

ESTUDIOS CLÍNICOS

Fracturas inestables extraarticulares del radio distal

Clavijas percutáneas de Kirschner (Kapandji) o placas bloqueadas volares

EZEQUIEL CATÁ, JUAN PABLO CATÁ, EMANUEL FATTOR,
ALFONSO LUGONES y CHRISTIAN ALLENDE

*Departamento de Miembro Superior y Cirugía Reconstructiva de los Miembros,
Servicio de Ortopedia y Traumatología, Sanatorio Allende
Hospital Misericordia, Córdoba, Argentina*

RESUMEN

Introducción: El objetivo de este estudio es comparar el comportamiento radiográfico de las fracturas extraarticulares inestables del radio distal tratadas con clavijas percutáneas (técnica de Kapandji) e inmovilización con yeso con aquellas tratadas mediante reducción abierta y fijación interna con placas bloqueadas volares.

Materiales y métodos: Se evaluaron retrospectivamente 58 pacientes con 62 fracturas; 31 fracturas fueron estabilizadas con clavijas de Kirschner y 31, con placas bloqueadas volares. El promedio de edad fue de 62 años. Treinta y nueve fracturas se debieron a traumatismos de baja energía. Se realizaron estudios radiográficos preoperatorios, en el posoperatorio inmediato, a las 6 semanas y a los 4 meses, y se evaluó el desplazamiento absoluto de la altura radial, el desplazamiento absoluto de la inclinación radial y el desplazamiento absoluto de la angulación volar.

Resultados: Todas las fracturas consolidaron. A los 4 meses de seguimiento se observó una pérdida de la inclinación radial ($p = 0,0001$), la altura radial ($p = 0,0001$) y la angulación volar ($p = 0,0003$) significativamente mayor en las fracturas tratadas con clavijas de Kirschner colocadas en forma percutánea y protegidas con yeso.

Conclusiones: La utilización de placas bloqueadas volares en las fracturas extraarticulares del radio distal permite mantener la reducción radiográfica obtenida en el intraoperatorio con mayor éxito que las clavijas percutáneas de Kirschner más yeso. La utilización de placas volares bloqueadas se recomienda en los pacientes jóve-

nes activos, ya que el mantenimiento de una reducción más anatómica se relaciona con menor artrosis secundaria y, así, con menor dolor y limitaciones funcionales a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: Radio distal. Fracturas extraarticulares. Clavijas de Kirschner. Placa bloqueada volar.

UNSTABLE EXTRA-ARTICULAR DISTAL RADIUS FRACTURES.

Percutaneous Kirschner Wires (Kapandji) versus Locked Volar Plating.

ABSTRACT

Background: The purpose of this study is to compare the radiographic behavior of unstable extra-articular distal radius fractures treated with percutaneous Kirschner wires (Kapandji technique) with those treated by open reduction and internal fixation using locked volar plates.

Methods: We retrospectively evaluated 58 patients with 62 distal radius fractures. 31 fractures were stabilized with percutaneous Kirschner pins and 31 with locked volar plates. Patients' age averaged 62 years. 39 fractures were caused by low-energy trauma. Radiographic controls were performed pre-operatively, immediately post-operatively, at six weeks, and at four months. Absolute radial height displacement, absolute radial inclination displacement, and absolute volar angulation displacement were assessed.

Results: Union was achieved in all fractures. There was a statistically significant loss of radial inclination ($p = 0.0001$), radial height ($p = 0.0001$) and volar angulation ($p = 0.0003$) in fractures treated with percutaneous Kirschner wires and plaster.

Conclusions: Volar locked plates are more reliable than Kirschner wires in preserving the reduction achieved

Recibido el 1-11-2009. Aceptado luego de la evaluación el 2-2-2011.

Correspondencia:

Dr. CHRISTIAN ALLENDE
christian_allende@hotmail.com

intraoperatively in unstable extra-articular fractures of the distal radius. The use of locked volar plates is recommended in young active patients; maintaining the anatomic reduction will reduce the degree of secondary arthritis, and result in less long term pain and functional impairment.

KEY WORDS: Distal radius. Extra-articular fractures. Percutaneous Kirschner wires. Locked volar plate.

