede recurrir a una incisión dorsal mínima de modo tal que el punto de entrada pueda visualizarse siempre directamente.<sup>28</sup>

Entre los errores que se cometen con mayor frecuencia al colocar el tornillo están la elección de un tornillo demasiado largo y su colocación demasiado alejada del eje del escafoide. El tornillo debe colocarse a lo largo del eje central del hueso, no sólo para lograr la mayor resistencia posible, sino, además, para evitar penetrar en la articulación escafo grande. Antes de fresar el escafoide y de colocar el tornillo se requiere un control doble de la posición de la clavija guía con múltiples incidencias radiológicas. Para que el tornillo quede completamente implantado en el hueso, la longitud del tornillo debe ser suficientemente menor que la longitud del escafoide que se ha calculado. Previa medición del tornillo contra la superficie articular curva del escafoide proximal, se debe elegir un tornillo cuya longitud sea 3 a 4 mm menor que la longitud del escafoide que se ha calculado. Desde distal, caso en que la superficie del escafoide es menos curva en el punto de medición, un tornillo de 2 a 3 mm más corto que el escafoide podrá introducirse en forma satisfactoria. Para seleccionar la longitud adecuada del tornillo, es conveniente usar un cuyo tamaño se incrementa de a 1 mm.

Cuando se taladra el hueso se debe ser cuidadoso de modo tal de no excederse y perforar su cara cortical opuesta, lo cual puede evitarse usando un taladro manual en lugar de un taladro eléctrico. El taladro manual también reduce el riesgo de que la clavija guía se parta dentro del escafoide mientras se la está colocando. Una técnica que se recomienda es la de usar una fresa eléctrica para penetrar la primera cara cortical del hueso y a continuación usar una fresa manual. Un tornillo demasiado largo también puede producir una distracción de la fractura a partir del contacto de la punta del tornillo con la cara cortical opuesta del hueso. El desplazamiento rotacional de las fracturas del escafoide durante la colocación del tornillo puede evitarse colocando una segunda clavija de Kirschner excéntrica antes de taladrar el escafoide y colocar en él el tornillo de compresión.

Algunas veces la fractura del escafoide puede asociarse con la lesión de algún ligamento (p. ej., del ligamento escafolunar), lo cual requiere realizar un tratamiento. Los autores de una serie de fijaciones de pseudoartrosis del escafoide con asistencia artroscópica encontraron 8 lesiones de ligamentos intercarpianos en 15 pacientes. Dos de ellos eran grado III de Geissler y requirieron tratamiento quirúrgico.<sup>18</sup> Una cuidadosa evaluación de las radiografías preoperatorias para identificar la presencia de inestabilidad carpiana puede ayudar a diagnosticar estas lesiones. Las artroscopias radiocarpiana y mediocarpiana constituyen el mejor método para diagnosticar estas lesiones de los ligamentos.

## CONCLUSIÓN

La fijación percutánea es un método eficaz para tratar las fracturas del escafoide sin desplazamiento. Mediante la fijación percutánea aguda se puede lograr una consolidación sólida de la fractura en casi 100% de los casos. Este método les permite a los

pacientes retornar al trabajo y a las actividades recreativas más rápidamente que en los casos en los cuales se implementa un tratamiento cerrado (escayola). En el caso de las fracturas estables, la mayor ventaja de la fijación percutánea es el retorno más rápido a las actividades y la posibilidad de no usar una escayola.<sup>16,38</sup> En el caso de las fracturas inestables del escafoides, la fijación percutánea puede asociarse con un mayor índice de consolidación, con la prevención de las lesiones de los tejidos blandos asociadas con los procedimientos invasivos, con una consolidación en mal alineamiento y con una rehabilitación más rápida.

La elección entre las vías de abordaje palmar o dorsal depende de las preferencias del cirujano, excepto en el caso de las fracturas del polo proximal del escafoides, en que el abordaje debe ser dorsal. La realización de una artroscopia durante la fijación de la fractura permite establecer su reducción adecuada, así como diagnosticar y tratar lesiones concomitantes de los ligamentos.

El implante de tornillos de la mayor longitud y el mayor diámetro posibles favorece la movilización precoz de la muñeca y de la mano, lo cual permite la recuperación más rápida de la movilidad articular y posiblemente de la fuerza. Además, podría favorecer la cicatrización del fibrocartilago dañado a nivel del orificio labrado en el cartilago articular durante la implantación del tornillo. La movilización precoz también podría prevenir la osteopenia por desuso. Para aplicar los procedimientos artroscópicos se requiere contar con una técnica quirúrgica cuidadosa y bien planificada, además de tener experiencia con las prácticas artroscópicas; para implementar las técnicas de los abordajes quirúrgicos palmar y dorsal limitados con colocación de un tornillo de fijación canulado se requieren incidencias radiológicas precisas en dos planos.

## REFERENCIAS

- MacLennan A. The treatment of fracture of the carpal scaphoid and the indications for operation. *Br Med J* Oct 28, 1911:1089-1090.
- Slade JF III, Gutow AP, Geissler WB. Percutaneous internal fixation of scaphoid fractures via an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84(suppl 2):21-36.
- Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP III, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg [Am]* 1989; 14:679-687.
- Fernandez DL, Martin CJ, Gonzalez del Pino J. Scaphoid malunion: The significance of rotational malalignment. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23:771-775.
- Duppe H, Johnell O, Lundborg G, Karlsson M, Redlund-Johnell I. Longterm results of fracture of the scaphoid: A follow-up study of more than thirty years. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76:249-252.
- Saedén B, Tornkvist H, Ponzer S, Höglund M. Fracture of the carpal scaphoid: A prospective, randomised 12-year follow-up comparing operative and conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br* 2001; 83:230-234.
- Weber ER. Biomechanical implications of scaphoid waist fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1980; 149:83-89.
- Hove LM. Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999; 33:423-426.
- Larsen CF, Brøndum V, Skov O. Epidemiology of scaphoid fractures in Odense, Denmark. *Acta Orthop Scand* 1992; 63:216-218.
- Strelí R. Percutaneous screwing of the navicular bone of the hand with a compression drill screw (a new method) [German]. *Zentralbl Chir* 1970; 95:1060-1078.
- McLaughlin HL. Fracture of the carpal navicular (scaphoid) bone: Some observations based on treatment by open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1954; 36:765-774.
- Wozasek GE, Moser KD. Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73:138-142.
- Inoue K, Shionoya K. Herbert screw fixation by limited access for acute fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1997; 79:418-421.
- Haddad FS, Goddard NJ. Acute percutaneous scaphoid fixation: A pilot study. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80:95-99.
- Ledoux P, Chahidi N, Moermans JP, Kinnen L. Percutaneous Herbert screw osteosynthesis of the scaphoid bone [French]. *Acta Orthop Belg* 1995; 61:43-47.
- Bond CD, Shin AY, McBride MT, Dao KD. Percutaneous screw fixation or cast immobilization for nondisplaced scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83:483-488.
- Adolfsson L, Lindau T, Arner M. Acutrak screw fixation versus cast immobilisation for undisplaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg [Br]* 2001; 26:192-195.
- Slade JF, Geissler WB, Gutow AP, Merrell GA. Percutaneous internal fixation of selected scaphoid nonunions with an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(suppl 4):20-32.
- Yip HS, Wu WC, Chang RY, So TY. Percutaneous cannulated screw fixation of acute scaphoid waist fracture. *J Hand Surg [Br]* 2002; 27:42-46.
- Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Fractures of the scaphoid: A rational approach to management. *Clin Orthop Relat Res* 1980; 149:90-97.
- Herbert TJ. *The Fractured Scaphoid*. St. Louis, MO: Quality Medical Publishing, 1990.
- Russe O. Fracture of the carpal navicular: Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42:759-768.
- Clay NR, Dias JJ, Costigan PS, Gregg PJ, Barton NJ. Need the thumb be immobilised in scaphoid fractures? A randomised prospective trial. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73:828-832.
- Whipple TL. Stabilization of the fractured scaphoid under arthroscopic control. *Orthop Clin North Am* 1995; 26:749-754.
- Slade JF III, 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.
- Toby EB, Butler TE, McCormack TJ, Jayaraman G. A comparison of fixation screws for the scaphoid during application of cyclical bending loads. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79:1190-1197.
- Cosio MQ, Camp RA. Percutaneous pinning of symptomatic scaphoid nonunions. *J Hand Surg [Am]* 1986; 11:350-355.
- Gutow AP, Dacus R. Accuracy of central placement of screws in scaphoid when fixed from a dorsal percutaneous approach under fluoroscopic guidance. Presented at the American Society for Surgery of the Hand 58th Annual Meeting. Chicago, IL, September 18-20, 2003.
- Cooney WP III. Scaphoid fractures: Current treatments and techniques. *Instr Course Lect* 2003; 52:197-208.
- Trumble TE, Gilbert M, Murray LW, Smith J, Rafiqah G, McCallister WV. Displaced scaphoid fractures treated with open reduction and internal fixation with a cannulated screw. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82:633-641.
- McCallister WV, Knight J, Kaliappan R, Trumble TE. Central placement of the screw in simulated fractures of the scaphoid waist: A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85:72-77.
- Slade JF, Gutow AP, Noonan J, Westmoreland G, Hutton W. Strength of Percutaneous Fixation of Scaphoid Fractures 484 *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons internal fixation of proximal pole scaphoid fractures with cannulated screws*. Presented at the American Society for Surgery of the Hand 55th Annual Meeting, Washington, DC, October 5-8, 2000.
- Chan KW, McAdams TR. Central screw placement in percutaneous screw scaphoid fixation: A cadaveric comparison of proximal and distal techniques. *J Hand Surg [Am]* 2004; 29:74-79.
- Kaminen S, Lavy CB. Percutaneous fixation of scaphoid fractures: An anatomical study. *J Hand Surg [Br]* 1999; 24:85-88.
- Ansari I, Slade JF, Gutow AP. Percutaneous fixation of scaphoid fractures: An anatomic comparison of the volar and dorsal approaches. Presented at the American Society for Surgery of the Hand 56th Annual Meeting, Baltimore, MD, October 4-6, 2001.
- Wozasek GE, Moser KD. Indications for percutaneous screw fixation of scaphoid fractures [German]. *Unfallchirurg* 1991; 94:342-345.
- Haddad FS, Goddard NJ. Acute percutaneous scaphoid fixation using a cannulated screw. *Chir Main* 1998; 17:119-126.
- Dias JJ, Wildin CJ, Bhowal B, Thompson JR. Should acute scaphoid fractures be fixed? A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87:2160-2168.

# Fracturas y pseudoartrosis del polo proximal del escafoides carpiano

C. Irisarri, S. Pombo y J. Yáñez

## INTRODUCCIÓN

De los diferentes tipos de fracturas del escafoides, las localizadas en su polo proximal son las de peor pronóstico. Incluso tras un prolongado período de inmovilización, un alto porcentaje de las fracturas no desplazadas no llega a consolidar, y nunca lo hacen las fracturas inestables con separación entre los fragmentos desde su inicio. Por esta razón, la mayoría de autores con experiencia en las mismas, termina por indicar su tratamiento quirúrgico. Y ello pese a que como bien señaló Herbert,<sup>1</sup> los cirujanos hemos aprendido que intentar la osteosíntesis de una fractura del escafoides puede ser una experiencia humillante, y con final infeliz en no pocas ocasiones, especialmente cuando la fractura se sitúa en el polo proximal.

Este desafío ha promovido a lo largo de la historia, la utilización de múltiples técnicas para su osteosíntesis. Su elección debe basarse en el tamaño de los fragmentos, y la dirección del trazo de la fractura, buscando hacer una «carpintería» ósea, que proporcione una fijación lo más estable posible. Las agujas de Kirschner en el caso de una fractura con un pequeño polo proximal del escafoides, tienen una utilidad muy limitada. Los primeros modelos de tornillos utilizados, incluidos los canulados utilizados por Strelitz<sup>2</sup> y por Maudsley,<sup>3</sup> tenían un tamaño exagerado. El tamaño de los tornillos actuales es más adecuado, pero la curva de aprendizaje que requiere su uso sigue siendo importante. No son infrecuentes las complicaciones, incluyendo en el caso de los tornillos canulados la rotura de la aguja-guía (Bushnell<sup>4</sup>), y la provocación de diastasis de los fragmentos al introducir el tornillo. Su colocación percutánea pone en riesgo a las estructuras vecinas y pese al control fluoroscópico, es difícil introducir el tornillo en la profundidad idónea (Adamany<sup>5</sup>), si bien la utilización asociada de la artroscopia puede ser una ayuda a este respecto (Slade<sup>6</sup>), con el inconveniente de hacer más complejo el procedimiento.

Afortunadamente, la situación ha mejorado gracias a la experiencia acumulada y al profundo conocimiento conseguido de las vías de acceso, así como de la anatomía y vascularización del escafoides. Es un factor favorable para la osteosíntesis el hecho de que la densidad trabecular en el polo proximal es superior a la existente en la cintura del escafoides (Bindra<sup>7</sup>). La utilización de la TC tridimensional (San-

dow<sup>8</sup>) es muy útil para observar la exacta localización y tamaño del pequeño fragmento proximal, y deducir qué ligamentos se insertan en el mismo. También lo hace la RM, que además nos permite, valorando la intensidad de la señal en las diferentes secuencias, estudiar la vascularización residual de los fragmentos, aunque es éste un tema todavía motivo de controversia. Nos informa además de la presencia de quistes ocasionados por la reabsorción ósea.

## CLASIFICACIÓN

La morfología y tamaño del escafoides es muy variable. Este último es superior en los varones, que constituyen la gran mayoría de pacientes con este tipo de lesión. Como señaló Compson,<sup>9</sup> es muy variable el tamaño relativo del polo proximal respecto al distal, como lo es el grado de concavidad de la superficie articular para el hueso grande. De este hecho anatómico, se deriva la dificultad de establecer con exactitud el límite o concepto de fractura del polo proximal, pese a los meticolosos estudios de autores como Schenberg<sup>10</sup> y Trail.<sup>11</sup>

La clasificación a utilizar debe buscar un valor pronóstico añadido, atendiendo al tamaño del fragmento proximal y a la inestabilidad de la propia fractura, en base a su relación con los ligamentos escafo-lunares, especialmente el dorsal. Las dividimos en tres tipos:

- **Tipo I:** en las que el trazo de fractura es proximal a la zona de inserción del ligamento esca-folunar dorsal. Por esta razón no existe diastasis escafo-lunar asociada (Figs. 1 A y 2 A). Especialmente cuando no se refiere un antecedente traumático, es difícil establecer su diagnóstico diferencial con una osteocondritis, si bien con frecuencia estas últimas tienen carácter bilateral. Excluimos de este estudio y

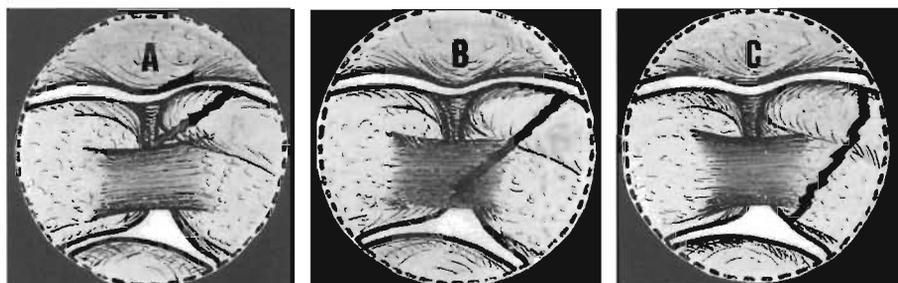
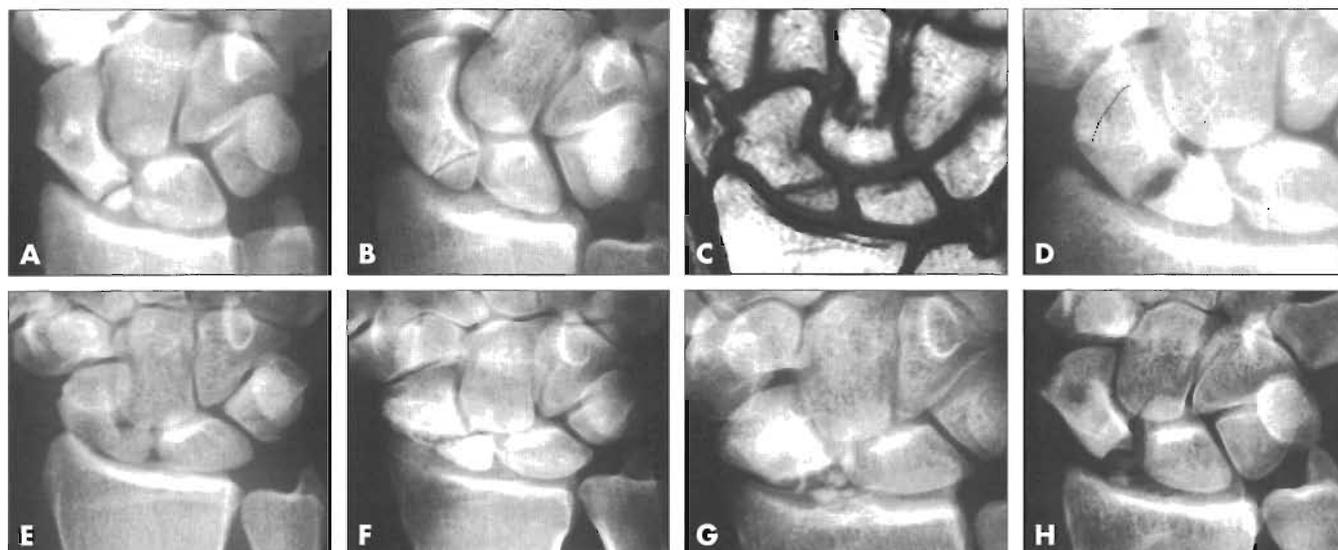


Figura 1. Fracturas del polo proximal: tipo I (A), tipo II (B) y tipo III (C).



