

Tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides mediante injerto óseo anterior e injerto óseo intercalado. Resultados con las dos técnicas quirúrgicas

JUNYENT VILANOVA, E.; GARCÍA-LÓPEZ, A.; MOLINA MARTOS, M.; PÉREZ ÚBEDA, M. J.; PEREIRO DE LAMO, J., y LÓPEZ-DURÁN STERN, L.

Unidad de Cirugía de la Mano. Departamento de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

RESUMEN: Se presenta una serie de 27 pacientes con pseudoartrosis de escafoides intervenidos entre los años 1991 y 2000 con un seguimiento medio de cinco años. En 17 ocasiones se utilizó un injerto óseo anterior según la técnica de Matti-Russe asociando osteosíntesis en 12 casos. En 10 pacientes con deformidad en DISI (*Dorsal Intercalated Segmental Instability*) se utilizó injerto óseo intercalado con osteosíntesis con tornillos de Herbert. La consolidación se obtuvo en 15 pacientes del primer grupo y en seis del segundo. Según la escala funcional de Cooney se lograron 14 resultados excelentes o buenos utilizando injerto óseo anterior y seis con injerto óseo intercalado. En ambos grupos los resultados han sido peores a mayor tiempo transcurrido entre la fractura y la intervención. Se recomienda la utilización de las dos técnicas quirúrgicas prefiriendo el injerto óseo intercalado en los casos con pseudoartrosis avanzadas con una importante reabsorción de los fragmentos óseos y la presencia de una deformidad en DISI, siempre que se obtenga una correcta reducción anatómica del escafoides.

PALABRAS CLAVE: Muñeca. Escafoides. Pseudoartrosis. Tratamiento. Injerto óseo.

Treatment of scaphoid nonunion by anterior bone graft and intercalated bone graft. Results of the two surgical techniques

SUMMARY: A series of 27 patients with scaphoid nonunion underwent surgery between 1991 and 2000 and with a mean follow-up of five years. An anterior bone graft was used in 17 cases following the Matti-Russe technique, associating osteosynthesis in 12 cases. In 10 patients with DISI (*dorsal intercalated segmental instability*) deformity, an intercalated bone graft and osteosynthesis with Herbert screws was used. Consolidation was achieved in 15 patients in the first group and 6 of the second. According to the Cooney functional scale, excellent or good results were obtained in 14 patients using the anterior bone graft and in 6 with the intercalated bone graft. In both groups, the longer the time between fracture and intervention, the worse the results. We recommend both surgical techniques, preferring intercalated bone graft in cases of advanced nonunion with important resorption of bone fragments and DISI deformity, as long as correct anatomic reduction of the scaphoid is obtained.

KEY WORDS: Wrist. Scaphoid. Nonunion. Treatment. Bone graft.

Desde los trabajos publicados por Mack y Lindstrom el tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides está aceptado incluso en pacientes asintomáticos^{1,2,3}. Algunos autores, mediante la realización seriada de RM,

pueden predecir las fracturas con tendencia a no consolidar y que se beneficiarían de una fijación interna antes de alcanzar grados avanzados de pseudoartrosis⁴. Dejada a su libre evolución se acaba generando una artrosis que se inicia en la articulación radioescafoidea y posteriormente afecta a la mediocarpiana. Estos cambios fueron definidos por Krakauer en 1994 como muñeca SNAC (*Scaphoid Nonunion Advanced Collapse*)⁵. Posteriormente Moritomo en 1999⁶ definió distintos tipos de muñeca SNAC en función de la localización de la fractura. Las fracturas del tercio medio y proximal presentan los cambios degenerativos a nivel de la articulación radioescafoidea y posteriormente en la mediocarpiana como se había definido anteriormente, pero en las fracturas del tercio distal los cambios degenerati-

Correspondencia:

Dr. A. GARCÍA LÓPEZ.
Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica
Hospital Clínico San Carlos.
C/ Martín Lagos s/n.
28040 Madrid.
Fax:91 3303636

Recibido: Agosto de 2001.
Aceptado: Abril de 2002.