**Figura 2.** Fracturas del polo proximal: tipo I (A), tipo II (B), RM de la misma (C) tipo III desplazada (D, E), con hiperdensidad (F), con fragmentación y reabsorción (G, H).

clasificación, los arrancamientos de un pequeño fragmento del escafoides unido al ligamento escafo-lunar dorsal, hecho que se produce en un pequeño porcentaje de dislocaciones escafo-lunares traumáticas agudas.

- **Tipo II:** son aquellas fracturas en las que por la ubicación y dirección del trazo de fractura, el ligamento escafo-lunar dorsal mantiene una parte de su inserción en los dos fragmentos (Figs. 1 B, 2 B y 2 C). Son fracturas relativamente estables, pese a lo cual se observa en ocasiones que el fragmento proximal se ha desplazado ligeramente hacia cubital siguiendo al semilunar, pero con una diastasis interfragmentaria mínima. Limitamos el tamaño del fragmento proximal, de forma que la línea de fractura se sitúe en su vertiente lateral, en el tercio proximal de la carilla articular para el radio, y alcanza su vertiente cubital en el punto de inicio de la carilla articular para el hueso grande o en su zona inmediata proximal, según su trazo sea más o menos oblicuo.
- **Tipo III:** el fragmento proximal es de mayor tamaño, sin llegar a superar lateralmente el 50% del total de la carilla articular radial (límite que otorga Schenberg<sup>10</sup> a su fractura corporal alta). Medialmente termina ligeramente distal al punto de inicio de la carilla articular para el hueso grande. El fragmento proximal (Fig. 1 C), contiene la totalidad de la inserción del ligamento escafo-lunar dorsal y volar. Como señaló García-Elías,<sup>12</sup> este hecho implica una inestabilidad del foco de fractura muy superior. Ya sea de entrada o con el paso del tiempo, se produce y se observa en las radiografías una clara separación interfragmentaria (Figs. 2 D y 2 E).

Respecto a las **fracturas-luxaciones del carpo**, con presencia de una fractura del escafoides a nivel del polo proximal, son de rara incidencia. En la revisión de nuestra serie de su variante más frecuente, las fracturas-luxaciones trans-escafo-perilunares dorsales (FLTEPLD), de un total de 30 pacientes, solamente en 5 casos presentaban una fractura a este nivel. Por ser habitualmente objeto de estudio radiológico inicial, en este tipo de lesión es donde menos veces pasa desapercibida la fractura del polo proximal, circunstancia por el contrario relativamente frecuente

en las fracturas aisladas que en un alto porcentaje son descubiertas tras un plazo de varias semanas o meses, cuando se hacen más sintomáticas. Estos pacientes, ya se englobarían en el grupo de **retardo de consolidación**, en el que además serían incluidos aquellos casos diagnosticados y tratados inicialmente mediante inmovilización, y que no han llegado a consolidar.

Por último tendríamos los casos de pseudoartrosis, término que debe reservarse para aquellas fracturas del escafoides que no han consolidado, cualquiera que sea el tratamiento previo, estando ya en una fase irreversible, es decir, que no llegarían nunca a consolidar de forma espontánea o mediante la prolongación de la inmovilización. Por lo tanto, solamente la cirugía puede conseguir que se ponga de nuevo en marcha el proceso de formación ósea, y alcanzar de esta forma la consolidación.

Su clasificación en el caso del polo proximal, comprende los siguientes estadios:

- **Estadio I:** tienen su origen en una fractura no tratada por ausencia de diagnóstico o tratada con una inmovilización excesivamente corta. A nivel del polo proximal, excepto en las de tipo III, la reabsorción del foco es un proceso muy lento y tienen una escasa repercusión clínica inicialmente. En ocasiones, hasta que el paciente sufre un nuevo traumatismo la clínica no se hace evidente, siendo la fractura descubierta en las radiografías obtenidas en ese momento.
- **Estadio II:** se caracteriza por presentar una mayor reabsorción del foco de fractura. La diastasis entre los fragmentos puede haber aumentado, pero suele hacerlo en menor cuantía que en las pseudoartrosis del tercio medio. El polo proximal conserva radiológicamente una estructura trabecular prácticamente normal.
- **Estadio III:** con el paso del tiempo, se produce una discreta hipertrofia de la estiloides radial. La inestabilidad carpiana secundaria es escasa, excepto en el tipo III. En algún caso se detecta una hiperdensidad radiológica del fragmento proximal (Fig. 2 F). Al operarlas, se observa que el cartilago también ha sufrido en menor o mayor medida un proceso degenerativo, y como el hueso esponjoso se muestra frecuentemente avascular, ya sea en su totalidad o en algunas zonas. En algún caso el polo proximal se fragmenta

y reabsorbe (Figs. 2 G y 2 H) imposibilitando su conservación. Si el paciente no refiere un antecedente traumático claro, debe contemplarse la posibilidad de que se trate de una enfermedad de Preiser, aunque el diagnóstico de certeza resulta imposible, máxime si como en el caso de la figura 2 G, la paciente no llegó a ser operada por ser muy escasa su sintomatología.

**VALORACIÓN DE LA VASCULARIZACIÓN**

En las muy raras fracturas recientes que se acompañan de una luxación completa del polo proximal, puede deducirse que el mismo ha perdido su vascularización. Hasta qué punto se mantiene en las fracturas sin luxación añadida, es motivo de controversia (Irisarri<sup>13</sup>). El polo proximal recibe vascularización propia e independiente de la procedente del tercio medio, pero esta red vascular tiene una localización predominantemente volar y proximal, especialmente a través del ligamento de Testut-Kuentz, en realidad con un papel más de meso vascular que una función estrictamente ligamentosa. Por ello, en las fracturas de tipo II de ubicación dorsal, el fragmento proximal tendría su aporte vascular limitado al que puede proporcionarle la porción de ligamento escafo-lunar dorsal que se inserta en el mismo. En las de tipo III, el polo proximal mantendría sus conexiones ligamentosas portadoras de vasos, lo que favorece el mantenimiento de la estructura trabecular del mismo, pero con el agravante ya mencionado de la inestabilidad y diastasis entre los fragmentos.

En las fracturas antiguas es con frecuencia difícil conocer el estado real de su vascularización. Equiparar una hiperdensidad radiológica con una necrosis ósea es un error. Muchas veces un fenómeno reactivo (Downing<sup>14</sup>), originado por una neo-formación ósea sobre las antiguas trabéculas. En algún caso, es una hiperdensidad tan sólo aparente o relativa, causada por la osteoporosis de los huesos circundantes motivada por la inmovilización. La importancia pronóstica de constatar durante la intervención la presencia o ausencia de los «puntos sangrantes» (Green<sup>15</sup>) al puncionar el tejido esponjoso del escafoides, tiene un menor valor práctico en las fracturas del polo proximal que en las del tercio medio, pero debe ser valorado, al igual que debe tenerse presente que la necrosis puede adoptar un *patrón parcheado* («patchy pattern») es decir coexistiendo áreas necróticas con otras áreas vecinas todavía viables (Urban<sup>16</sup>).

Con la información de las imágenes proporcionadas por la primitiva RM, Herbert<sup>1</sup> optó por clasificar el trastorno vascular del escafoides fracturado en dos grados: en el primero, que denominó *isquemia*, se habría producido solamente una reducción del aporte vascular del escafoides, mientras que en el segundo que denominó *necrosis avascular*, la falta de vascularización del mismo sería completa. Leyendo su libro *The Fractured Scaphoid* publica-

do en 1990, se observa que la calidad de las imágenes de la RM era todavía muy limitada, y creemos que se precipitó al equiparar la disminución de la intensidad de la señal en la secuencia T1 del fragmento proximal (que denominó «black hole») como indicativa de una necrosis ósea total e irreversible.

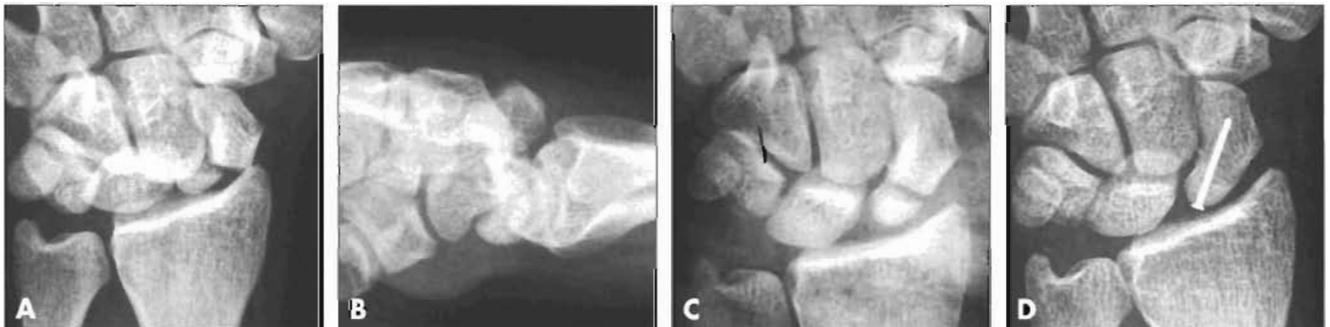
Como señala Günal<sup>17</sup> debe valorarse conjuntamente la RM y la presencia de los puntos sangrantes. Su existencia y una RM normal, confirman la presencia de vascularización intraósea (Figs. 2 B y 2 C). Si no aparecen pero la RM es normal, estaríamos ante una fase de isquemia inicial y reversible. La presencia de puntos sangrantes, pero con una RM anormal, sería indicativa de un proceso de revascularización en fase inicial, sin haber transcurrido el tiempo necesario para que la médula ósea haya recuperado su señal, pero con buen pronóstico. Solamente la combinación de una ausencia de puntos sangrantes con una RM anormal, se correspondería con una auténtica necrosis avascular. Aunque a nivel del polo proximal es un hecho que tiene menor importancia, el mencionado patrón de necrosis parcheada, obliga a valorar todas las imágenes de la RM, ya que pueden existir variaciones entre unos cortes y otros, por lo que la decisión de la técnica se hará tras la valoración exhaustiva de todas ellas.

Buscando incrementar la utilidad de la RM, se ha utilizado el Gadolinio como agente marcador de la vascularización, asociando la supresión grasa para eliminar la señal correspondiente a la misma. Estas variantes han incrementado el coste y la complejidad de la exploración, y su verdadera utilidad práctica no está en nuestro criterio claramente demostrada. Por otro lado, el hecho de que se demuestre la permanencia de vascularización, especialmente en el fragmento proximal, no significa que ésta corresponda necesariamente a tejido óseo viable, sino que puede originarse en otros tejidos reactivos con vascularización propia. Diversos autores han cuestionado el valor real de la RM para valorar el estado real de la vascularización, incluyendo la RM de tipo dinámico (Dawson<sup>18</sup>), y las secuencias tras la inyección de Gadolinio (Singh<sup>19</sup>). Es necesario continuar buscando marcadores más específicos de la vascularización residual específica del tejido óseo, y en el caso del polo proximal conseguir imágenes de RM de una mejor resolución.

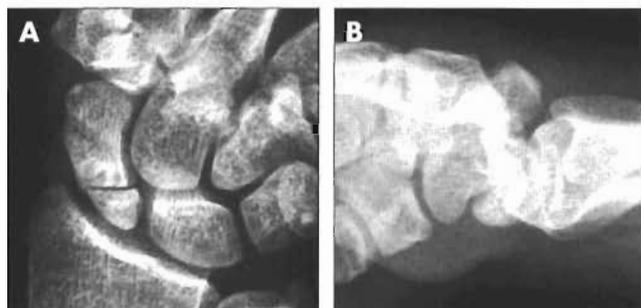
**TRATAMIENTO**

**Conceptos generales**

Sigue siendo motivo de controversia si una fractura tipo I, es merecedora de una intervención quirúrgica para intentar su consolidación, dadas sus muy escasas posibilidades de llegar a consolidar mediante inmovilización. Cuando son asintomáticas y descubiertas ocasionalmente en una fase tardía, en general es el propio paciente el que no reclama ni acepta ningún tratamien-



**Figura 3.** A. Fractura-luxación trans-escafo-perilunar dorsal. B. Proyección lateral de la misma. C. Diastasis inter-fragmentaria tras la reducción. D. Osteosíntesis con tornillo de proximal a distal.



**Figura 4. A.** Retardo de consolidación del polo proximal. **B.** Osteosíntesis con tornillo introducido de proximal a distal.

to, cirugía paliativa incluida. Si son sintomáticas y se llega a la cirugía, comunicamos al paciente nuestra preferencia por la simple extirpación del fragmento, exigiendo su consentimiento informado previo. Difícilmente el atornillado del pequeño fragmento proporciona un montaje mínimamente estable, y con frecuencia las dudas sobre la conveniencia de conservarlo se disipan al fragmentarse en el intento de atornillado. Con la simple exéresis hemos conseguido en nuestros 4 casos, un resultado funcional nunca perfecto, pero sí suficiente como para permitir la reincorporación a la actividad laboral y/o deportiva, sin llegar a precisar una nueva cirugía paliativa.

La opción de tratar mediante inmovilización una fractura del polo proximal del tipo II, sólo tiene justificación cuando son fisuras o fracturas que podríamos englobar en el concepto de «fracturas ocultas» afectando a la estructura trabecular, pero manteniéndose la continuidad de la cortical ósea y del cartílago, no existiendo desplazamiento entre los fragmentos. Estas fracturas tardan en visualizarse en las radiografías simples, pero terminan siendo visibles al reabsorberse el foco de fractura. En la RM son precoz y claramente visibles, y con frecuencia con imágenes de gran aparatosis debido al edema óseo reactivo. Estas fracturas pueden llegar a consolidar, en ocasiones de forma sorprendente como ocurrió en 2 adolescentes de nuestra serie, que lo hicieron mientras estaban en la lista de espera para ser operados. Por ello, es imperativo hacer un último control radiológico inmediatamente antes de la cirugía, para evitar hacerla de forma innecesaria.

En las fracturas tipo II con desplazamiento inter-fragmentario, aunque sea mínimo, preferimos su tratamiento quirúrgico, lo mismo que para las fracturas tipo III, mediante su osteosíntesis con un tornillo introducido desde el fragmento proximal al distal, alternativa muy superior respecto al abordaje volar y atornillado de distal a proximal. La condición básica es que dicho fragmento proximal no se haya fragmentado. No dudamos en hacerla si la estructura trabecular del fragmento se mantiene, aún en casos de una supuesta «necrosis avascular» del fragmento proximal en la RM. Aún cuando sea cierta, y como señaló Herbert,<sup>1</sup> en estos casos la conservación y síntesis del polo proximal es la menos mala de las soluciones, y superior a cualquier prótesis.

### Técnica quirúrgica

La vía de acceso dorsal la hacemos en forma de S itálica, tomando como referencia el tubérculo de Lister, y liberando los tendones de los músculos extensor largo del pulgar y del extensor radial corto del carpo. La breve incisión capsular, ya sea transversal o en forma de T, debe limitarse a exponer la articulación escafo-semilunar y el foco de fractura, siempre respetando la inserción de la membrana portadora de vasos que se inserta en

el vecino surco dorsal. Si todo ello se hace de una forma delicada, creemos que el daño vascular que se causa al escafoides con este modelo de cirugía abierta, no es mayor que el causado mediante la cirugía de osteosíntesis percutánea.

La introducción del tornillo se hará de proximal a distal, variante técnica introducida por Herbert<sup>20</sup> en 1983. Su tornillo con tamaño «mini» le permitió usarlo en fracturas con un polo proximal pequeño pero de un tamaño suficiente para dar cabida a la rosca proximal. Lo denominó «atornillado retrógrado», por ser una técnica contraria al habitual atornillado de distal a proximal. Al no poder ser colocada la guía, Herbert propuso hacerlo con la técnica que denomina manos libres (*free-hand*). En su revisión con Filan,<sup>21</sup> publicada en 1996, de un total de 431 casos operados, utilizó el abordaje dorsal en 99 ocasiones, si bien no todas ellas en fracturas del polo proximal, dada la utilización de esta técnica en fracturas más distales.

Un año más tarde, comienza a utilizar esta técnica De Maagd,<sup>22</sup> aunque no publica su serie de 12 pacientes hasta 1989. Este autor refiere la colocación de un injerto óseo añadido, pero introduciéndolo por un segundo abordaje volar, para evitar dañar la superficie cartilaginosa dorsal. Por su parte, Alnot<sup>23</sup> publicaba en 1988 su experiencia utilizando un minitornillo convencional con cabeza, con el consiguiente problema de su roce contra el cartílago del radio, lo que exigió su posterior retirada en dos casos de su serie. Moran<sup>24</sup> publicó en 1988 su experiencia con 48 casos operados entre diciembre de 1983 y mayo de 1987, incluyendo un ejemplo de atornillado retrógrado en una fractura del polo proximal con tornillo tipo Herbert, aunque sin concretar el número de casos de este tipo así tratados que existían en su serie.

Nosotros comenzamos a utilizarlo en 1989, comprobando en los dos casos iniciales las dificultades técnicas de su colocación, derivadas de que la zona roscada proximal del tornillo tuviese que tener cabida en el pequeño polo proximal, proporcionando un deficiente agarre y con evidente riesgo de fragmentar el mismo. Este problema también lo encontramos posteriormente con otros modelos de tornillos, eficaces en las fracturas del tercio medio. El ejemplo más ilustrativo es el tornillo tipo Acutrak, cuyo tamaño incluso en su reciente versión micro, dificultan su empleo a en este tipo de fracturas.

A raíz de esta experiencia inicial, nos pareció evidente que utilizar este tipo de tornillos tenía limitaciones, y que su uso resultaba imposible si el fragmento era de muy pequeño tamaño. Para estos casos decidimos (Irisari,<sup>25</sup> Yañez<sup>26</sup>) utilizar un tornillo cross-fit de titanio de Leibinger-Stryker, de rosca continua y disponible en 3 diámetros, siendo los de 1,2 y 1,7 mm los habitualmente utilizados. Su cabeza es pequeña y plana, lo que permite su fácil introducción causando un área de lesión cartilaginosa muy limitada y pudiendo quedar situada la misma en el espesor de dicho cartílago.

El punto idóneo para iniciar la perforación del escafoides es en la inmediata vecindad de la membrana escafo-lunar, siguiendo la dirección del primer metacarpiano, con la muñeca en máxima flexión. Es recomendable pasar en primer lugar una aguja de Kirschner de 1,0 mm que se introduce con menor esfuerzo que la broca, y que sirve para confirmarnos que la perforación lleva la dirección adecuada. En la mayoría de los casos, la simple inspección ocular, nos da la necesaria confianza para proseguir con la introducción de la broca. De tener dudas, debe hacerse un control fluoroscópico una vez introducida la aguja de Kirschner.

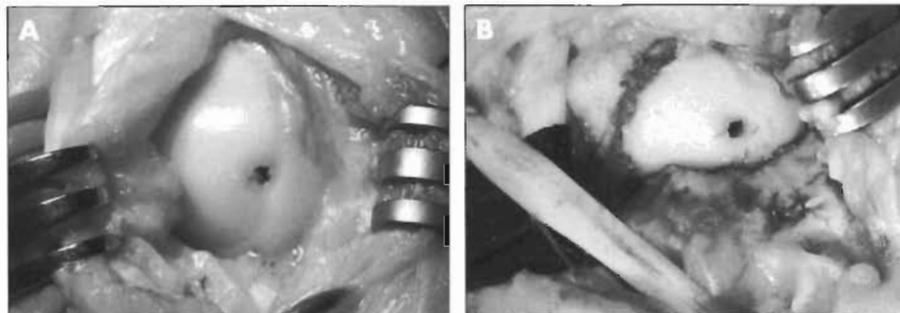
Siempre hacemos un último control de la adecuada longitud del tornillo antes de introducir definitivamente su cabeza, control que ya es posible hacerlo con la muñeca en posición neutra.

Si todo está correcto, de nuevo flexionamos la muñeca y terminaremos de introducir el tornillo. Cuando su cabeza alcanza la superficie del cartílago, coaptaremos firmemente ambos fragmentos, atrayendo el distal con la ayuda de una erina que se apoya sobre la cresta del escafoides. Así se mantienen en los últimos giros, que detenemos cuando aumenta la resistencia al avance del tornillo por alcanzar la cabeza la cortical ósea, momento en el que ya no sobresale de la superficie del cartílago (Figs. 5 A y 5 B). La cabeza del tornillo y la presencia de una espira continua en toda su longitud, son factores que mejoran su fijación en el fragmento proximal.

Es recomendable introducir el tornillo perpendicularmente al foco de fractura, pero es frecuente que no se consiga hacerlo con exactitud. En varios de nuestros casos iniciales, con un punto de introducción más radial, el tornillo se dirigió hacia el lado cubital del fragmento distal. La eficacia del agarre del tornillo en esta zona de tejido esponjoso es muy satisfactoria, y no recomendamos tratar de introducirlo de nuevo mejor centrado, aún cuando el aspecto radiológico sea menos satisfactorio. Sin duda, el procedimiento se vería facilitado si el tornillo fuese canulado, pero probablemente resultase en una menor capacidad de agarre de las espiras del mismo. Pese a no ser canulado, cuando se trata una fractura reciente y sin desplazamiento, o de un retardo de consolidación sin pérdida ósea, resulta una técnica relativamente sencilla para cirujanos con experiencia. En algún caso tipo III, es recomendable fijar con una fina aguja de Kirschner adicional ambos fragmentos, antes de introducir la segunda aguja, la broca y el tornillo.

Un punto muy controvertido es la actitud a seguir en los retardos de consolidación, con el foco de fractura. Cuando el defecto óseo en las radiografías es limitado, con frecuencia es difícil localizar visualmente el foco de fractura, debido a la «cicatrización» de la superficie cartilaginosa, detectable tan sólo por una línea de diferente coloración, y se necesita la ayuda del amplificador de imágenes para su confirmación. Visualmente observamos moviendo la muñeca, que incluso en los grados más extremos del recorrido articular ambos fragmentos se muevan conjuntamente. La decisión de si de proceder a su simple atornillado, o por el contrario limpiar el mismo, es difícil de tomar. Si en las radiografías previas a la intervención, el foco se ha reabsorbido de una forma importante, el simple atornillado no logrará restablecer la estructura trabecular, aún cuando el tornillo mantenga coaptados los fragmentos. Son casos que se convierten en asintomáticos, pero con la duda de si con el paso del tiempo lo seguirán siendo.

Por ello creemos conveniente hacer una pequeña ventana en el foco, en su parte más central, evitando dañar el área de cartílago de la superficie radial. A través de la misma introduciremos una pequeña cucharilla que nos permitirá su limpieza, y aportaremos chips de hueso esponjoso obtenido del extremo distal del radio, compactándolos al máximo posible. Todo ello realizado con un instrumental (escoplo, cucharilla...) muy fino, y sin «desmontar» el foco incluso aunque el fragmento proximal esté muy ligeramente desplazado hacia cubital. Siguiendo estas premisas, la colocación posterior del tornillo no ve agravada su dificultad. Sí es presumible que lo haga en cierto grado su eficacia mecánica, lo que llevó a Slade<sup>27</sup> a añadir la fijación del fragmento distal del escafoides al hueso grande mediante otro tornillo, para bla-



**Figura 5. A.** Aspecto al término de la introducción del tornillo. **B.** Pseudoartrosis tratada con aporte de injerto, osteosíntesis y estiloidectomía radial.

quear la articulación medio-carpiana. Slutsky<sup>28</sup> lo hace temporalmente mediante dos agujas de Kirschner. Posiblemente una sola aguja sea suficiente para cumplir este objetivo. La otra opción que Slade<sup>27</sup> propuso, fue colocar un tornillo que desde el polo proximal del escafoides llegue al semilunar. Pese a la influencia del factor mecánico, creemos que la consolidación está más en dependencia de la vascularización del escafoides, que del número de tornillos utilizados.

En los casos de pseudoartrosis con separación de ambos fragmentos, el distal se revitalizará limpiándolo con una pequeña fresa y finalmente con una pequeña cucharilla. En el fragmento proximal, la agresividad permitida para su limpieza es mucho menor, para preservar una estructura trabecular que permita hacer presa a la rosca del tornillo, y su vaciado será mínimo, asociando si acaso varias perforaciones con una fina aguja de Kirschner. En caso de existir una hipertrofia de la estiloides radial, puede ser conveniente hacer una estiloidectomía, limitada y respetuosa con los ligamentos que se insertan a dicho nivel. Dado que la pérdida ósea en estos casos es pequeña, puede facilitar la obtención del hueso esponjoso del extremo distal del radio. Por los inconvenientes que supone de cara a la anestesia y a la zona dadora, en las lesiones del polo proximal no utilizamos un injerto óseo de cresta ilíaca, lo que sí hacemos cuando es más distal el foco de pseudoartrosis.

### Tratamiento post-operatorio

La pauta a seguir en el período post-operatorio varía de acuerdo con el tipo de lesión y con los gestos técnicos realizados durante la intervención quirúrgica. En las fracturas recientes y en los retardos de consolidación, en los que sólo hemos realizado el atornillado, con la seguridad de haber conseguido una buena estabilización de los fragmentos, nos limitamos a colocar una férula de yeso antebraquial, que alcanza distalmente e inmoviliza la articulación metacarpo-falángica del pulgar, y que mantenemos durante un mes.

Aún admitiendo que es posible conseguir la consolidación pese a la precoz movilización en un alto porcentaje de casos, no somos partidarios de un rápido retorno a la actividad deportiva o laboral de esfuerzo. En los diversos tipos de fracturas del escafoides, polo proximal incluido, hemos tenido ocasión de ver varios casos, con una buena reducción y síntesis de la fractura, y una favorable recuperación funcional inicial, pero con reaparición de molestias varios meses más tarde de haber reiniciado su actividad, con imágenes radiológicas de reabsorción del foco. Nos parece prudente, que la muñeca operada se proteja con un período de al menos 1 mes de inmovilización. Lo contrario nos parece que conlleva un riesgo de complicaciones excesivo, difícilmente justificado por no detener la actividad durante ese plazo.

Durante el segundo mes el paciente utilizará una ortésis de muñeca, retirable para la higiene diaria y para pequeñas sesiones de movilización no forzada. Al cabo de los 2 meses, hacemos un control radiológico y permitimos la libre y progresiva movilización, recomendando evitar deportes de contacto o trabajos con riesgo de traumatismo directo un mes más. Siempre citamos al paciente a una revisión clínico-radiológica al cumplirse un año de la intervención, momento que utilizamos para realizar la valoración funcional final.

En los casos en los que asociamos un injerto óseo en el foco de pseudoartrosis, mantenemos la inmovilización 2 meses, usando la ortésis de protección un mes más. Cualquiera que sea el aspecto del control radiológico a los 3 meses de la intervención, permitimos la libre movilización. Los inconvenientes de prolongar este plazo, no se ven justificados por la remota esperanza de que llegue a consolidar algún caso que no ha hecho en dicho plazo.

## MATERIAL Y MÉTODO

Hemos revisado 45 pacientes con una fractura tipo II o tipo III, tanto recientes como con retardo de consolidación o pseudoartrosis, operados mediante osteosíntesis con un tornillo tipo Leibinger-Stryker introducido de proximal a distal, sin incluir por tanto los casos iniciales tratados con un mini-tornillo tipo Herbert. Los hemos dividido en 3 grupos diferentes:

- 1) Tres casos con una fractura-luxación trans-escafo-perilunar dorsal, y trazo de fractura del escafoides a nivel del polo proximal (Fig. 3). Todos eran varones, y tras una reducción de urgencia de la luxación, fueron operados de su fractura del escafoides en un intervalo de 1 a 18 días de la lesión.
- 2) Diez casos (9 en varones) de fractura aislada del polo proximal, de las cuales 5 eran del tipo II y otras 5 del tipo III.
- 3) Diecinueve casos con retardo de consolidación (17 varones y 2 mujeres), sin diagnóstico ni tratamiento inicial en 12 pacientes, tras tratamiento con yeso en 5 pacientes y tras osteosíntesis inicial con agujas de Kirschner en 2 casos (realizada en otros centros médicos). Fueron del tipo II 12 casos y del tipo III los otros 7 casos.
- 4) Trece casos de pseudoartrosis (antigüedad mínima de 6 meses), todos varones. La fractura inicial fue del tipo II en 4 casos y del tipo III en los restantes 9 casos.

## RESULTADOS

La valoración del resultado comprende el resultado radiológico, así como el funcional y la opinión del propio paciente, estos dos últimos parámetros con un seguimiento mínimo de un año. Los resultados de nuestra serie han sido los siguientes:

### RADIOLÓGICOS

En las fracturas recientes, se consiguió la consolidación en todos los casos, incluyendo los 3 casos de FLTEPLD. En el grupo de retardos de consolidación, se obtuvo su consolidación (Fig. 4) en 15 casos, mientras que los otros 4 casos (uno del tipo II y 3 del tipo III), no mostraron una imagen de consolidación clara en el control realizado al año de la intervención.

Por último, de las 13 pseudoartrosis operadas con injerto y tornillo, los controles radiológicos mostraron una clara consolidación en 9 casos, dudosa en dos pacientes (uno del tipo II y otro del tipo III) y claramente ausente en los otros dos casos (ambos del tipo III).

De estos resultados podemos deducir que en los retardos de consolidación y especialmente en las pseudoartrosis, el peor pronóstico lo tienen aquellos casos cuya fractura original fue del tipo III. La inclusión de un porcentaje de casos de dudosa consolidación, la creemos justificada, por la gran dificultad de valorar con certeza si la consolidación es real, y ello pese a un control radiológico de calidad, en al menos 4 proyecciones (PA en inclinación cubital, lateral y oblicuas a 45°). Además de las dificultades que en ocasiones supone la repetición de pruebas, ni siquiera la TC es definitiva en alguna ocasión y la RM se ve condicionada por la presencia del tornillo. Con frecuencia, la escasa sintomatología existente provoca que sea el propio paciente el que opte por no volver a someterse a otras exploraciones que no sea la radiografía simple.

### FUNCIONALES

En la revisión al año de la intervención, hemos podido constatar que los pacientes en los que se consigue la consolidación, tras una fractura reciente o un retardo de consolidación llegan a recuperar una fuerza de prensión normal, y que la secuela en cuanto a movilidad es una mínima pérdida de los últimos grados de flexión palmar y dorsal. Esta pérdida fue algo más acusada en el caso de las fracturas-luxaciones y en los casos de pseudoartrosis, pero sin que haya supuesto un inconveniente funcional limitante. Ciertamente son pacientes jóvenes en su gran mayoría, y en un alto porcentaje deportistas profesionales o aficionados muy interesados en su reincorporación a la práctica deportiva, pero aún en los pacientes del ámbito laboral, no hemos tenido problemas en la reincorporación laboral de los casos operados con éxito.

En nuestra serie, en los pacientes con un retardo de consolidación o una pseudoartrosis que no ha llegado a consolidar, el tornillo ha logrado mantener el movimiento sincrónico de ambos fragmentos, sin detectarse un deterioro visible en las radiografías. Aunque algunos autores defienden lo contrario, tenemos la sensación que el aporte de hueso esponjoso del extremo distal del radio, no induce a la formación de un callo óseo de tanta calidad estructural como el injerto de cresta iliaca, y esto se traduce en un aspecto radiológico menos brillante, sin que la pretendida fase final de paso de trabéculas entre los fragmentos llegue a alcanzarse o lo haga muy tardíamente.

A estos pacientes se les informa de esta ausencia de consolidación, aconsejándoles revisiones clínico-radiológicas periódicas, especialmente en las profesiones de riesgo. Tras un seguimiento comprendido entre uno y nueve años, en ninguno de estos casos a nivel del polo proximal se ha llegado a romper el tornillo, complicación que sí hemos tenido en un caso de atornillado convencional (con este mismo modelo de tornillo) en una fractura del tercio medio no consolidada. Tampoco tenemos registrado ningún caso de fragmentación post-quirúrgica del polo proximal.

### SUBJETIVOS

La valoración subjetiva del propio paciente ha sido siempre favorable en los casos en los que se ha obtenido la consolidación. La presencia del tornillo no ha sido motivo de molestias residuales, excepto en un caso. El paciente, de 25 años y militar de profesión, comenzó a tener molestias cada vez más severas a los dos años de la intervención. En las radiografías de control, se observó una perfecta consolidación del escafoides, pero también como el tornillo se había expulsado varios milímetros chocando contra la superficie articular del radio, lo que nos indujo a su retirada inmediata. En ningún caso se presentaron complicaciones de tipo séptico, ni la aparición de una distrofia tipo Sudeck.

## DISCUSIÓN

La técnica de osteosíntesis con tornillo introducido desde el fragmento proximal al distal, ha supuesto una alternativa muy útil para el tratamiento de las fracturas y las pseudoartrosis del escafoide con un pequeño fragmento proximal, y ha sido una técnica adoptada por la inmensa mayoría de expertos (Megerle,<sup>29</sup> Krimmer,<sup>30</sup> Rettig,<sup>31</sup> Robins<sup>32</sup>). El abordaje dorsal es más simple que el volar, y permite una más fácil colocación del tornillo. Para poder realizarlo es necesario que dicho fragmento proximal no se haya fragmentado y/o reabsorbido. No dudamos en recurrir a la osteosíntesis con tornillo si la estructura trabecular del fragmento se mantiene, independientemente de la supuesta *necrosis avascular* del fragmento proximal. El daño que se le hace al cartílago en el punto de introducción del tornillo es mínimo y rápidamente reparable, y si la cabeza del tornillo no sobresale del mismo, no implica complicaciones futuras para el cartílago.

Recientemente se han publicado series utilizando tornillos reabsorbibles (Kujala<sup>33</sup>), defendiendo que su eficacia mecánica inicial es comparable a la de los tornillos metálicos. No podemos opinar sobre ello, dado que no los hemos utilizado. Su mayor inconveniente lo encontramos en que dada la inevitable reabsorción del mismo, si no se logra la consolidación estamos ante una situación desesperada. Además hemos comprobado en dos casos operados por otros colegas de una fractura a nivel de la cintura del escafoide, que en este proceso de reabsorción la estructura trabecular del hueso esponjoso se deteriora gravemente, tanto en el foco inicial de la fractura como a todo lo largo del tornillo. Su pésimo estado de conservación, nos hizo imposible salvar el escafoide afectado, siendo necesaria su completa exéresis, acompañada de una artrodesis mediocarpiana.

Como en toda pseudoartrosis del escafoide, factores intrínsecos (básicamente su antigüedad y la vascularización residual del fragmento proximal) y extrínsecos (edad del paciente, calidad de la técnica quirúrgica y adecuado post-operatorio), influyen en el porcentaje de consolidación. La inmovilización post-operatoria la limitamos entre 1 y 2 meses según la técnica utilizada. Prolongar la misma, no va a mejorar el porcentaje de consolidación de una forma significativa y compensadora.

Nos parece recomendable, especialmente en los casos de dudosa consolidación, realizar un control radiológico al año de la intervención. Aún en el caso de que no se obtenga un claro paso de trabéculas entre ambos fragmentos, la estabilización que proporciona el tornillo puede permitir un satisfactorio resultado funcional durante años, en cualquier nivel del escafoide, como ocurrió en un paciente de McLaughlin,<sup>34</sup> revisado casualmente a los 28 años de la osteosíntesis y que pese a la no consolidación radiológica, había trabajado con toda normalidad como taxista. Maudsley y Chen,<sup>3</sup> incluyen en su artículo dos casos similares y lo mismo hacen Filan y Herbert,<sup>21</sup> que incluyen las imágenes de una pseudoartrosis bilateral no consolidadas tras su atomillado, refiriendo cómo el paciente podía seguir practicando rugby con normalidad.

Nosotros también hemos comprobado en varios casos esta circunstancia, tanto en lesiones localizadas en el tercio medio como en el polo proximal del escafoide, como la del paciente cuyas imágenes constituyen la figura 6, cuya profesión es ser portero de fútbol, actividad a la que se ha reincorporado, hasta el presente momento sin problemas. Esta es una clara ventaja sobre la osteosíntesis con tornillos reabsorbibles y sobre las agujas de Kirchner, que una vez retiradas y en el caso de no conseguirse la consolidación, nos conducen a un empeoramiento funcional y psicológico respecto al estado previo a la intervención.