vos se localizan únicamente a nivel de la articulación mediocarpiana. Con el tiempo, la artrosis se acompaña de una deformidad del escafoides o DISI (*Dorsal Intercalated Segmental Instability*) que va a ser más marcada que en las lesiones ligamentosas alrededor del escafoides. Muy pocos pacientes con fracturas a nivel del tercio proximal van a desarrollar esta deformidad a diferencia de las que se localizan a nivel del tercio medio o distal⁶. Es importante realizar un buen diagnóstico y tratar a los pacientes asintomáticos para evitar llegar a grados avanzados de artrosis que requerirán de tratamientos más agresivos como las artrodesis^{7,8}. La técnica quirúrgica de elección para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides continúa en controversia y el resultado obtenido va a depender de una correcta selección del paciente en función del grado de artrosis y de la deformidad del escafoides que presente en el momento de indicar el tratamiento quirúrgico a seguir. En este estudio se pretende valorar los resultados funcionales y radiológicos obtenidos en 27 pacientes con pseudoartrosis de escafoides carpiano en diferentes fases evolutivas intervenidos con injerto óseo anterior según técnica de Matti-Russe o con injerto óseo intercalado según técnica de Fisk-Fernández.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se presenta una serie de 27 pacientes con pseudoartrosis de escafoides intervenidos entre los años 1991 y 2000 con un seguimiento medio de 5,1 años (mínimo: 1 año y máximo: 8 años). La edad media fue de 26 años (mínimo: 15 y máximo: 56 años), con 25 hombres y dos mujeres. La mano derecha se vio afectada en 15 ocasiones y la izquierda en 12, siendo la mano dominante la lesionada en 13 casos. La causa inicial de la fractura fue un accidente deportivo en 14 ocasiones, una caída casual en ocho, un accidente de tráfico en dos y una precipitación en otro; dos de los pacientes no recordaban el mecanismo de la lesión. Diez realizaban un trabajo manual de fuerza y 20 practicaban deporte de forma habitual.

Se clasificaron las fracturas en estables o inestables según los criterios de Herbert (tabla 1)⁹.

Veintidos casos fueron tipo B2, tres de tipo B3 y dos de tipo B4. Previamente se habían tratado las fracturas ortopé-

dicamente en 15 ocasiones y quirúrgicamente en dos realizándose una osteosíntesis con agujas de Kirchner en un caso y osteosíntesis con un tornillo de Herbert en otro. Los 10 pacientes restantes no habían recibido ningún tipo de tratamiento o éste fue insuficiente. Algunos no habían acudido al médico y otros habían sido diagnosticados de esguince de muñeca. De los 27 pacientes 24 referían dolor y en dos casos no podían realizar su trabajo habitual. Diecisiete de ellos presentaban una disminución de la movilidad con una media para la flexión de 60° (mínimo: 40° y máximo: 70°), para la extensión de 55° (mínimo: 45° y máximo: 65°), para la desviación radial de 10° (mínimo: 8° y máximo: 10°) y para la desviación cubital de 20° (mínimo: 15° y máximo: 25°). La fuerza, medida con el dinamómetro Jamar[®], estaba disminuida en 20 casos con una media de 30 kg (mínimo: 15 y máximo: 35 kg) en comparación con la mano contralateral con una media de 40 kg (mínimo: 30 y máximo: 45 kg). Se utilizó la clasificación de Herbert para diferenciar los distintos grados de pseudoartrosis (tabla 2)⁹. En nuestra serie se encontraron 17 casos de grado II, nueve de grado III y uno de grado IV.

Previamente al tratamiento quirúrgico no se observó ningún caso de necrosis avascular del segmento proximal. Para la valoración radiológica pre y posquirúrgica se utilizó el ángulo escafosemilunar y la altura del carpo. Para valorar los cambios degenerativos producidos en la muñeca SNAC observamos las lesiones producidas en las distintas articulaciones del carpo según Watson¹⁰. En nuestra serie observamos 9 casos grado I, 1 caso grado II y ninguno grado III.