**Figura 6.** A. Retardo de consolidación en fractura no tratada. Imagen pre-operatoria. B. Control radiológico a los 6 meses, sin clara consolidación.

Es obvio que los casos de pseudoartrosis del polo proximal con necrosis avascular siguen siendo probablemente el problema más difícil en este campo, dada la imposibilidad de hacer un montaje eficaz con un injerto vascularizado, y por la dificultad de su osteosíntesis. En los casos en los que el polo proximal se ha fragmentado y/o reabsorbido, nos encontramos ante un problema sin una solución solvente en el momento actual. Debe proseguirse con la investigación de nuevos materiales protésicos, tras la utilización sin resultados convincentes de los injertos de cadáver (Carter<sup>35</sup>) y del fracaso de las prótesis de silastic tipo Swanson. Este fracaso supuso un castigo al riesgo de aplicar materiales sin conocer su comportamiento a largo plazo. La resistencia de su promotor para admitir los inconvenientes de la técnica, fue contraproducente para poder continuar usándola en las escasas indicaciones que posiblemente tenía, a saber prótesis parciales en pacientes de edad avanzada y baja demanda funcional (Irisari<sup>36</sup>). El cese de su producción, supuso el final definitivo para dicha técnica.

El resultado de otros modelos de prótesis de escafoide tanto parciales como totales (de vitallium, de titanio y de pirocarbono), está todavía pendiente de su evaluación a medio y largo plazo. En su práctica totalidad, los artículos publicados sobre las mismas están firmados por los propios diseñadores del implante, lo que compromete su objetividad.

Otra alternativa utilizada ha sido la sustitución del fragmento proximal por un injerto osteocondral costal (Yao<sup>37</sup>). Nunca nos ha parecido una opción atractiva, quizá por nuestra falta de experiencia con la zona dadora, pero realmente tampoco hemos observado en los trabajos publicados unas imágenes convincentes de los casos así tratados.

En conclusión, cada vez podemos diagnosticar antes y mejor las fracturas recientes, y disponemos de medios de osteosíntesis más perfeccionados y que se adaptan al tamaño variable de los fragmentos. En las pseudoartrosis, la valoración conjunta de las radiografías, TC y RM, nos permiten llegar a la intervención con una información muy valiosa... pero no definitiva. Quizá en un futuro más o menos cercano, llegue a ser de uso común la aplicación local en el foco de factores estimulantes de la osteogénesis (BMP, células madre...). Seguramente, aún así, la experiencia y la habilidad manual del cirujano, seguirán desempeñando un papel de decisiva importancia en el éxito o fracaso de la cirugía de estas lesiones.

## REFERENCIAS

1. Herbert T. The fractured scaphoid. Quality Medical Publishing, St Louis, 1990.
2. Strel R. Perkutane verschraubung des handkahnbeines mit bohrdrahtkompressionsschraube. Zentralbl Chir 1970; 1060-78.
3. Maudsley R, Chen S. Screw fixation in the management of the fractured carpal scaphoid. J Bone Joint Surg (Br) 1972; 54B:432-431.

4. Bushnell B, McWilliams A, Messer T. Complications in dorsal percutaneous cannulated screw fixation of nondisplaced scaphoid waist fractures. *J Hand Surg (Am)* 2007; 32A:828-833.
5. Adamany D, Mikola E, Fraser B. Percutaneous fixation of the scaphoid through a dorsal approach: an anatomic study. *J Hand Surg (Am)* 2008; 33A:327-330.
6. Slade JF III, 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.
7. Bindra R. Morphometry and microarchitecture of the human scaphoid. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers, 2011.
8. Sandow M. Three-dimensional carpal imaging of the scaphoid. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers, 2011.
9. Compson J, Waterman J, Heatley F. The radiological anatomy of the scaphoid. *J Hand Surg (Br)* 1994;19(2):183-187.
10. Schemberg F. Classification des fractures du scaphoide carpien. Etude anatomoradiologique des traits. *Rev Chir Orthop* 1988; 74:693-5.
11. Trail I, Stanley J. Nonvascularized bone graft for scaphoid nonunion: predictive factors. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers, 2011.
12. García-Eliás M. Fracturas del polo proximal del escafoides. Clasificación y tratamiento. *Rev Ortop Traum* 1998; 42(Suppl. 1):26-31.
13. Irisarri C, Pombo S, Fernandez G. Necrosis del carpo. Valor de la resonancia magnética. Actualizaciones en Cirugía Ortopédica y Traumatología SECOT n.º 5, Capítulo 9, Ed. Masson, 2005.
14. Downing N, Oni J, Davis T, Vu T, Dawson S, Martel A. The relationship between proximal pole blood flow and the subjective assessment of increased density of the proximal pole in acute scaphoid fractures. *J Hand Surg (Am)* 2002;27A:402-408.
15. Green D. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg (Am)* 1985;10A:597-605.
16. Urban M, Green D, Anfdemorte T. The patchy configuration of scaphoid avascular necrosis. *J Hand Surg (Am)* 1993; 18A:669-674.
17. Günal I, Barton N, Calli I. Current management of scaphoid fractures. *Royal Soc Medicine Press*, 2002.
18. Dawson J, Martel A, Davis T. Scaphoid blood flow and acute fracture healing: a dynamic MRI study with enhancement with gadolinium. *J Bone Joint Surg* 2001; 83:609-814.
19. Singh AK, Davis TCR, Dawson JS, Oni JA, Downing ND. Gadolinium enhanced MR assessment of proximal fragment vascularity in nonunions after scaphoid fracture: Does it predict the outcome of reconstructive surgery? *J Hand Surg (Br)* 2004; 29B:444-8.
20. Herbert T, Fisher W. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg (Br)* 1984; 66B:114-23.
21. Filan S, Herbert T. Herbert screw fixation of scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg* 1996; 76B:519-529.
22. De Maagd R, Engber W. Retrograde Herbert screw fixation for treatment of proximal pole scaphoid nonunions. *J Hand Surg (Am)* 1989; 14A:996-1003.
23. Alnot JY. Les fractures et pseudoarthroses polaires proximales type I. *Rev Chir Orthop* 1988; 74:740-3.
24. Moran R, Curtin J. Scaphoid fractures treated by Herbert screw fixation. *J Hand Surg (Br)* 1988; 13B:453-5.
25. Irisarri C. *Patología del Escafoides Carpiano*, Editorial Norgráfica, Vigo, 2002.
26. Yañez J, Castro M, Pombo S, Irisarri C. Osteosíntesis con tornillo del polo proximal del escafoides carpiano. *Rev Ortop Traum* 2005; 49(4): 281-286.
27. Slade J, Dodds S. Percutaneous fixation of scaphoid fibrous/non-union with and without percutaneous bone graft. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers, 2011.
28. Slutsky D. Arthroscopically assisted percutaneous scaphoid screw insertion. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers 2011.
29. Megerle K, Reutgen X, Müller M, German G, Sauerbier M. Treatment of scaphoid nonunion of the proximal thrid with conventional bone grafting and Mini-Herbert screws: an analysis of clinical and radiological results. *J Hand Surg* 2008; 33E(2):179-185.
30. Krimmer K. Management of acute fractures and nonunions of the proximal pole of the scaphoid. *J Hand Surg (Br)* 2002; 27B:245-8.
31. Rettig M, Raskin K. Retrograde compression screw fixation of acute proximal pole scaphoid fractures. *J Hand Surg (Am)* 1999; 24A: 1207-10.
32. Robins R, Ridge O, Carter P. Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunion of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg (Am)* 1995; 20A:818-31.
33. Kujala S, Raatikainen T, Kaarela O, Ashammakhi N, Ryanen J. Successful treatment of scaphoid fractures and nonunions with absorbable screws: report of six cases. *J Hand Surg (Am)* 2004; 29A:68-73.
34. McLaughlin H. Fracture of the navicular (scaphoid) bone. Some observations based on treatment by open reduction an internal fixation. *J Bone Joint Surg (Am)* 1954; 36A:765-74.
35. Carter P, Malinin Th, Abbey P, Greg T. The scaphoid allograft: a new operation for treatment of the very proximal scaphoid non-union or for the necrotic, fragmented scaphoid proximal pole. *J Hand Surg (Am)* 1989; 14A:1-12.
36. Irisarri C. Artroplastias protésicas del escafoides carpiano. *Rev Ortop Traum* 1998; 42(suppl. 1):46-50.
37. Yao J, Read B. Osteochondral rib grafts. En: *The Scaphoid*, Ed. Slutsky D, Slade J, Thieme Medical Publishers, 2011.

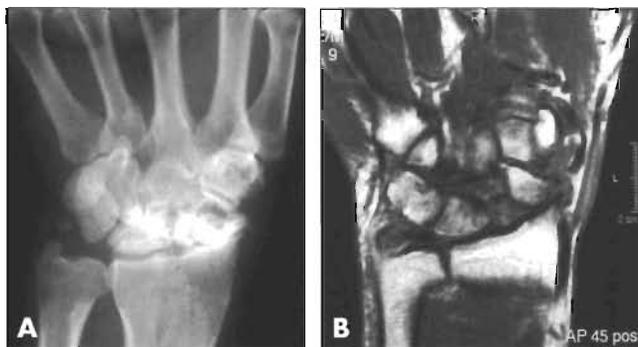
# Artrodesis parciales en el tratamiento de las muñecas SNAC

C. Lamas y M. García-Elías

## PERSPECTIVA HISTÓRICA Y FISIOPATOLOGÍA

La progresión y severidad de los cambios degenerativos asociados a una pseudoartrosis de escafoides es variable y depende de distintos factores. Mack et al.<sup>1</sup> y Ruby et al.,<sup>2</sup> describieron la evolución natural de una pseudoartrosis de escafoides que progresa dando lugar a una serie de cambios degenerativos en la muñeca. La mayoría de estudios aportan un 100% de artrosis a largo plazo después de una fractura de escafoides no consolidada. Una fractura de escafoides estable no desplazada progresa más lentamente que una fractura inestable. Una década después de la fractura, se aprecian quistes en el área de la lesión, y los cambios degenerativos son evidentes en la articulación radioescafoidea. En la segunda década después de la fractura inicial, puede apreciarse una artrosis pancarpiana<sup>1,2</sup> (Fig. 1). Los patrones de artrosis más frecuentes en el carpo son el resultado de una lesión del ligamento escafolunar, o bien de una pseudoartrosis de escafoides. La muñeca SLAC es el acrónimo de *Scapholunate Advanced Collapse* y hace referencia a la artrosis y al colapso carpiano secundario a la evolución natural de una disociación escafolunar.<sup>3</sup> Sin embargo, el acrónimo de muñeca SNAC o *Scaphoid Nonunion Advanced Collapse* se refiere a los cambios degenerativos en el carpo secundarios a una pseudoartrosis de escafoides en los que ha persistido la no consolidación de la fractura. En ambos casos, existe un patrón degenerativo evolutivo, con distintas zonas de artrosis y con un colapso carpiano.<sup>4</sup> La severidad de estos cambios degenerativos en las muñecas SNAC se clasifica en tres estadios.<sup>5</sup> En el SNAC estadio I, el fragmento distal

del escafoides se flexiona, y la artrosis aparece inicialmente entre este fragmento y la estiloides radial. El fragmento proximal está alineado con el semilunar y con su forma hemisférica, permanece congruente con el radio, estando libre de artrosis.<sup>4,6</sup> En el SNAC estadio II, existe una pérdida del cartílago entre el escafoides distal y la fosa del escafoides en el radio, y en ocasiones, aparece también artrosis entre el fragmento proximal del escafoides y el área radial de la cabeza del hueso grande. La presentación depende del grado de proceso artrósico y de la inestabilidad carpiana. A medida que se produce un colapso del escafoides, se incrementan las cargas en la superficie articular entre el semilunar y el hueso grande (Fig. 2). En el SNAC estadio III, la sobrecarga entre el hueso grande y el semilunar conduce a una artrosis de esta articulación, y por consiguiente de la articulación medio-carpiana. El hueso grande migra proximalmente subluxándose respecto al borde dorsal del escafoides y el semilunar, permitiendo el colapso carpiano. Los patrones SNAC o SLAC pueden causar un contacto anormal de las articulaciones radiolunar y carpo-cubital.<sup>7</sup> Estos patrones normalmente no conducen a artrosis entre el semilunar y el radio, en contraste, con la articulación radioescafoidea y semilunar-hueso grande<sup>5,6</sup> (Fig. 3). Las cargas aplicadas al semilunar permanecen perpendiculares a la super-



**Figura 1. A.** Proyección radiológica AP. Pseudoartrosis de escafoides carpiano y muñeca SNAC. **B.** Resonancia nuclear magnética. Corte coronal e imagen potenciada en T1. Disminución de la señal de intensidad en el fragmento proximal necrótico y artropatía degenerativa avanzada.



**Figura 2.** SNAC estadio II. Artrosis entre el escafoides distal y la fosa del escafoides en el radio, así como entre el fragmento proximal del escafoides y el hueso grande.



**Figura 3.** SNAC estadio III. **A.** Radiografía AP. **B.** Tomografía computerizada.

ficie radial, y no se desarrollan fuerzas de cizallamiento; esto permite la posibilidad de preservar la movilidad a pesar de un estadio III de la enfermedad. La traslación cubital del carpo puede ocurrir en asociación con las muñecas SNAC o SLAC.<sup>7</sup>

Debido a que la pseudoartrosis de escafoides tiene una alta tasa de no consolidación y de desarrollo de artrosis, el tratamiento de elección, siempre que se pueda, es la reducción abierta y la fijación interna con o sin injerto óseo. En el pasado, el único tratamiento de la artrosis generalizada del carpo secundaria a una pseudoartrosis de escafoides era la artrodesis total de muñeca.<sup>7,8</sup> Sin embargo, este procedimiento a pesar de ser efectivo en la supresión del dolor, lo hace a expensas de limitar por completo la movilidad de la muñeca. Otras opciones además de la artrodesis total son las artrodesis parciales, la carpectomía proximal y la artroplastia total de muñeca.<sup>8</sup> Uno de los primeros artículos sobre la artrodesis parcial es el de Thornton en 1924,<sup>9</sup> en el que aporta buenos resultados con la fusión del escafoides, semilunar, hueso grande y ganchoso. Las artrodesis parciales son una opción de tratamiento en la artrosis severa del carpo. Éste es un procedimiento capaz de reducir el dolor y de eliminar la inestabilidad.<sup>7</sup> La artrodesis parcial permite la transmisión de cargas a través de las articulaciones restantes de la muñeca, permitiendo una adaptación y compensando, en la medida de lo posible, la pérdida de movilidad completa ocasionada con la fusión.<sup>7,8</sup> En las series publicadas sobre artrodesis intercarpianas se demuestra que con esta técnica es posible preservar el 50% del movimiento de la muñeca.<sup>3-5</sup> Distintos grupos de patologías del carpo, como son los patrones de artrosis en las muñecas SNAC y SLAC, la subluxación rotatoria del escafoides, la inestabilidad carpiana, la enfermedad de Preiser y la enfermedad de Kienböck son tratadas con fusiones parciales dependiendo del grado de artrosis.<sup>3-5,10-12</sup>

## PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA

En la planificación preoperatoria de una artrodesis parcial se deberían de tener en cuenta algunas cuestiones. Primero, el paciente necesita haber entendido claramente el procedimiento que se le va a realizar y el cirujano conocer las expectativas del paciente. Hay que ser cuidadoso en la explicación de los resultados funcionales postintervención. Se deben practicar proyecciones radiológicas posteroanterior y lateral de la muñeca afecta, así como de la contralateral, lo que permite la valoración de los distintos ángulos, y la medición de la altura carpiana. Con las proyecciones radiológicas la severidad de la artrosis en las muñecas SNAC puede apreciarse con facilidad. Sin embargo, puede ser de utilidad la tomografía computerizada (TC) en la valoración de la extensión de la artropatía degenerativa radioescafoidea y mediocarpiana. Si el injerto óseo para realizar la artrodesis parcial se obtiene del radio distal, la anestesia es regional. En el caso de que

se utilice un injerto de cresta ilíaca, se requiere una anestesia general. Previo a la práctica de una artrodesis radiocarpiana es necesario ser cuidadoso en apreciar que la articulación mediocarpiana no presente cambios degenerativos.<sup>7</sup>

## OPCIONES DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

El SNAC estadio I generalmente se trata con una estiloidectomía radial, injerto óseo y con la fijación interna con un tornillo de compresión.<sup>7,8</sup> En ocasiones, puede utilizarse también una denervación parcial de la muñeca para reducir el dolor. Existen distintas opciones de tratamiento en el SNAC estadio II, incluyendo la carpectomía proximal, la fusión intercarpiana con estiloidectomía radial, y la fusión mediocarpiana. Una de las técnicas más empleadas es la exéresis del escafoides junto con una artrodesis mediocarpiana "cuatro esquinas" o "four-corner fusion". Para algunos autores, otras alternativas de tratamiento en este estadio pueden ser la artrodesis semilunar-hueso grande con la exéresis del escafoides, y en ocasiones también del piramidal.<sup>7</sup> En el SNAC estadio III, se aprecia una artrosis generalizada radioescafoidea y entre semilunar-hueso grande. En este estadio, el procedimiento de elección es la exéresis del escafoides y la artrodesis semilunar-hueso grande o la artrodesis mediocarpiana "cuatro esquinas". La carpectomía proximal no es apropiada en el estadio III debido a que existen cambios degenerativos en la cabeza del hueso grande. Los pacientes que presenten una traslación cubital del carpo no son candidatos a una artrodesis "cuatro esquinas". Esta traslación cubital es característica y es consecuencia de la disrupción del ligamento radiolunar largo y de una incongruencia articular radio-semilunar. En estos casos con artrosis generalizada y traslación cubital puede indicarse una artrodesis total de muñeca.<sup>8</sup>

## INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LAS ARTRODESIS PARCIALES EN LAS MUÑECAS SNAC

Los principios e indicaciones de las artrodesis parciales de muñeca en el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides con cambios degenerativos pueden dividirse en: fusión de la articulación mediocarpiana (artrodesis cuatro esquinas y semilunar-hueso grande); fusión de la articulación radiocarpiana (radioescafolunar); y artrodesis intercarpiana (escafolunar).<sup>7,8</sup>

### ARTRODESIS CUATRO ESQUINAS O FOUR CORNER FUSION

La artrodesis cuatro esquinas o *four corner* es una artrodesis mediocarpiana que implica la fusión de las superficies articulares de semilunar, hueso grande, piramidal y ganchoso (Fig. 4). La indicación más frecuente para este procedimiento es el colapso carpiano avanzado con artropatía degenerativa que afecta a la articulación radioescafoidea y mediocarpiana. La artrodesis cuatro esquinas suele combinarse con la exéresis del escafoides en pacientes con enfermedad degenerativa avanzada resultado de una disociación escafolunar, pseudoartrosis de escafoides, o mala unión del escafoides. Debido a que la mayoría de los huesos del carpo están fusionados, el movimiento se realiza por la articulación radiosemilunar, de manera que la única contraindicación de este procedimiento es la artrosis radio-semilunar.<sup>6-8</sup> La artrodesis puede llevarse a cabo con injerto óseo y fijación con 2-3 tornillos, agujas de Kirschner o placa de osteosíntesis circular.

### ARTRODESIS SEMILUNAR-HUESO GRANDE

La artrodesis semilunar-hueso grande es un procedimiento que tiene las ventajas de la artrodesis cuatro esquinas pero que

minimiza sus inconvenientes. La principal ventaja de esta técnica comparada con la artrodesis cuatro esquinas es el menor número de huesos fusionados. En este procedimiento se elimina la artrodesis semilunar-piramidal y piramidal-ganchoso, de manera que existe una menor incidencia de complicaciones derivadas de estas fusiones como son la pseudoartrosis o los problemas derivados del fracaso del material. Las indicaciones y contraindicaciones de la artrodesis semilunar-hueso grande son las mismas que la fusión cuatro esquinas. La artrodesis semilunar-hueso grande se acompaña de la exéresis del escafoides, y en ocasiones de la exéresis del piramidal<sup>8</sup> (Fig. 5).

### ARTRODESIS ESCAFOLUNAR

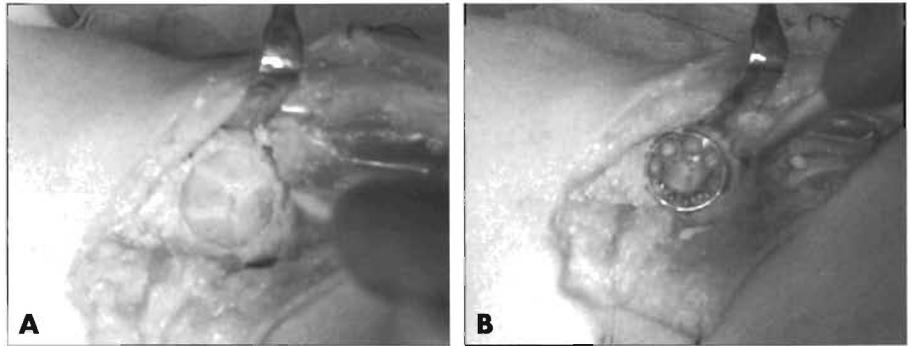
La principal razón de una artrodesis escafolunar es estabilizar la unión escafolunar. La causa más común es la inestabilidad escafolunar en la disociación escafolunar, o resultado de una fractura no consolidada de polo proximal de escafoides o una pseudoartrosis de escafoides. El problema en este caso, es la baja proporción de unión de la artrodesis. En la mayoría de las series es inaceptablemente alto y está relacionado con el flujo vascular intraóseo retrógrado del escafoides proximal, la poca superficie de contacto para la fusión, la tendencia rotacional del escafoides respecto del semilunar, y la dificultad de conseguir una compresión a través de la zona de la fusión sin modificar el arco de curvatura de la articulación mediocarpiana.<sup>13</sup> Si no mejoran estos resultados clínicos y quirúrgicos esta técnica tiene una contraindicación relativa.<sup>7</sup>

### ARTRODESIS RADIOCARPIANA, ARTRODESIS RADIOESCAFOLUNAR Y TRASLACIÓN CUBITAL DEL CARPO

La traslación cubital del carpo puede ocurrir en los estadios avanzados de una muñeca SNAC. La traslación cubital del carpo se define como la condición en la que el semilunar se encuentra en una posición anómala hacia el borde palmar y cubital de la muñeca con menos de un 50% de su superficie articular proxi-



**Figura 5.** Exéresis del escafoides y artrodesis semilunar-hueso grande con tornillos de compresión.



**Figura 4.** Artrodesis cuatro esquinas o four corner fusion. **A.** Fresado y cruentación de las superficies articulares de semilunar, hueso grande, piramidal y ganchoso. **B.** Colocación de la placa circular.

mal en contacto con la fosa lunar del radio. En estos casos avanzados de SNAC, es difícil conseguir una realineación de nuevo del semilunar en su fosa del radio para permitir una alineación y fusión correcta semilunar-hueso grande o cuatro esquinas. La artrodesis radioescafolunar puede ser una opción de tratamiento en estos pacientes en los que producirá una limitación funcional menor que si se practicase una artrodesis total de muñeca. La principal contraindicación de la artrodesis radioescafolunar es la presencia significativa de artrosis de la articulación mediocarpiana.<sup>4,7,8</sup>

### RESULTADOS DE LAS ARTRODESIS PARCIALES

Generalmente, las fusiones realizadas dentro de una misma hilera del carpo, como la fusión hueso grande-ganchoso o la semilunar-piramidal, presentan un menor impacto en el movimiento de la muñeca, que aquellas artrodesis que afectan a la articulación radiocarpiana y mediocarpiana. Garcia-Elias et al.<sup>14</sup> simulan biomecánicamente los efectos de dos fusiones intercarpianas en 6 muñecas de cadáver. Concluyen que ambas artrodesis intercarpianas producían una disminución similar en el rango global de movilidad. Estos cambios cinemáticos generaban tensiones en los ligamentos, lo que puede potencialmente reducir los resultados funcionales a largo plazo. Otros estudios biomecánicos han precisado el rango de movilidad postoperatorio de las artrodesis parciales.<sup>10,15,16</sup> De todas formas, en los resultados de las artrodesis parciales también influyen los factores biológicos como son: el proceso de cicatrización y el período de inmovilización.<sup>10</sup>

### ARTRODESIS MEDIOCARPIANA CUATRO ESQUINAS CON EXCISIÓN DEL ESCAFOIDES

La excisión del escafoides y la fusión mediocarpiana permite suprimir el dolor mientras que conserva una movilidad residual aceptable. En la serie de Watson et al.<sup>17</sup> el dolor se redujo significativamente, y el rango de movilidad medio fue de 33% de extensión y de 37% de flexión. Después de 44 meses de seguimiento, los resultados mejoraron y fueron similares a los de Krimmer et al.<sup>6</sup> en 31 pacientes, y a los de Lanz et al.<sup>18</sup> en 45 pacientes. Krimmer et al.<sup>6</sup> comparan los resultados de la artrodesis cuatro esquinas versus la artrodesis total de muñeca en pacientes con muñecas SLAC y SNAC, concluyendo que son mejores los resultados funcionales con las artrodesis parciales. Según Sauerbier et al.<sup>7</sup> la artrodesis cuatro esquinas con la exéresis completa del escafoides es una técnica eficaz en resolver el dolor y en permitir un rango de movilidad aceptable en el tratamiento de las muñecas SNAC (Fig. 6). Gellman et al.<sup>15</sup> estudian el efecto de la artrodesis intercarpianas in vitro. Estos autores concluyen que se obtiene un arco de flexo-extensión de 64% después de una artro-



**Figura 6.** Artrodesis mediocarpiana cuatro esquinas. **A.** Radiografía AP. **B.** Radiografía de perfil.

desis cuatro esquinas. En el estudio de Ashmead et al.<sup>19</sup> se realiza el seguimiento durante 44 meses de 100 pacientes con artrodesis cuatro esquinas. La fuerza fue del 80% respecto al lado contralateral. La extensión media fue de 32° y la flexión media de 42°. El 91% de los pacientes estaban satisfechos con su intervención. La tasa de no unión de la artrodesis fue del 3%, pero todas consolidaron con un segundo procedimiento. Cohen y Kozin<sup>20</sup> también estudiaron el efecto de la artrodesis cuatro esquinas en el rango de movilidad. Los autores observaron una extensión media de 49°, una flexión de 31°, y un 58% de arco de flexo-extensión comparado con el lado contralateral. Este estudio demostró un mayor rango de desviación radiocubital respecto de la carppectomía proximal. La fuerza de prensión fue del 79% del lado contralateral.

En una revisión de la literatura de las artrodesis intercarpianas entre 1924 y 1994, Siegel y Ruby<sup>21</sup> observaron que la proporción de no unión con la artrodesis cuatro esquinas fue de un 4,3%, el porcentaje más bajo respecto de otras artrodesis. Larsen et al.<sup>22</sup> revisaron los resultados publicados desde 1946 a 1993. Estos autores concluyeron que la tasa de pseudoartrosis con una artrodesis cuatro esquinas oscilaba desde un 9%<sup>1</sup> a un 50%,<sup>23</sup> con una media de un 8,4%.

### ARTRODESIS SEMILUNAR-HUESO GRANDE

Cuando tratamos la artropatía degenerativa secundaria a una inestabilidad escafolunar o a una pseudoartrosis de escafoides, la exéresis del escafoides debe estar combinada con una estabilización de la articulación mediocarpiana. Para este objetivo se han propuesto dos alternativas quirúrgicas: la fusión del semilunar, piramidal, hueso grande y ganchoso o fusión cuatro esquinas; o limitar la fusión a la articulación semilunar-hueso grande, con exéresis o no del piramidal. En ocasiones, este último procedimiento se ha asociado a complicaciones. Kirschenbaum et al.<sup>24</sup> y Viegas et al.<sup>10</sup> reportan una tasa de no consolidación de esta artrodesis alta, que según las series puede llegar al 33%. Sin embargo, la artrodesis semilunar-hueso grande es un método alternativo efectivo para tratar las muñecas SLAC y SNAC, y presenta un rango medio de movilidad de la flexo-extensión de 60°. Ferreres et al.<sup>25</sup> estudiaron 17 pacientes que habían sido tratados con una artrodesis semilunar-hueso grande después de un seguimiento de 8 a 12 años. Los autores concluyen que los resultados de la artrodesis semilunar-hueso grande son similares a los de la

fusión cuatro esquinas, excepto en la presencia de un mayor grado de movilidad en la desviación radio-cubital. Recientes estudios sobre la inervación de los ligamentos radiopiramidales han dado relevancia a preservar el movimiento de la articulación semilunar-piramidal para mantener la propiocepción. De manera, que si se combina la artrodesis semilunar-hueso grande con una excisión del piramidal, además del escafoides, para ganar movilidad, el papel propioceptivo de los ligamentos radiopiramidales puede estar comprometido. Goubier y Teboul<sup>26</sup> realizan en 13 pacientes, una artrodesis mediocarpiana semilunar-hueso grande con tornillos de compresión. El seguimiento medio fue de 29 meses. En todos los casos se suprimió el dolor y, en 12 casos obtuvieron la consolidación de la fractura en un tiempo medio de 9 semanas.

### ARTRODESIS RADIOESCAFOLUNAR Y ESCAFOLUNAR

Este tipo de artrodesis se emplea sólo anecdóticamente para el tratamiento de la muñeca SNAC. Los resultados de una fusión radioescafolunar para una artrosis radiocarpiana secundaria a una fractura de radio distal es razonable, sin embargo, no todos los autores están de acuerdo en su empleo en la muñeca SNAC.<sup>7,8</sup>

### COMPLICACIONES

El fracaso de una artrodesis parcial de muñeca puede tener lugar por distintos factores.<sup>21,23,24</sup> La falta de unión de la artrodesis es la complicación más común y puede reducir las expectativas de los resultados. La pseudoartrosis según las series puede variar del 9 al 50%.<sup>4,21-23</sup> Otra complicación frecuente de la artrodesis parcial es el fracaso del material de osteosíntesis. La rotura de los tornillos de las placas circulares de artrodesis varía según las series del 7 al 27%.<sup>27</sup> El impingement tiene lugar en el 22%. La presencia de impingement en la estiloides radial se observa en el 6% y el impingement dorsal en el 25%.<sup>27</sup> Pueden ocurrir otras complicaciones con menor frecuencia como son la infección de las agujas de Kirschner, el dolor persistente, la progresión del patrón degenerativo, la lesión de la rama cutánea sensitiva cercana a la cicatriz, y la distrofia simpático refleja.<sup>23,24</sup>

### REFERENCIAS

1. Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid nonunion. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:504-509.
2. Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The natural history of scaphoid nonunion: a review of fifty-five cases. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A:428-432.
3. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg* 1984; 9A:358-365.
4. Krakauer JD, Bishop AT, Cooney WP. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse. *J Hand Surg* 1994; 9A:358-365.
5. Watson HK, Ryu J. Evolution of arthritis of the wrist. *Clin Orthop* 1986; 201:57-67.
6. Krimmer H, Krapohl B, Sauerbier M, Hahn P. Posttraumatic carpal collapse (SLAC- and SNAC-wrist): stage classification and therapeutic possibilities. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1997; 29:228-233.
7. Sauerbier M, Küntscher MV, Germann G. Intercarpal fusion for scaphoid nonunion. *Atlas Hand Clin* 2003; 8:163-183.
8. Manuel JLM, Weiss APC. Intercarpal fusion with the Spider plate for scaphoid nonunion. *Atlas Hand Clin* 2003; 8:139-148.
9. Thornton L. Old dislocation of os magnum: open reduction and stabilization. *South Med J* 1924; 17:430.
10. Viegas SF, Patterson RM, Peterson PD. Evaluations of the biomechanical efficacy of limited Intercarpal fusions for the treatment of Scapholunate dissociation. *J Hand Surg* 1990; 15A:120-128.
11. Watson HK, Hempton RF. Limited wrist arthrodesis. I. the triscapoid joint. *J Hand Surg* 1980; 5A:320-327.
12. Minami A, Kato H, Iwasaki N, Minami M. Limited wrist fusions: comparison of results 22 and 89 months after surgery. *J Hand Surg* 1999; 24A:133-137.

13. Hom S, Rub LK. Attempted scapholunate arthrodesis for chronic scapholunate dissociation. *J Hand Surg* 1991; 16A:334-339.
14. Garcia-Elias M, Cooney WP, An KN, Linscheid RL, Chao EY. Wrist kinematics after limited Intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg* 1989; 14A:791-799.
15. Gellman H, Kauffman D, Lenihan M. An in vitro analysis of wrist motion: the effect of limited intercarpal arthrodesis and the contributions of the radiocarpal and midcarpal joints. *J Hand Surg* 1988; 13A:378-83.
16. Palmer AK, Werner FW, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: a biomechanical study. *J Hand Surg* 1985; 10A:39-46.
17. Watson HK, Weinzweig J, Guidera PM et al. One thousand intercarpal arthrodeses. *J Hand Surg* 1999; 24B:307-315.
18. Lanz U, Krimmer H, Sauerbier M. Advanced carpal collapse: treatment by limited wrist fusion. In: Büchler U, ed. *Wrist instability*. London: M. Dunitz; 1996.
19. Ashmead D 4th, Watson HK, Damon C, et al. SLAC wrist salvage. *J Hand Surg* 1994; 19A:741-750.
20. Cohen MS, Kozin SH. Degenerative arthritis of the wrist: proximal row carpectomy versus scaphoid excision and four corner arthrodesis. *J Hand Surg* 2001; 26A:94-104.
21. Siegel JM, Ruby LK. A critical look at intercarpal arthrodesis: review of the literature. *J Hand Surg* 1996; 21A:717-723.
22. Larsen CF, Jacoby RA, McCabe SJ. Nonunions rates of limited intercarpal arthrodesis: a meta-analysis of the literature. *J Hand Surg* 1997; 22A:66-77.
23. McAuliffe JA, Dell PL, Jaffe R. Complications of intercarpal arthrodesis. *J Hand Surg* 1993; 18A:1121-1128.
24. Kirschenbaum D, Schneider LH, Kirkpatrick WH. Scaphoid excision and capitulate arthrodesis for radioscapoid arthritis. *J Hand Surg* 1993; 18A:780-785.
25. Ferreres A, Garcia-Elias M, Plaza R. Long-term results of lunocapitate arthrodesis with scaphoid excision for SLAC and SNAC wrists. *J Hand Surg* 2009; 34 Eur (5):603-608.
26. Goubier JN, Teboul F. Capitulate arthrodesis with compression screw. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2007; 11(1):24-28.
27. Bedford B, Yang S. High fusion rates with circular plate fixation for four-corner arthrodesis of the wrist. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 163-168.

# Fracturas del escafoides en los niños

A. W. Anz, B. D. Bushnell, D. K. Bynum, G. D. Chloros y E. R. Wiesler

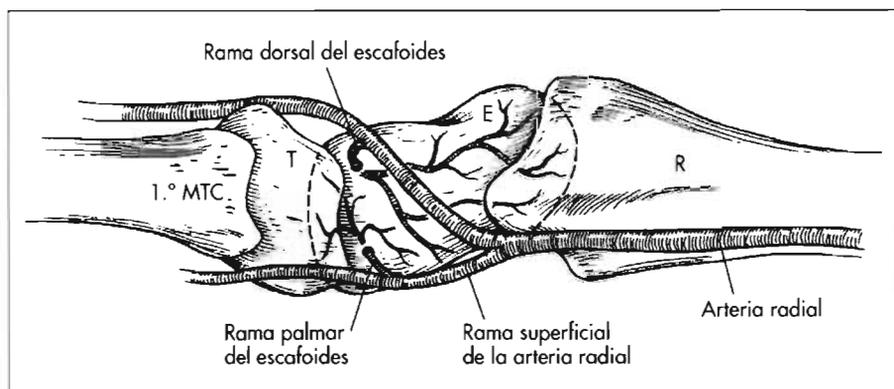
## RESUMEN

Las fracturas del escafoides carpiano inmaduro pueden ser difíciles de tratar. Dada la falta de síntomas o su banalidad, puede suceder que no se las diagnostique o que se lo haga en forma tardía. Una vez diagnosticadas, la mayoría de las fracturas pediátricas del escafoides pueden tratarse exitosamente mediante una inmovilización con escayola. Sin embargo, este tratamiento es inadecuado para ciertos casos difíciles y excepcionales. En los pacientes en quienes no se llega a un diagnóstico, consultan en forma tardía, e incluso en aquellos que reciben un tratamiento adecuado, puede producirse una pseudoartrosis. Dado que en los niños la historia natural de la pseudoartrosis del escafoides todavía no está totalmente caracterizada, el tratamiento óptimo es controvertido. En los pacientes que presentan una fractura desplazada y que ya han alcanzado la madurez esquelética o que están a punto de hacerlo, y en los que el tratamiento incruento ha fracasado, debe considerarse la intervención quirúrgica.