Para valorar los resultados funcionales se utilizó la escala de Cooney modificándola en los parámetros de valoración de la fuerza y la movilidad (tabla 3)¹¹. El tiempo medio transcurrido desde la fractura y la cirugía fue de un año y medio (mínimo: 3 meses y máximo: 10 años). Se utilizaron dos técnicas quirúrgicas distintas para el tratamiento de nuestros pacientes. En 17 casos con escasa o nula deformidad en DISI y en la mayoría de ocasiones con grados bajos de pseudoartrosis se utilizó el injerto óseo anterior según la técnica de Matti-Russe, realizándose osteosíntesis en 13 casos (figs. 1 y 2) y sin ningún tipo de osteosíntesis en cuatro. En los 10 pacientes restantes con deformidad en DISI del escafoides y en la mayoría de casos con grados avanzados de pseudoartrosis se utilizó el injerto óseo intercalado según la técnica de Fisk-Fernández y se asoció osteosíntesis con un tornillo de Herbert en 10 casos (figs. 3 y 4). El abordaje

Tabla 1. Clasificación fracturas de escafoides (Herbert)

Tipo A: Fracturas agudas estables
Tipo A1: Afectan el tubérculo distal
Tipo A2: Trazo transversal en el tercio medio afectando una cortical
Tipo B: Fracturas agudas inestables
Tipo B1: Trazo oblicuo en el tercio medio
Tipo B2: Trazo transversal en el tercio medio afectando dos corticales
Tipo B3: Afectan el polo proximal
Tipo B4: Fractura luxación de los huesos del carpo

Tabla 2. Clasificación de las pseudoartrosis (Herbert)

Tipo I: Pseudoartrosis con callo fibroso
Tipo II: Lesiones quísticas sin pérdida de altura del escafoides
Tipo III: Aumento de lesiones quísticas. Reabsorción de los bordes de fractura
Tipo IV: Pérdida de altura con reabsorción de los fragmentos óseos
Tipo V: Se asocia a una necrosis avascular del segmento proximal

Tabla 3. Escala de Cooney modificada

Dolor (25 puntos)	25	No dolor
	20	Dolor leve al realizar esfuerzos
	20	Dolor con cambios de tiempo
	15	Dolor moderado al realizar esfuerzos
	10	Dolor leve en actividades vida diaria
	5	Dolor moderado en actividades vida diaria
Satisfacción (25 puntos)	0	Dolor en reposo
	1	Muy satisfecho
	25	Medianamente satisfecho
	20	No satisfecho, pero trabajando
	10	No satisfecho, incapacitado para trabajar
Movilidad (25 puntos)	0	100%
	25	75%-99%
	20	50%-74%
	15	25%-49%
	10	0-24%
Fuerza (25 puntos)	0	100%
	25	75%-99%
	20	50%-74%
	15	25%-49%
	10	0-24%
Resultado final	0	90-100
	Excelente	80-89
	Bueno	65-79
	Regular	< 65
Malo		

más utilizado fue el volar, ya que permitía una mejor visualización en las fracturas del tercio medio. Se identificó el foco de fractura y se refrescaron los bordes hasta obtener puntos sangrantes. En todos los casos el injerto se obtuvo de la cresta ilíaca. Para medir el tamaño del injerto óseo intercalado se colocó la mano en el campo quirúrgico en máxima extensión y desviación cubital y se midió el tamaño del defecto óseo que existe entre los dos fragmentos recortando el injerto de forma trapezoidal. Se inmovilizó a todos los pacientes con una férula de yeso en quirófano manteniéndolo

se la inmovilización una media de 9 semanas cuando se utilizó injerto óseo anterior sin osteosíntesis y de 6 semanas en ambas técnicas quirúrgicas cuando se asoció una osteosíntesis con tornillos.

RESULTADOS

En los resultados radiológicos se apreció que el ángulo escafosemilunar prequirúrgico tenía 65° de media (mínimo: 50° y máximo: 80°) para lograr un ángulo posquirúrgico de 38° de media (mínimo: 30° y máximo: 50°) empleando la técnica de Fisk-Fernández. Con la técnica de Matti-Russe el ángulo prequirúrgico de 49° de media (mínimo: 35° y máximo: 70°) a un ángulo posquirúrgico de 39° de media (mínimo: 28° y máximo: 55°). No se objetivó ninguna diferencia en la altura del carpo pre y posquirúrgica con ninguna de las dos técnicas.

Se logró la consolidación de la pseudoartrosis a los 3 meses en 15 casos utilizando el injerto óseo anterior y en seis con injerto óseo intercalado. Veinticuatro pacientes volvieron a su trabajo habitual y 17 a practicar deporte. Tan sólo cinco de ellos presentaban dolor de forma ocasional relacionado con los cambios de temperatura y la realización de esfuerzos. Quince pacientes de los 21 en los que se obtuvo la consolidación presentaban una movilidad completa, los otros seis presentaban una disminución de hasta un 15% en comparación con el lado contralateral. La fuerza media postquirúrgica medida con el dinamómetro Jamar® fue de 38 kg (mínimo: 30 y máximo: 45 kg). Siguiendo la escala de Cooney modificada se vio que con la técnica de Matti-Russe en 13 pacientes se lograron resultados excelentes, en uno bueno y en tres malos; mientras que con la técnica de Fisk-Fernández en cuatro fueron excelentes, en uno bueno, en otro regular y en cuatro malos.

No se obtuvo la consolidación en 2 pacientes intervenidos con injerto óseo anterior y en cuatro en los que se utili-



Figura 1A y 1B. Paciente de 27 años que presenta una pseudoartrosis de escafoides grado II de Herbert de 10 meses de evolución. Rx prequirúrgicas.



Figura 2A y 2B. Rx postquirúrgicas tras ser intervenido mediante la utilización de injerto óseo anterior según la técnica de Matti-Russe realizándose osteosíntesis con un tornillo de Herbert. Se obtuvo un resultado final excelente según la escala de Cooney.

zó el injerto óseo intercalado; en 3 de estos últimos casos se apreció una reabsorción del injerto y uno de ellos presentaba asociada una necrosis avascular del polo proximal del escafoides que se evidenciaba con un aumento de densidad ósea en la radiografía. No hubo ningún caso de infección profunda ni superficial. Dos pacientes presentaron una protusión del material de osteosíntesis que se retiró una vez obtenida la consolidación de la pseudoartrosis.

Cinco de esos pacientes en los que no se consiguió la consolidación de la pseudoartrosis fueron sometidos a una segunda cirugía mediante la utilización de injerto óseo anterior consiguiéndose la consolidación en tres de los cinco casos. Ninguno de ellos presentaba una disminución de la altura del escafoides que justificara la utilización de injerto óseo intercalado. Uno de los pacientes en los que no se consiguió la consolidación está pendiente de una nueva cirugía y el otro no quiere someterse a una nueva intervención.

DISCUSIÓN

La técnica de elección para el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides continúa siendo controvertida. Ante todo paciente deberemos tener en cuenta una serie de factores pronóstico en cuanto a los resultados finales tras la cirugía. Una de las principales causas de fracaso va a ser la realización de una mala técnica quirúrgica debida a la no utilización de injerto óseo o a una mala osteosíntesis¹². En las fracturas del tercio proximal aumenta la dificultad técnica para la introducción de los tornillos de Herbert¹³. La mayoría de autores prefieren la utilización del abordaje volar respetando siempre los ligamentos radiosemilunares, ya que el abordaje dorsal se asocia a una mayor pérdida de la extensión y se reserva para las fracturas del tercio proximal^{14,15,16}. Las inmovilizaciones prolongadas se han asociado a peores resultados postoperatorios¹⁷. Si bien la presencia de artrosis preoperatoria no influye en la consolidación de la pseudoar-



Figura 3A y 3B. Paciente de 23 años que presenta una pseudoartrosis de escafoides grado III de Herbert de un año y medio de evolución. Rx prequirúrgicas.



Figura 4A y 4B. RX posquirúrgicas en las que se observa una corrección del ángulo escafosemilunar tras ser intervenido con la utilización de injerto óseo intercalado según la técnica de Fisk-Fernández.

trosis y en algunos estudios no ensombrece el pronóstico a largo plazo^{18,19}, los peores resultados se van a observar en aquellos pacientes con una larga evolución de la pseudoartrosis. Schuind et al obtienen un 79% de consolidaciones en aquellos pacientes intervenidos a los 3 años tras la fractura y un 62% de consolidaciones en los que habían transcurrido cinco^{10,19}. En nuestra serie hemos obtenido 12 excelentes resultados de los 13 casos intervenidos de menos de un año de evolución. En los 10 casos entre 1 y 5 años hemos obtenido 7 resultados excelentes o buenos, mientras que los resultados fueron malos en los 4 pacientes tratados con más de cinco años de evolución.

Analizando los resultados finales de cada técnica en función del grado de pseudoartrosis de los pacientes vemos como en 13 de los casos en que se utilizó el injerto óseo anterior presentaban una pseudoartrosis grado II y que los peores resultados se obtuvieron en los pacientes con pseudoartrosis más avanzadas grado III. Con la utilización del injerto óseo intercalado en la que los resultados fueron peores vemos como tan sólo 4 de los pacientes presentaban pseudoartrosis poco avanzadas grado II y que los peores resultados se observaron en pacientes con pseudoartrosis de grados III y IV.