## ANATOMÍA Y DESARROLLO DEL ESCAFOIDES

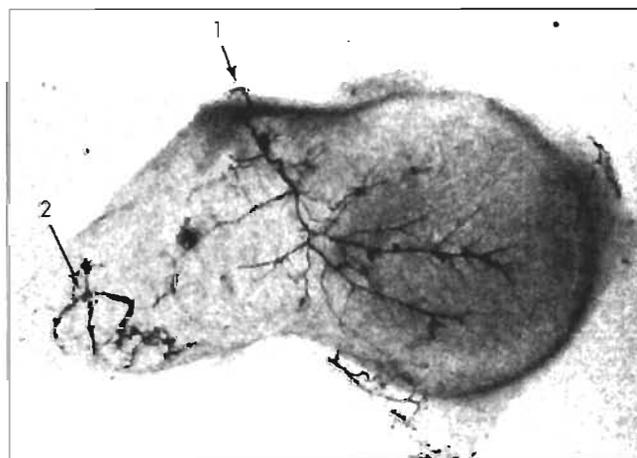
El escafoides se localiza en la cara radial de la fila proximal del carpo y tiene cuatro superficies articulares: una carilla articular convexa para el radio, una carilla articular plana para el semilunar, una carilla articular convexa para el trapecio y el trapecioide y una carilla articular cóncava para el hueso grande. El escafoides está irrigado por dos arterias principales que provienen de la arteria radial. Una rama dorsal de esta arteria perfora longitudinalmente la rugosidad de la cara dorsal del escafoides, tras lo cual se divide en múltiples ramas interóseas longitudinales que aportan de 70% a 80% de la irrigación proximal del hueso. La otra rama de la arteria radial, que es palmar, es la responsable de la irrigación distal del escafoides<sup>1,2</sup> (Figs. 1 y 2).

La osificación endocondral del escafoides comienza con la aparición de un núcleo de osificación en la primera década de la vida y se completa en la segunda década. En promedio, en los varones este proceso comienza a los 5 años y 9 meses y finaliza a los 15 años y 3 meses. En las mujeres, el promedio de la edad a la que aparece el núcleo de osificación es de 4 años y 5 meses y el de la edad a la que finaliza la osificación es de 13 años y 4 meses.<sup>3</sup> Estos aproximadamente 9 años son un período

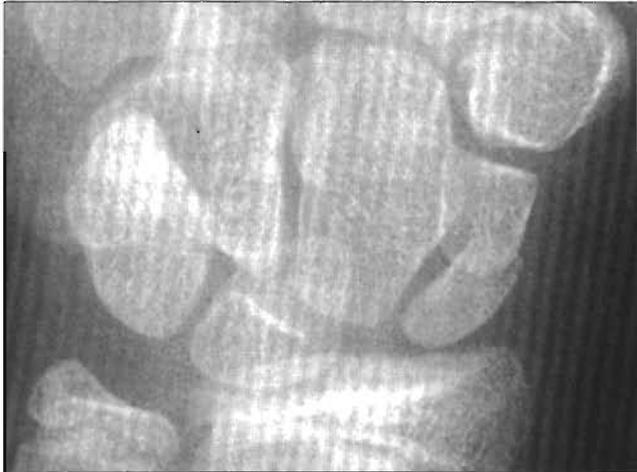


**Figura 1.** El escafoides está irrigado por una arteria dorsal y una arteria palmar; ambas son ramas de la arteria radial. 1.º MTC = primer metacarpiano; R = radio; E = escafoides; T = trapecio. (Reproducción de Trumble TE, Salas P, Borthel T, Robert KQ III: Management of scaphoid nonunions. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11:380-391.)

de cambio constante en la naturaleza física del escafoides. Por lo tanto, el comportamiento de las fracturas que se presentan en diferentes momentos de este período varía según el grado de desarrollo del hueso. Dada la variabilidad de este desarrollo, es importante basar las decisiones relativas al tratamiento de las fracturas del escafoides en la edad radiológica del hueso



**Figura 2.** Fotografía que muestra la rama de la arteria radial que perfora longitudinalmente la rugosidad de la cara dorsal del escafoides e irriga los 70%-80% proximales del hueso (1) y la arteria palmar que irriga el polo distal del escafoides (2). (Reproducido con permiso de Gelberman RH, Menon J: The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg [Am]* 1980;5:508-513.)



**Figura 3.** Radiografía de frente que muestra el aspecto bipartito del escafoide de una niña de 13 años sin antecedentes de traumatismos. (Reproducido con permiso de Doman AN, Marcus NW: Congenital bipartite scaphoid. *J Hand Surg [Am]* 1990;15: 869-873.)

antes que en la edad cronológica. En un pequeño número de casos comprobados se ha observado un escafoide bipartito<sup>4</sup> (Fig. 3). Se desconoce si este aspecto radiológico es una variante normal o si representa una fractura no diagnosticada en el momento de su producción que ha evolucionado a una pseudoartrosis asintomática. Existen pruebas que avalan las dos teorías. Louis y col.<sup>5</sup> no hallaron ningún caso de escafoide bipartito congénito no traumático en su revisión de 11.280 radiografías pediátricas de la mano ni en sus disecciones de 196 fetos humanos. Pick y Segal<sup>6</sup> verificaron una pseudoartrosis asintomática consecutiva a un traumatismo en un niño de 8 años cuyas radiografías simples mostraban un escafoide bipartito a pesar de haber estado 19 semanas inmovilizado. También existen casos demostrados de escafoide bipartito bilateral sin ningún antecedente traumático.<sup>4,7</sup>

## MECANISMO DE LESIÓN E INCIDENCIA DE LA LESIÓN

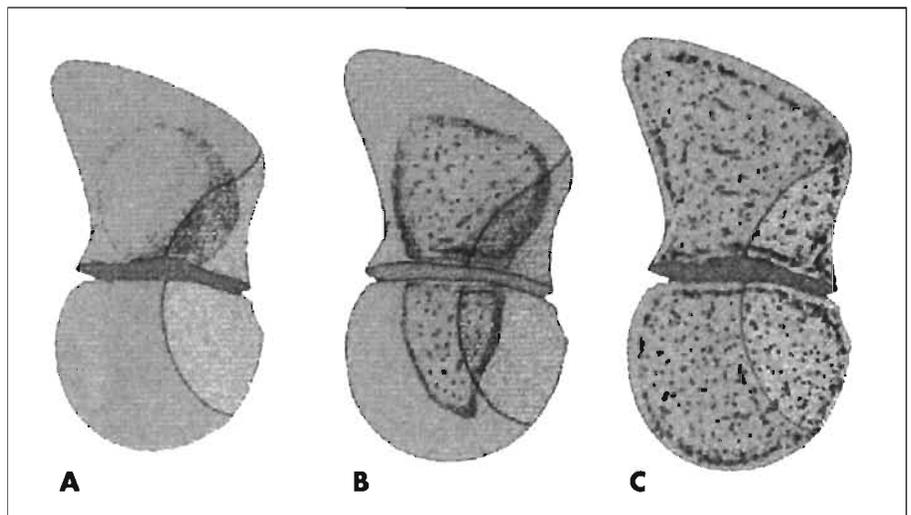
La mayoría de las veces las fracturas del escafoide son consecuencia de una caída con la muñeca extendida.<sup>8-15</sup> Otras causas publicadas se relacionan con actividades pugilísticas y con lesiones directas por aplastamiento. Las lesiones del escafoide pueden producirse a raíz de dos mecanismos: uno directo de compresión sobre el escafoide, y otro indirecto a partir del momento brusco causado por la extensión forzada de la muñeca. Los traumatismos directos pueden causar una fractura impactada en cualquier sector del escafoide, mientras que la extensión forzada de la muñeca en general produce una fractura del tercio distal, de la cintura o del tercio proximal del escafoide, con desplazamiento en todos los casos.

Según diversas publicaciones, en los niños menores de 15 años la inci-

dencia anual de la fractura del escafoide es de 0,6 cada 10.000.<sup>15</sup> Las fracturas del escafoide representan el 0,39% de todas las fracturas pediátricas,<sup>15</sup> el 0,45% de las fracturas pediátricas del miembro superior,<sup>15</sup> y el 3% de las fracturas pediátricas de la mano y la muñeca.<sup>16</sup> Sin embargo, el escafoide es el hueso carpiano que se fractura con mayor frecuencia, tanto en las muñecas esqueléticamente inmaduras como en las maduras. Se cree que el paciente de menor edad que presentó una fractura del escafoide fue un niño de 4 años que sufrió un accidente automovilístico; sin embargo, esta fractura no fue verificada radiográficamente hasta que el paciente tuvo 11 años.<sup>17</sup> La primera fractura confirmada radiográficamente fue la de un niño de 5 años y 9 meses que sufrió una lesión por aplastamiento.<sup>18</sup> Las fracturas del escafoide son más frecuentes a partir de los 6 años, y a partir de esa edad su frecuencia aumenta anualmente para alcanzar la frecuencia máxima a los 15 años.<sup>16,19</sup>

## CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS

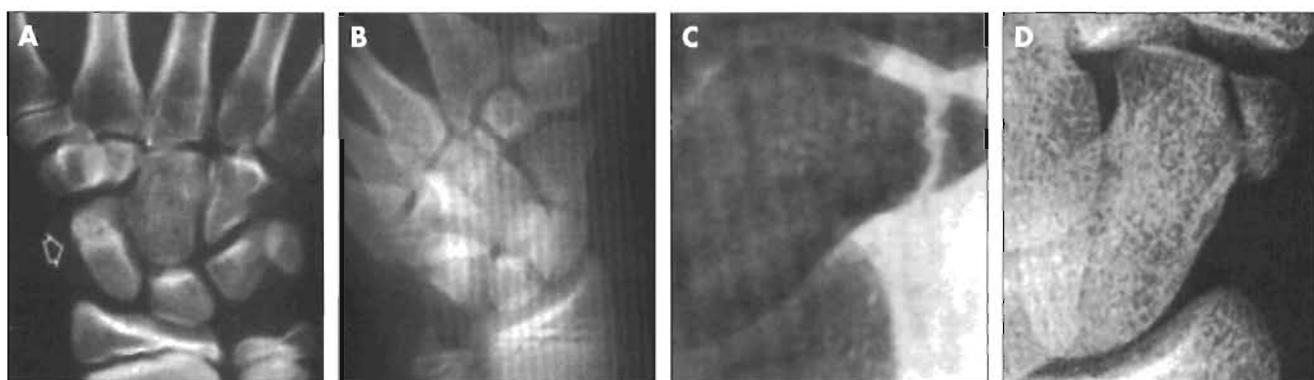
Entre los 6 y los 15 años el escafoide experimenta un período de maduración durante el cual se alteran sus propiedades físicas. Por lo tanto, la edad del paciente, el grado de osificación y la localización de la fractura están interrelacionados; estos factores son importantes para determinar el tipo de fractura, la clasificación y el tratamiento. D'Arienzo<sup>14</sup> propone un sistema de clasificación en tres tipos basado en la edad del niño y en el presunto grado de osificación del escafoide (Fig. 4). Las lesiones de tipo 1 se presentan en niños menores de 8 años. En estas lesiones, el trazo de fractura puede ser exclusivamente condral o puede comprometer parte del núcleo de osificación. Estas fracturas son infrecuentes y difíciles de diagnosticar, y a veces requieren técnicas de imágenes avanzadas como las que aporta la resonancia magnética (RM)<sup>8-10,12,14,18</sup> (Fig. 5). Las lesiones de tipo 2 son fracturas osteocondrales y se presentan en pacientes de 8 a 11 años. Las lesiones de tipo 3 son las fracturas más frecuentes y se presentan en adolescentes de 12 años o más. A esta edad el escafoide está casi totalmente osificado, por lo que el comportamiento de estas fracturas es similar al que se presenta en las fracturas del escafoide de la población adulta.



**Figura 4.** Tres tipos de fractura del escafoide, según la etapa de desarrollo óseo del hueso. **A.** Tipo 1, fractura puramente condral. **B.** Tipo 2, fractura osteocondral. **C.** Tipo 3, fractura ósea. (Adaptado con permiso de D'Arienzo M: Scaphoid fractures in children. *J Hand Surg [Br]* 2002; 27: 424-426.)

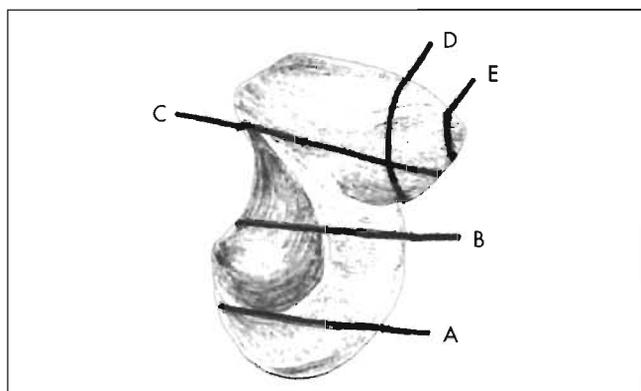


**Figura 5.** Dos fracturas del escafoides de tipo 1. **A.** Niño de 5 años y 9 meses que sufrió una lesión por aplastamiento. Las radiografías iniciales muestran un núcleo de osificación del escafoides de aspecto normal. Al cabo de 1 mes de inmovilización comenzó fisioterapia para aumentar la movilidad articular de la muñeca. Tres meses más tarde la muñeca todavía estaba rígida. Esta radiografía de frente, tomada 3 meses después de la lesión inicial, muestra reabsorción ósea del borde radial del núcleo de osificación (flecha), lo cual representa una fractura del escafoides tipo 1. Se interrumpió la fisioterapia reglada, y se le permitió al paciente progresar a su propio ritmo. Finalmente, evolucionó a una pseudoartrosis asintomática del escafoides (**B**). **18 C.** Fractura que atraviesa el núcleo de osificación en un niño de 6 años y 4 meses. Al cabo de 4 meses de inmovilización evolucionó a una consolidación total asintomática. **12** [Fotografías A y B reproducidas con permiso de Larson B, Light TR, Ogden JA: Fracture and ischemic necrosis of the immature scaphoid. *J Hand Surg [Am]* 1987;12:122-127. Fotografía C reproducida con permiso de Greene MH, Hadied AM, LaMont RL: Scaphoid fractures in children. *J Hand Surg [Am]* 1984;9:536-541.]



**Figura 6.** Radiografías de cuatro tipos de fracturas del escafoides según su localización anatómica. **A.** Radiografía de frente que muestra una fractura transversal del tercio distal del escafoides (flecha). **B.** Radiografía de frente que muestra una fractura de la cintura del escafoides. **C.** Radiografía de frente que muestra una fractura avulsiva del polo distal del escafoides. **D.** Radiografía de frente tomada en 20° a 40° de supinación que muestra una fractura de la tuberosidad del escafoides. [Fotografías A y B reproducidas con permiso de D'Arienzo M: Scaphoid fractures in children. *J Hand Surg [Br]* 2002; 27:424-426. Fotografía C reproducida con permiso de Beatty E, Light TR, Belsole RJ, Ogden JA: Wrist and hand skeletal injuries in children. *Hand Clin* 1990; 6:723-738. Fotografía D reproducida con permiso de Böhler L, Trojan E, Jahana H: The results of treatment of 734 fresh simple fractures of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 2003; 28:319-331.]

Las fracturas pediátricas del escafoides también pueden clasificarse según su localización anatómica: fracturas del tubérculo del escafoides, fracturas transversales del polo distal, fracturas avulsivas del polo distal, fracturas de la cintura del escafoides y fracturas del polo proximal<sup>13,14,20,21</sup> (Figs. 6 y 7). En los niños, las fracturas más frecuentes son las del tercio distal del escafoides, que incluyen las fracturas transversales del polo distal, las fracturas avulsivas del polo distal y las fracturas del tubérculo del escafoides. Las fracturas de la cintura del escafoides representan aproximadamente 25%; las fracturas del polo proximal son muy infrecuentes en los niños<sup>8-15</sup> (Tabla 1). En la población pediátrica, la clasificación anatómica es de sumo interés porque las fracturas de la cintura del escafoides son más propensas a evolucionar a la pseudoartrosis, y es característico que tardan más en consolidar con inmovilización<sup>6,8,10-18,22,31</sup> (Tablas 2 y 3).



**Figura 7.** Ilustración que muestra cinco de las localizaciones anatómicas habituales de la fractura del escafoides. **A.** Polo proximal. **B.** Cintura. **C.** Transversal distal. **D.** Tuberosidad. **E.** Avulsión del polo distal.