En el tratamiento de la pseudoartrosis de escafoides de corta evolución, como demuestran nuestros hallazgos con un 88% de consolidaciones y los de otros autores, se obtienen buenos resultados con la aplicación de un injerto encastrado anterior. García Abad y Pagán en 1998 consiguieron un 76% de consolidaciones con un 88% de pacientes satisfechos a los 5 años tras la cirugía. Jiranek et al obtuvieron la consolidación en el 85% de los casos²⁰. Sin embargo la utilización de injerto óseo anterior en las pseudoartrosis avanzadas no van a lograr tan buenos resultados, lo que se explica por dos razones: en primer lugar, porque el injerto anterior encastrado es insuficiente para restituir la altura normal del escafoides deformado y, en segundo lugar, porque la capacidad biológica del hueso ha disminuido. Para intentar

paliar estos problemas aplicamos un injerto intercalado trapezoidal según la técnica de Fisk-Fernández para recuperar la morfología del escafoides asociando una osteosíntesis estable con un tornillo para producir compresión en los puntos de contacto óseo. Algunos autores han obtenido buenos resultados con la utilización de esta técnica quirúrgica. Rajagopalan et al lograron 18 resultados excelentes y buenos en 21 pacientes²¹. Richards y Regan consiguieron la consolidación en 9 de sus 10 casos con un resultado excelente, ocho buenos y otro regular, y Daly et al obtuvieron la consolidación en 25 de sus 26 pacientes^{22,23}. Todos coinciden en recomendar esta técnica para corregir la anatomía del escafoides y ante la presencia de DISI. Tsuyuguchi, en una serie de 27 pacientes observó una relación estadísticamente significativa entre la corrección del ángulo escafosemilunar en más de 10° y los resultados funcionales postoperatorios²⁴.

Sin embargo, a pesar de que esta técnica es útil para corregir la deformidad del escafoides y el ángulo escafosemilunar nuestros porcentajes de consolidación en pseudoartrosis avanzadas han sido bajos, 6 casos de 10. Esto probablemente se deba a la utilización de una gran cantidad de injerto intercalado entre dos puntos anclaje y por la disminución de la capacidad biológica de hueso. Para paliar este problema probablemente la solución sea utilizar un injerto vascularizado trapezoidal que sea capaz de corregir la deformidad y a su vez tenga gran capacidad biológica para la consolidación^{25,26}.

Beris et al, en 1997, realizaron un estudio comparativo con 28 pacientes utilizando injerto óseo anterior en 16 casos e injerto óseo intercalado en 12, con consolidación en 23 pacientes. Los casos de no unión fueron debidos a la reabsorción del hueso esponjoso en 3 pacientes y a la reabsorción del injerto óseo intercalado junto a un fallo de la síntesis en dos. Tras su estudio concluye que el injerto óseo intercalado es más efectivo en reducir la deformidad del es-

cafoides y proporciona una mayor estabilidad inicial.

Ante el fracaso de los injertos en el tratamiento quirúrgico de la pseudoartrosis de escafoides Smith y Cooney en 1996 crearon un algoritmo en el que recomienda el uso de tratamientos agresivos como artrodesis o carpectomías en el caso de pseudoartrosis avanzadas, la estiloidectomía cuando existan cambios degenerativos a dicho nivel, el injerto óseo vascularizado para la necrosis del polo proximal, el injerto óseo intercalado en los casos de inestabilidad y el injerto óseo anterior según técnica de Russe en los casos estables. En nuestra serie, al tratarse de pacientes que cumplían los criterios de estabilidad, hemos utilizado el injerto óseo anterior como cirugía de rescate. Igual que en otras series nuestros resultados ante segundas cirugías han sido peores²³. Sólo conseguimos la consolidación en tres de los 5 casos.