**TABLA 1**  
**DISTRIBUCIÓN ANATÓMICA DE LAS FRACTURAS DEL ESCAFOIDES**  
**EN LOS NIÑOS SEGÚN LAS REVISIONES MÁS EXTENSAS**

Estudio	N.º de fracturas	Intervalo de edad (años)	Distribución (%)
Christodoulou y Colton <sup>15</sup>	64	8-14	21 del tubérculo (33), 17 distales (27), 24 de la cintura (37), 2 proximales (3)
D'Arienzo <sup>14</sup>	39	8-15	5 del tubérculo (13), 31 distales (79), 3 de la cintura (8)
Fabre y col. <sup>8</sup>	23	6-17	5 avulsiones distales (22), 17 mediales y distales (74), 1 proximal (4)
Greene y col. <sup>12</sup>	9	6-14	1 del tubérculo (11), 5 distales (56), 3 de la cintura (33)
Grundy <sup>11</sup>	8	10-15	2 del tubérculo (25), 3 distales (38), 3 de la cintura (37)
Mussbichler <sup>16</sup>	100	8-15	52 avulsiones distales (52), 33 distales (33), 15 de la cintura (15)
Vahvanen y Westerlund <sup>10</sup>	108	6-14	41 avulsiones distales (38), 53 distales (49), 13 de la cintura (12), 1 avulsión proximal (1)
Wulff y Schmidt <sup>9</sup>	33	7-16	4 avulsiones distales (12), 17 distales (52), 12 de la cintura (36)

digital en la tabaquera anatómica y cerca del tubérculo del escafoides en la cara palmar puede ayudar a localizar el dolor.

## IMÁGENES RADIOGRÁFICAS

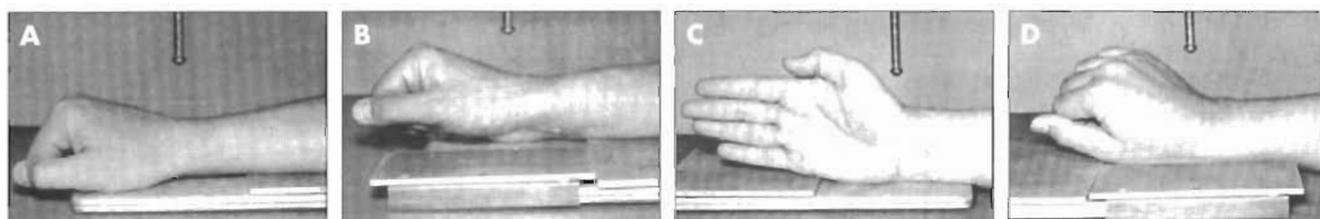
Las radiografías simples estándares que deben obtenerse para evaluar el escafoides son frente, perfil, oblicua y especial para el escafoides<sup>34</sup> (Fig. 8). La posición de la muñeca para tomar esta última es la de pronación, extensión y desviación cubital máximas de la muñeca. La placa especial para el escafoides es particularmente valiosa para visualizar las fracturas por avulsión.<sup>16</sup> Los signos originados en las partes blandas, como el derrame del receso capsular de la articulación, el edema dorsal de la muñeca y la obliteración de la banda adiposa del escafoides pueden ayudar a detectar las fracturas ocultas del escafoides; sin embargo, estos signos no deben emplearse para confirmar o descartar un diagnóstico.<sup>35</sup> La sensibilidad de las radiografías simples varía tanto en la literatura pediátrica (21% a 97%) que estas imágenes no pueden considerarse confiables para descartar una fractura.<sup>8,9,36</sup> Según Christodoulou y Colton,<sup>15</sup> aproximadamente 13% de las fracturas no aparecen en las radiografías hasta 1 a 2 semanas después de que se produce la lesión. Por lo tanto, en general las radiografías simples sólo sirven para confirmar una fractura y

## ANAMNESIS Y EXAMEN FÍSICO

Los antecedentes clínicos de una caída con la muñeca extendida, de actividades pugilísticas, de un traumatismo con aplastamiento o de algún otro mecanismo de lesión apropiado deben hacer sospechar la presencia de una fractura del escafoides. El paciente puede presentar síntomas vagos o no presentar ningún síntoma. Al examen físico, el signo más común de lesión del escafoides es el dolor a la palpación de la tabaquera anatómica. Otros hallazgos menos sensibles del examen físico son el dolor a la movilización de la muñeca, el edema de la tabaquera anatómica y el dolor a la compresión axial de la muñeca.<sup>9</sup> La palpación del escafoides con pinza

seguir el proceso de consolidación. También pueden tomarse radiografías de la edad ósea para guiar las decisiones terapéuticas, especialmente cuando existe una gran discrepancia entre la edad ósea y la edad cronológica.

En la etapa aguda de la fractura, cuando las radiografías simples son negativas o equívocas, el diagnóstico puede realizarse mediante tomografía computarizada (TC), ecografía o centellografía ósea. Se ha demostrado que tanto la TC como la centellografía ósea son muy sensibles y específicas para realizar el diagnóstico en la población adulta.<sup>37,39</sup> Sin embargo, la dosis de radiación administrada, junto con la falta de evidencia en cuanto a la precisión y la fiabilidad de estos estudios en la población pediátrica los descalifica para evaluar las muñecas inmaduras. La



**Figura 8.** Las cuatro placas radiográficas que deben solicitarse en una fractura de escafoides: frente (A), oblicua (B), perfil (C) y especial para el escafoides (D). [Reproducido con permiso de Russe O: Fracture of the carpal navicular: Diagnosis, nonsurgical treatment, and surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960;42:760.]

**TABLA 2**  
**DISTRIBUCIÓN ANATÓMICA DE LA PSEUDOARTROSIS DEL ESCAFOIDES EN LOS NIÑOS**

Estudio	N.º de pseudoartrosis	Distribución
Mussbichler <sup>16</sup>	2	Sin información
Southcott y Rosman <sup>22</sup>	8	Cintura
Vahvanen y Westerlund <sup>10</sup>	1	Cintura
Maxted y Owen <sup>23</sup>	2	Cintura
Onuba y Ireland <sup>24</sup>	2	Cintura
Pick y Segal <sup>6</sup>	1	Cintura
Greene y col. <sup>12</sup>	2	1 cintura, 1 polo distal
Christodoulou y Cotton <sup>15</sup>	1	Cintura
Larson y col. <sup>18</sup>	1	Cintura
Wilson-MacDonald <sup>25</sup>	1	Sin información
De Boeck y col. <sup>30</sup>	1	Cintura
Littlefield y col. <sup>29</sup>	2	Cintura
Mintzer y Waters <sup>32</sup>	13	Cintura
Fabre y col. <sup>8</sup>	2	Sin información
García-Mata <sup>31</sup>	4	2 cintura
Waters y Stewart <sup>33</sup>	3	Polo proximal
Henderson y Letts <sup>28</sup>	20	Cintura
Toh y col. <sup>19</sup>	46	44 cintura, 1 polo distal, 1 polo proximal
Duteille y Dautel <sup>27</sup>	11	11 cintura, 2 polos distales

debe iniciarse la inmovilización en el momento de la lesión, independientemente de los resultados de las radiografías simples iniciales y hasta obtenerse una RM (si es necesario) para realizar la evaluación definitiva. Una RM que arroje resultados negativos exime al paciente de cualquier tipo de tratamiento ulterior,<sup>23,35,36</sup> aunque es aconsejable realizar un seguimiento clínico durante un período limitado (2 a 4 semanas). Para el tratamiento inicial debe considerarse la colocación de una escayola braquiopalmar con inclusión del pulgar, dado que maximiza la inmovilización en una población de pacientes reconocida por su intensa actividad. En el caso de las fracturas incompletas o avulsivas, como tratamiento inicial puede adoptarse la escayola antebraquiopalmar. La inmovilización también debe ser el tratamiento inicial en los pacientes que consultan en forma tardía o en quienes se realiza un diagnóstico demorado, dado que múltiples publicaciones clínicas muestran una evolución a la consolidación con la inmovilización adecuada, incluso si el diagnóstico es tardío.<sup>7-10,12,25,30</sup>

En la primera consulta de seguimiento, a las 2 semanas, la inmovilización mediante una escayola braquiopalmar con inclusión del pulgar puede

ecografía podría ser de utilidad, pero depende en gran medida del operador. Entre los adultos, su sensibilidad oscila entre 50% y 78%, y su especificidad, entre 89% y 91%.<sup>40-42</sup>

La RM puede ser valiosa en la evaluación inicial de las fracturas pediátricas del escafoides. Johnson y col.<sup>36</sup> estudiaron 57 pacientes (promedio de edad: 12 años y 5 meses) que fueron evaluados con radiografías simples y RM dentro de los 10 días posteriores a la lesión (Tabla 4). En todos los pacientes fue posible realizar un diagnóstico correcto gracias a la RM. Más aun, 75% de los pacientes con fractura del escafoides confirmada mediante RM tenía una radiografía simple inicial negativa. Estos autores postulan que una RM negativa puede eliminar la necesidad de realizar un seguimiento y más radiografías en 58% de los pacientes en quienes se sospecha la presencia de una fractura del escafoides. Estos hallazgos son idénticos a los de Cook y col.,<sup>35</sup> según quienes una RM inicial normal tomada apenas 2 días después de que se produzca la lesión tiene un valor predictivo negativo de 100% (18 pacientes [de entre 8 y 15 años]). En el escafoides inmaduro, la RM es la mejor opción para realizar una evaluación mediante imágenes definitiva.

## TRATAMIENTO

La mayoría de las fracturas pediátricas del escafoides pueden tratarse sin cirugía mediante una inmovilización con escayola. La intervención quirúrgica debe considerarse en los casos de fractura desplazada del escafoides en los pacientes que ya han alcanzado la madurez esquelética o que están a punto de hacerlo, y en los pacientes con pseudoartrosis del escafoides. En los pacientes cuyos antecedentes y hallazgos del examen físico lo indiquen,

continuar, o puede hacerse una transición a una escayola antebraquiopalmar con inclusión del pulgar. Las fracturas de la cintu-

**TABLA 3**  
**TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN DE LAS FRACTURAS PEDIÁTRICAS DEL ESCAFOIDES TRATADAS SIN CIRUGÍA**

Estudio	Distribución	Tiempo de consolidación (semanas)
D'Arienzo <sup>14</sup>	5 tubérculo	3-4
	31 distales	5
	3 cintura	7-8
Gamble y Simmons <sup>13</sup>	2 cintura	10
Grundy <sup>11</sup>	2 tubérculo	3
	3 distales	5-6
	3 cintura	5-6
Mussbichler <sup>16</sup>	52 avulsiones distales	3-6
	33 distales	4-7
	15 cintura	4-7
Vahvanen y Westerlund <sup>10</sup>	41 avulsiones distales	3
	53 distales	4-8
	13 cintura	4-16
	1 avulsión proximal	3

**TABLA 4**  
**CORRELACIÓN ENTRE LA RADIOGRAFÍA SIMPLE Y LA RM EN EL DIAGNÓSTICO DE UNA FRACTURA DEL ESCAFOIDES EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO**<sup>36</sup>

Hallazgos radiográficos (N.º de pacientes)	Hallazgos en la RM (N.º de pacientes)
Sin fractura (44)	Normal (27), fractura del escafoides (9), fractura del escafoides asociada con otra lesión (2), lesión del carpo (6)
Hallazgos equívocos (10)	Normal (6), fractura del escafoides (2), lesión del carpo/radio (2)
Fractura del escafoides (3)	Fractura del escafoides (3)

Reproducido con permiso de Johnson KI, Haigh SF: MRI in the management of scaphoid fractures in skeletally immature patients. *Pediatr Radiol* 2003; 30:685-688.

**TABLA 5**  
**INDICACIONES DE TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA FRACTURA DEL ESCAFOIDES EN PACIENTES PEDIÁTRICOS QUE YA HAN ALCANZADO LA MADUREZ ESQUELÉTICA O QUE ESTÁN A PUNTO DE HACERLO**

- Desplazamiento de la fractura  $\geq 1,0$  mm
- Conminución de la fractura
- Todas las fracturas del polo proximal
- Retraso del diagnóstico y del tratamiento inicial
- Angulación de la fractura en el plano sagital con un ángulo intraescafoideo lateral  $> 45^\circ$  o una relación altura-longitud  $> 0,65$
- Escasa colaboración del paciente según lo deducido en la consulta

Adaptado de Trumble TE, Salas P, Barthel T, Robert KQ III: Management of scaphoid nonunions. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11:380-391.

ra del escafoides requieren una consideración especial, dado que son las fracturas que más frecuentemente evolucionan a la pseudoartrosis. En los pacientes que presentan este tipo de fracturas puede ser conveniente continuar con la escayola braquipalmar; no obstante, puede estar indicado el tratamiento quirúrgico. La inmovilización debe continuarse hasta verificar la consolidación en las radiografías simples o, en casos dudosos, en una RM. Se han comunicado los tiempos de consolidación según la localización de la fractura<sup>10,11,13,14,16</sup> (Tabla 3). Muchas veces se requiere una RM para determinar la consolidación de la fractura en los pacientes que presentan lesiones exclusivamente condrales o fracturas osteocondrales pequeñas cuya visualización en las radiografías simples no es fiable.

Una fractura que no consolida dentro de los 6 meses posteriores a la lesión debe clasificarse como una pseudoartrosis y tratarse en consecuencia. La información publicada sobre el tratamiento inmediato de las fracturas pediátricas desplazadas es escasa. Se ha publicado el caso de una niña de 9 años con una fractura de la cintura del escafoides desplazada a la que se le realizó reducción abierta y fijación interna de la fractura con un tornillo de Herbert.<sup>43</sup> Esta paciente evolucionó a la consolidación anatómica y asintomática.

En el paciente que está a punto de alcanzar la madurez esquelética (según lo indiquen el cierre del cartilago de crecimiento, la edad ósea radiológica, o ambos) se requiere una evaluación cuidadosa. Según la bibliografía, en esta población la inmovilización con escayola es eficaz. Entre las series clínicas están las de Christodoulou y Colton,<sup>15</sup> que publicaron resultados exitosos tras implementar la inmovilización en 64 pacientes de entre 8 y 14 años (una pseudoartrosis requirió cirugía); las de D'Arienzo,<sup>14</sup> que publicó resultados exitosos tras implementar la inmovilización en 31 pacientes mayores de 12 años; y las de Grundy,<sup>11</sup> que publicó resultados satisfactorios tras implementar la inmovilización en ocho fracturas de pacientes de entre 10 y 15 años. Los resultados satisfactorios descritos tradicionalmente en la bibliografía deben sopesarse frente a la demostrada propensión hacia la pseudoartrosis que muestran estas fracturas en la población de adultos jóvenes y frente a los resultados exitosos que tiene la intervención quirúrgica precoz en este grupo. Al alcanzar la madurez esquelética, estas fracturas deben abordarse en forma similar a las que se presentan en la población adulta, sin dejar de tener

en cuenta las perspectivas históricas de obtener resultados exitosos mediante una inmovilización con escayola<sup>1</sup> (Tabla 5).

## PSEUDOARTROSIS DEL ESCAFOIDES

Incluso en los casos en los que se implementa un tratamiento adecuado, las fracturas pediátricas del escafoides pueden evolucionar a la pseudoartrosis.<sup>5,6,15,18,27</sup> En su revisión de la bibliografía de 371 niños con fractura del escafoides, Fabre y col.<sup>8</sup> comunicaron una incidencia de pseudoartrosis de 0,8% después de una inmovilización temprana y adecuada. Sin embargo, es más habitual que la pseudoartrosis se produzca a partir de una fractura inicial no diagnosticada debido a la escasez de signos clínicos,<sup>31</sup> a la falta de hallazgos radiológicos claros o a las dificultades para interpretar adecuadamente el carpo inmaduro.<sup>10</sup> Un porcentaje incierto de fracturas inicialmente pasadas por alto evolucionará finalmente a una pseudoartrosis del escafoides, mientras que otras fracturas consolidarán en forma espontánea y pasarán desapercibidas. Por lo tanto, en general, es posible detectar una pseudoartrosis en alguna de las tres circunstancias siguientes: 1) Después de una lesión aguda cuyo diagnóstico fue erróneo o pasado por alto, o para la cual el tratamiento implementado fracasó. En estos casos existen antecedentes claros de una lesión y, en general, el paciente presenta síntomas.<sup>15,22,24-29,31,32,44</sup> 2) En forma incidental, a partir de radiografías tomadas por otra indicación. El paciente puede no tener antecedentes claros de lesión previa.<sup>23,27,44</sup> 3) En el contexto de un dolor o molestia crónicos y mal definidos de la muñeca.<sup>11,12,22,27,44</sup> Puede existir el antecedente de caídas múltiples durante la práctica de deportes de contacto o durante el juego con otros niños pero, en general, no se ha producido un incidente único y específico al que se pueda responsabilizar por la lesión.<sup>44</sup>

## INCIDENCIA

Dado el potencial de consolidación del esqueleto pediátrico, en esta población las pseudoartrosis del escafoides son bastante infrecuentes.<sup>22,25-30</sup> La mayoría de las publicaciones sobre este tipo de fracturas aluden a la cintura del escafoides;<sup>8,9,11,12,15,21-24,26,28-32,44</sup> las pseudoartrosis del polo distal<sup>19,25</sup> y del polo proximal<sup>6,19,33</sup> son infrecuentes en los niños (Tabla 2). Las pseudoartrosis se han comunicado casi exclusivamente en niños de entre 9

y 15 años.<sup>15,19,22,24-27,29,31-33,44</sup> Un niño de 5 años y 9 meses que sufrió un traumatismo por aplastamiento en la mano es el paciente de menor edad en el que se haya demostrado una pseudoartrosis del escafoides; es el mismo paciente mencionado más pequeño en el que se ha comprobado una fractura del escafoides.<sup>18</sup>

## HISTORIA NATURAL

Mientras que en la población adulta la pseudoartrosis del escafoides progresa a un modelo previsible de artrosis de muñeca, en los niños la historia natural de la pseudoartrosis del escafoides no tratada es desconocida. La relación entre el escafoides y el semilunar mediada por el ligamento interóseo escafolunar desempeña un papel fundamental en lo que respecta al alineamiento y soporte general de los huesos carpianos. El escafoides es un importante puente estructural entre las filas proximal y distal del carpo. Una fractura del escafoides puede producir la rotura o fisura de esta cadena estructural. Si esta fisura persiste, como en los casos de pseudoartrosis, el polo proximal del semilunar junto con el polo proximal del escafoides asociado se desplazan en dirección palmar y, como consecuencia de ello, la muñeca pierde estabilidad. Esto produce un patrón de inestabilidad segmentaria intercalar dorsal (DISI, por su sigla en inglés). En la población adulta, si este patrón de deformidad se hace permanente, aparece una forma de artrosis radiocarpiana que se conoce como colapso avanzado por pseudoartrosis del escafoides (SNAC, por su sigla en inglés). En los pacientes adultos, esta forma de artrosis representa la evolución natural de la lesión dentro de los 10 años.<sup>1,45-47</sup> Si bien se teme que la población pediátrica pueda presentar esta misma evolución, nunca se ha comprobado la presencia de un SNAC en una muñeca esqueléticamente inmadura, y la escasez de casos pediátricos dificulta establecer la aparición de un SNAC consecutivo a un traumatismo en la muñeca infantil. Existe un caso comprobado de un varón de 19 años que a menor edad sufrió una lesión del escafoides con evolución a una pseudoartrosis y en última instancia a un SNAC. En este paciente se efectuó un tratamiento quirúrgico consistente en una artrodesis de cuatro huesos y, según se informó, retomó sus ocupaciones con buenos resultados. Sin embargo, no está claro si su lesión inicial se produjo en un escafoides inmaduro o en uno maduro.<sup>48</sup>

Suzuki y Herbert<sup>49</sup> comunicaron dos casos pediátricos en los cuales una deformidad por DISI se resolvió espontáneamente. El primero fue el de un niño de 10 años con una pseudoartrosis a quien se le realizó un procedimiento con colocación de injerto óseo según la técnica de Russe y que, posteriormente, evolucionó a una deformidad por DISI. Tras un período de observación de 4 años, la deformidad se resolvió. El segundo caso fue el de un niño de 9 años que consultó por una DISI consecutiva al tratamiento no quirúrgico sin éxito de una fractura del escafoides. Esta deformidad también se resolvió espontáneamente. Aunque el mecanismo exacto no está claro, estos casos indican que probablemente la muñeca inmadura tiene potencial de remodelación, de modo que una deformidad por DISI podría resolverse, en lugar de progresar a un SNAC. Mintzer y col.<sup>26</sup> dieron cuenta de tres casos de deformidad por DISI en relación con una pseudoartrosis del escafoides. Todos fueron tratados con fijación quirúrgica del escafoides. La deformidad por DISI persistió después de la cirugía, y estos pacientes evolucionaron a la consolidación con una deformidad por DISI persistente asintomática sin colapso carpiano ulterior.