Se recomienda la utilización de las dos técnicas quirúrgicas prefiriendo el injerto óseo anterior en los casos de pseudoartrosis poco avanzadas y en los que no exista deformidad del escafoides. En aquellos pacientes con pseudoartrosis avanzadas y en los que sea necesario corregir la anatomía del escafoides preferimos la utilización del injerto óseo intercalado. La correcta realización de la técnica quirúrgica, el grado de pseudoartrosis y el tiempo transcurrido desde la fractura van a ser factores pronósticos en el resultado final de la cirugía. Nuestra tendencia actual es la de disminuir el tiempo medio de inmovilización mediante la utilización de osteosíntesis estables como los tornillos de Herbert.

BIBLIOGRAFÍA

- Lindström G, Nyström A. Natural history of scaphoid nonunion, with special reference to «asymptomatic» cases. *J Hand Surg* 1992;17B:697-700.
- Lluch A. Concepto de muñeca SNAC: Scaphoid Non-union advanced collapse. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:33-8.
- Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid nonunion. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:504-9.
- Kulkarni RW, Wollstein R, Tayar R, Citron N. Patterns of healing of scaphoid fractures. The importance of vascularity. *J Bone Joint Surg* 1999;81B:85-90.
- Krakauer JD, Bishop AT, Cooney WP. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse. *J Hand Surg* 1994;19A:751-9.
- 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;81B:871-6.
- García-López A, Pérez-Ubeda MJ, Marco F, Molina M, López-Durán L. A modified technique of four-bone fusion for advanced carpal collapse (SLAC/SNAC wrist). *J Hand Surg* 2001;26B:352-4.
- González del Pino J, Bartolomé E. La muñeca SNAC: Tratamiento mediante artrodesis totales y parciales. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:51-68.
- Herbert TJ. *The fractured scaphoid*. St Louis: Quality Medical Publishing, INC 1990.
- Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: Scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg* 1984;9A:358-65.
- Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. *Clin Orthop* 1987;214:136-47.
- Fernández DL. Anterior bone grafting and conventional lag screw fixation to treat scaphoid nonunions. *J Hand Surg* 1990;15A:140-7.
- Richards R, Regan W. Treatment of scaphoid nonunion by radical curettage, trapezoidal iliac crest bone graft, and internal fixation with a Herbert screw. *Clin Orthop* 1991;262:148-58.
- Beris AE, Soucacos PN, Xenakis T et al. Scaphoid nonunion treated with bone graft and Herbert screw. *Acta Orthop Scand* 1997 (Supl 275):68:60-4.
- Ferreres A. Tratamiento de las lesiones estables del escafoides carpiano. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:17-20.
- Mir X, Font J, Aizpurua B, Carrera LI, Alberti G, Busquets R. Tratamiento de las lesiones inestables y viables del escafoides carpiano. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:21-5.
- Inoue G, Shionoya K, Kuwahata Y. Herbert screw fixation for scaphoid nonunions. *Clin Orthop* 1997;343:99-106.
- García-Abad JJ, Pagán JA. Pseudoartrosis del escafoides carpiano. *Rev Ortop Traumatol* 1998;42:103-9.
- Schuind F, Haentjens P, Van Innis F, Vander Maren C, García-Elías M, Sennwald G. Prognostic factors in the treatment of carpal scaphoid nonunions. *J Hand Surg* 1999;24A:761-76.
- Jiranek WA, Ruby LK, Millender LB, Bankoff MS, Newberg AH. Long-term results after Russe bone-grafting: The effect of malunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg* 1992;74A:1217-28.
- Rajagopalan B.M, Squire D.S, Samuels L.O. Results of Herbert screw fixation with bone grafting for the treatment of nonunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg* 1999;81A:48-52.
- Richards R, Regan W. Treatment of scaphoid nonunion by radical curettage, trapezoidal iliac crest bone graft, and internal fixation with a Herbert screw. *Clin Orthop* 1991;262:148-58.
- 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* 1996;78B:530-4.
- Tsuyuguchi Y, Murase T, Hidaka N, Ohno H, Kawai H. Anterior wedge-shaped bone graft for old scaphoid fractures or non-unions. An analysis of relevant carpal alignment. *J Hand Surg* 1995;20B:194-200.
- Fernández DL, Egli S. Nonunion of the scaphoid. Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone grafting. *J Bone Joint Surg* 1995;77A: 883-93.
- Malizos KN, Dailiana ZH, Kirou M, Vragalas V, Xenakis A, Soucacos PN. Long standing nonunions of scaphoid fractures with bone loss: successful reconstruction with vascularized bone grafts. *J Hand Surg* 2001;26B:330-4.