## TRATAMIENTO NO QUIRÚRGICO

Aunque para la pseudoartrosis pediátrica del escafoides se han informado excelentes resultados en términos de consolida-

ción y función al cabo de un tratamiento de inmovilización,<sup>6,8,12,25,30</sup> algunos pacientes finalmente requieren una intervención quirúrgica.<sup>15,23,31</sup> Los períodos prolongados de inmovilización pueden ser intolerables para el niño o para su familia, y existen pocas pautas que indiquen cuánto es suficiente. La decisión de adoptar una conducta quirúrgica debe tomarse sólo tras evaluar exhaustivamente los riesgos y los beneficios de la cirugía con los responsables del niño.

## TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Para la pseudoartrosis pediátrica del escafoides se han descrito diversos tratamientos quirúrgicos.<sup>19,22-29,31,33</sup> (Tabla 6). Southcott y Rosman<sup>22</sup> documentaron la primera serie exitosa de injerto óseo autólogo colocado por vía anterior. Todos los pacientes, excepto uno, evolucionaron a la consolidación sin necesidad de revisión quirúrgica. Maxted y Owen<sup>23</sup> comunicaron dos pacientes en quienes se implementó una fijación con agujas de Kirschner asociadas con injerto óseo. Desde entonces las técnicas han progresado hasta la actual colocación de tornillos de fijación tales como los de Herbert y los de la instrumentación AO. Se ha comprobado que la técnica de Matti-Russe también es exitosa en esta población de pacientes. Mintzer y col.<sup>26</sup> presentaron una serie que comparaba la técnica de Matti-Russe con el tornillo de Herbert asociado con injerto ilíaco. Este último procedimiento requirió un período significativamente menor de inmovilización posoperatoria para alcanzar la consolidación.

En general, independientemente del método empleado, se han informado excelentes resultados mediante el tratamiento quirúrgico, con un índice de consolidación cercano a 100%, movilidad articular buena a excelente y ausencia de dolor.<sup>8,18,19,22,23,25-32,43</sup> Un pequeño número de pacientes ha experimentado molestias leves e intermitentes, en los extremos del arco de movilidad articular o tras realizar actividades extenuantes.<sup>18,19,28,44</sup>

En los casos en que tras la primera operación no se obtuvo la consolidación o en los cuales posteriormente se perdió la reducción, se logró un índice de consolidación de 100% tras una segunda operación en la que se empleó el mismo método de fijación u otro distinto asociados con la colocación de injerto óseo.<sup>18,19,22</sup> Estos datos indican que mediante técnicas diferentes se obtienen similares resultados satisfactorios y que, por lo tanto, el pronóstico de los niños con una pseudoartrosis de la cintura del escafoides es favorable.

La elección del tratamiento quirúrgico también puede estar influida por la duración del período de inmovilización posoperatoria. En los adultos, una de las ventajas del tornillo de Herbert y de algunos otros dispositivos de fijación interna es el acortamiento del período de inmovilización posoperatoria. No está claro si es posible aplicar este mismo concepto a la población pediátrica. El período recomendado de inmovilización posoperatoria varía entre 4 semanas y 3 meses, según el tipo de tratamiento quirúrgico implementado.<sup>19,22,26-29,31,32,44</sup>

## COMPLICACIONES DE LA FRACTURA DEL ESCAFOIDES

En el esqueleto inmaduro puede ocurrir una osteonecrosis del polo proximal del escafoides, pero las comunicaciones sobre esta eventualidad son escasas. De hecho, existe una sola publicación sobre osteonecrosis en la que se refieren los casos de tres varones adolescentes (promedio de edad: 14,5 años).<sup>33</sup> Cada uno de estos pacientes fue tratado con un injerto óseo vascularizado tomado del radio distal y asegurado con agujas de Kirschner. Al cabo de un seguimiento mínimo de 5 años, los pacientes no tenían

**TABLA 6**  
**MÉTODOS QUIRÚRGICOS PROBADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA FRACTURA DE ESCAFOIDES EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA**

Estudio	N.º de fracturas	Método quirúrgico (N.º de fracturas)	Resultados
Southcott y Rosman <sup>22</sup>	8	Injerto óseo autólogo por vía anterior	Todas las fracturas evolucionaron a la consolidación; sólo 1 paciente requirió revisión
Maxted y Owen <sup>23</sup>	2	Injerto óseo por vía anterior y fijación con agujas de Kirschner	Consolidación exitosa a los 16 y a las 18 semanas
Oruba y Ireland <sup>24</sup>	2	Tornillo AO de esponjosa	Consolidación exitosa a las 24 semanas
Littlefield y col. <sup>29</sup>	2	Tarugo de hueso iliaco y tornillo de Herbert	Consolidación exitosa a las 13 semanas
Mintzer y Waters <sup>32</sup>	13	Técnica de Matti-Russe (4) Injerto de hueso iliaco y tornillo de Herbert con la técnica de Matti-Russe (9)	Consolidación exitosa; sólo 1 paciente requirió revisión Consolidación exitosa; tiempo de inmovilización posoperatoria significativamente menor comparado con Matti-Russe sola
García-Mata <sup>31</sup>	4	Técnica de Matti-Russe	Consolidación exitosa en dos pacientes a las 8 semanas y en dos a las 2 semanas
Waters y Stewart <sup>33</sup>	3	Injerto óseo vascularizado y fijación interna	Consolidación exitosa a las 11, 12 y 18 semanas
Henderson y Letts <sup>28</sup>	20	Injerto óseo y fijación con tornillo (11), fijación con agujas de Kirschner e injerto óseo (2), injerto óseo (6), fijación con tornillo (1)	Consolidación exitosa; en 1 paciente fue necesario retirar el tornillo de Herbert
Toh y col. <sup>19</sup>	44	Reducción cerrada y fijación percutánea con tornillo (4), reducción abierta y fijación con tornillo (5), injerto óseo y fijación con tornillo (35)	Consolidación exitosa; 2 pacientes requirieron revisión
Duteille y Dautel <sup>27</sup>	11	Injerto óseo por vía anterior y fijación con agujas de Kirschner	Consolidación exitosa en un promedio de 6,2 semanas

dolor y realizaban actividades sin restricciones, pero experimentaban una pérdida moderada de extensión y desviación radial de la muñeca. En las radiografías simples había signos de consolidación y no se observaban signos de artropatía degenerativa ni la radiolucencia preoperatoria del escafoides proximal.

En los casos de tratamiento quirúrgico, existe un temor evidente respecto de la posible alteración del crecimiento del escafoides cartilaginoso a partir de la colocación de un tornillo de Herbert. Las comunicaciones sobre el uso de estos tornillos sólo se refieren a niños de 11 años o más.<sup>18,19,26,32,44</sup> Se ha notificado un caso de migración proximal de un tornillo de Herbert al radio distal con aparición de dolor que requirió retirar el tornillo a los 14 meses. Esto no tuvo efectos sobre la consolidación de la fractura, pero el paciente refirió algunas molestias durante el seguimiento.<sup>28</sup>

## CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta las complicaciones que se presentan en la población adulta y las particularidades de la población pediátrica, las lesiones traumáticas de la muñeca inmadura pueden ser intimidantes. Ante la mínima sospecha de una fractura del escafoides, debe colocarse una inmovilización. La RM es útil y está recomendada en todos los pacientes pediátricos con dolor en la muñeca en los que se sospecha una fractura del escafoides para asegurarse de realizar un diagnóstico correcto y, posteriormente, implementar un tratamiento adecuado. Tanto las fracturas agudas

como las crónicas tienen un gran potencial de consolidación con un tratamiento no quirúrgico. Por lo tanto, en todos los casos de fractura aguda y de pseudoartrosis del escafoides, el tratamiento debe basarse en la inmovilización prolongada. Las lesiones sometidas a un tratamiento quirúrgico han mostrado excelentes resultados.

## REFERENCIAS

1. Trumble TE, Salas P, Barthel T, Robert KQ III. Management of scaphoid nonunions. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11:380-391.
2. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg [Am]* 1980; 5:508-513.
3. Stuart HC, Pyle SI, Comoni J, Reed RB. Onsets, completions and spans of ossification in the 29 bonegrowth centers of the hand and wrist. *Pediatrics* 1962; 29:237-249.
4. Doman AN, Marcus NW. Congenital bipartite scaphoid. *J Hand Surg [Am]* 1990; 15:869-873.
5. Louis DS, Calhoun TP, Garn SM, Carroll RE, Burdi AR. Congenital bipartite scaphoid: Fact or fiction? *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58:1108-1112.
6. Pick RY, Segal D. Carpal scaphoid fracture and non-union in an eight-year-old child: Report of a case. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:1188-1189.
7. Dubrana F, Le Nen D, Hu W, Poueyron Y, Pazart F, Lefevre C. Bilateral bipartite carpal scaphoid bone: A congenital disease or unrecognized pseudarthrosis? Discussion a propos of a clinical case [French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1999;85:503-506.
8. Fabre O, De Boeck H, Haentjens P. Fractures and nonunions of the carpal scaphoid in children. *Acta Orthop Belg* 2001;67:121-125.

9. Wulff RN, Schmidt TL. Carpal fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998; 18:462-465.
10. Vahvanen V, Westerlund M. Fracture of the carpal scaphoid in children: A clinical and roentgenological study of 108 cases. *Acta Orthop Scand* 1980; 51:909-913.
11. Grundy M. Fractures of the carpal scaphoid in children: A series of eight cases. *Br J Surg* 1969; 56:523-524.
12. Greene MH, Hadied AM, LaMont RL. Scaphoid fractures in children. *J Hand Surg [Am]* 1984; 9:536-541.
13. Gamble JG, Simmons SC III. Bilateral scaphoid fractures in a child. *Clin Orthop Relat Res* 1982; 162:125-128.
14. D'Arienzo M. Scaphoid fractures in children. *J Hand Surg [Br]* 2002; 27:424-426.
15. Christodoulou AG, Colton CL. Scaphoid fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1986; 6:37-39.
16. Mussbichler H. Injuries of the carpal scaphoid in children. *Acta Radiol* 1961; 56:361-368.
17. Bloem JJ. Fracture of the carpal scaphoid in a child aged 4. *Arch Chir Neerl* 1971; 23:91-94.
18. Larson B, Light TR, Ogden JA. Fracture and ischemic necrosis of the immature scaphoid. *J Hand Surg [Am]* 1987; 12:122-127.
19. Toh S, Miura H, Arai K, Yasumura M, Wada M, Tsubo K. Scaphoid fractures in children: Problems and treatment. *J Pediatr Orthop* 2003; 23:216-221.
20. Böhler L, Trojan E, Jahna H. The results of treatment of 734 fresh, simple fractures of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 2003; 28:319-331.
21. Beatty E, Light TR, Belssole R, Ogden JA. Wrist and hand skeletal injuries in children. *Hand Clin* 1990; 6:723-738.
22. Southcott R, Rosman MA. Non-union of carpal scaphoid fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1977; 59:20-23.
23. Maxted MJ, Owen R. Two cases of nonunion of carpal scaphoid fractures in children. *Injury* 1982; 13:441-443.
24. Onuba O, Ireland J. Two cases of nonunion of fractures of the scaphoid in children. *Injury* 1983; 15:109-112.
25. Wilson-MacDonald J. Delayed union of the distal scaphoid in a child. *J Hand Surg [Am]* 1987; 12:520-522.
26. Mintzer CM, Waters PM, Simmons BP. Nonunion of the scaphoid in children treated by Herbert screw fixation and bone grafting: A report of five cases. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77:98-100.
27. Duteille F, Dautel G. Non-union fractures of the scaphoid and carpal bones in children: Surgical treatment. *J Pediatr Orthop B* 2004; 13:34-38.
28. Henderson B, Letts M. Operative management of pediatric scaphoid fracture nonunion. *J Pediatr Orthop* 2003; 23:402-406.
29. Littlefield WG, Friedman RL, Urbaniak JR. Bilateral non-union of the carpal scaphoid in a child: A case report. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:124-126.
30. De Boeck H, Van Wellen P, Haentjens P. Nonunion of a carpal scaphoid fracture in a child. *J Orthop Trauma* 1991; 5:370-372.
31. Garcia-Mata S. Carpal scaphoid fracture nonunion in children. *J Pediatr Orthop* 2002; 22:448-451.
32. Mintzer CM, Waters PM. Surgical treatment of pediatric scaphoid fracture nonunions. *J Pediatr Orthop* 1999; 19:236-239.
33. Waters PM, Stewart SL. Surgical treatment of nonunion and avascular necrosis of the proximal part of the scaphoid in adolescents. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84:915-920.
34. Russe O. Fracture of the carpal navicular: Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42:759-768.
35. Cook PA, Yu JS, Wiand W, Cook AJ II. Pediatric Scaphoid Fractures 86 *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* Coleman CR, Cook AJ. Suspected scaphoid fractures in skeletally immature patients: Application of MRI. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21:511-515.
36. Johnson KJ, Haigh SF, Symonds KE. MRI in the management of scaphoid fractures in skeletally immature patients. *Pediatr Radiol* 2000; 30:685-688.
37. Beeres FJ, Hogervorst M, den Hollander P, Rhemrev S. Outcome of routine bone scintigraphy in suspected scaphoid fractures. *Injury* 2005; 36:1233-1236.
38. Cruickshank J, Meakin A, Breadmore R, et al. Early computerized tomography accurately determines the presence or absence of scaphoid and other fractures. *Emerg Med Australas* 2007; 19:223-228.
39. Adey L, Souer JS, Lozano-Calderon S, Palmer W, Lee SG, Ring D. Computed tomography of suspected scaphoid fractures. *J Hand Surg [Am]* 2007; 32:61-66.
40. Senall JA, Failla JM, Bouffard JA, van Holsbeeck M. Ultrasound for the early diagnosis of clinically suspected scaphoid fracture. *J Hand Surg [Am]* 2004; 29:400-405.
41. Herneth AM, Siegmeth A, Bader TR, et al. Scaphoid fractures: Evaluation with high-spatial-resolution US initial results. *Radiology* 2001; 220:231-235.
42. Munk B, Bolvig L, Kroner K, Christiansen T, Borris L, Boe S. Ultrasound for diagnosis of scaphoid fractures. *J Hand Surg [Br]* 2000; 25:369-371.
43. Mintzer C, Waters PM. Acute open reduction of a displaced scaphoid fracture in a child. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:760-761.
44. Chloros GD, Themistocleous GS, Wiesler ER, Benetos IS, Efstathiopoulos DG, Soucacos PN. Pediatric scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Am]* 2007; 32:172-176.
45. Lindström G, Nyström A. Natural history of scaphoid non-union, with special reference to «asymptomatic» cases. *J Hand Surg [Br]* 1992; 17:697-700.
46. Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid nonunion. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66:504-509.
47. Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The natural history of scaphoid non-union: A review of fifty-five cases. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67:428-432.
48. Tomaino MM, Miller RJ, Cole I, Burton RI. Scapholunate advanced collapse wrist: Proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision? *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:134-142.
49. Suzuki K, Herbert TJ. Spontaneous correction of dorsal intercalated segment instability deformity with scaphoid malunion in the skeletally immature. *J Hand Surg [Am]* 1993; 18:1012-1015.

Las fracturas de escafoides son las más frecuentes de los huesos del carpo. Un diagnóstico o un tratamiento incorrectos, así como las características del trazo de fractura y de la vascularización del escafoides, pueden derivar a una pseudoartrosis y a una artropatía degenerativa. Por esta razón, es fundamental establecer un diagnóstico y un tratamiento precoces.

La *American Academy of Orthopaedics Surgeons* y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología han diseñado esta monografía con el objetivo de actualizar algunos de los aspectos más controvertidos del diagnóstico y de las técnicas de tratamiento.

Los especialistas en cirugía de la mano que han participado en esta obra exponen, con claridad y precisión, los fundamentos esenciales para efectuar un diagnóstico y tratamiento correctos de las fracturas de escafoides.



**Almirall**

Soluciones pensando en ti