Las fracturas del extremo distal del radio son las fracturas más comunes del esqueleto humano.⁶ Los estudios multicéntricos estiman que su incidencia es de 36,8 mujeres y 9 hombres por año cada 10.000 personas.³³ Aún hoy, no hay consenso sobre la descripción, el manejo y la interpretación de los resultados de estas fracturas.²² El enfoque actual del tratamiento continúa en permanente evolución; se dispone de múltiples alternativas para su estabilización, incluidos clavijas percutáneas,^{7,22,27,29,38,40,45,49,56} clavijas percutáneas más yeso,^{17,22,53} tutores externos,^{11,15,19,22,24,39,46} reducción abierta con abordajes mínimamente invasivos con injerto óseo o sustitutos óseos, o sin ellos^{4,40,46} y reducción abierta más fijación interna de diversas características.^{1,2,22,41,46,50} Los principales factores de riesgo para la inestabilidad de estas fracturas son: 1) el patrón de fractura (conminución dorsal, fractura intraarticular y fractura asociada del cúbito), 2) la severidad del desplazamiento inicial (angulación dorsal > 20° y pérdida de altura radial > 5 mm) y 3) factores inherentes al paciente (edad > 60 años y calidad ósea).^{11,12,14,21,26,48,51} En el manejo de estas fracturas se deben tener en cuenta otros factores locales, como la estabilidad lograda luego de la reducción, la gravedad de las lesiones y el estado de las partes blandas, y asociarlos con la demanda física, el estilo de vida y los requerimientos del paciente.

El objetivo de este estudio fue comparar el comportamiento radiográfico de las fracturas extraarticulares del radio distal tratadas con clavijas percutáneas e inmovilización con yeso con aquellas tratadas mediante reducción abierta y fijación interna con placas bloqueadas volares.

Materiales y métodos

Se evaluaron retrospectivamente 58 pacientes adultos con 62 fracturas inestables extraarticulares del radio distal tratadas entre marzo de 2008 y febrero de 2009. Treinta y un (50%) pacientes fueron tratados con clavijas percutáneas de Kirschner y 31 (50%), con placas bloqueadas volares. Las fracturas fueron clasificadas según el sistema AO/ASIF; todas eran extraarticulares (34 fracturas 23A2 y 28 23A3) (Tabla 1). El grupo de estudio incluyó a 24 (38,7%) varones y 38 (61,2%) mujeres con un promedio de edad de 62 años (rango 34 a 86). Treinta y un (53,4%) pacientes presentaron fracturas en la muñeca derecha,

23 (39,6%) en la izquierda y 4 (6,8%) en ambas muñecas. De las 62 fracturas, 39 (63%) se debieron a traumatismos de baja energía y 23, (37%) a traumatismos de alta energía. Se consideraron secundarias a traumatismo de baja energía las fracturas que resultaron de caídas desde la propia altura. En el grupo de fracturas por traumatismos de alta energía se incluyeron 15 (65,2%) por caídas de altura, 5 (21,7%) por accidentes de tránsito y 3 (13%) por actividades deportivas. Treinta y cuatro pacientes presentaron fracturas de la apófisis estiloides del cúbito asociadas; ninguna fue reparada quirúrgicamente. Se consideraron inestables las fracturas que presentaron conminución dorsal, las fracturas con angulación dorsal > 20° y las fracturas con pérdida de altura radial > 5 mm. Se excluyeron los pacientes con demencia o enfermedades psiquiátricas, fracturas extraarticulares del cúbito (23A1), fracturas parcialmente articulares (23B) y articulares completas del radio distal (23C), fracturas expuestas o asociadas del mismo miembro, fracturas extraarticulares tratadas en forma ortopédica o con otro método de estabilización quirúrgica y fracturas con un seguimiento radiográfico menor de 4 meses. La decisión del tipo de tratamiento por realizar en cada paciente se basó principalmente en sus posibilidades económicas, sus necesidades y las actividades que desarrollaba, y no en la edad o el patrón fracturario que presentaba la lesión.

Las fracturas se trataron inicialmente en la guardia con una férula de yeso braquiopalmar sin realizarles maniobras de reducción. Los pacientes fueron intervenidos en promedio a los 8 días del accidente (rango 0 a 17). Todos fueron operados por el mismo cirujano. En ambos grupos, se colocó a los pacientes en decúbito dorsal bajo anestesia regional (sólo se utilizó anestesia general en aquellos con afecciones bilaterales), con el miembro afectado sobre la mesa de mano. En los pacientes estabilizados con clavijas de Kirschner colocadas en forma percutánea se utilizó el método "intrafocal" de Kapandji.²³ A los trata-

Tabla 1. Datos demográficos

	Clavija de Kirschner más yeso	Placa bloqueada volar
Pacientes	31	31
Edad	66 (34 a 86)	58 (35 a 78)
Sexo		
Fem	20	18
Masc	11	13
Mano dominante		
Derecha	23	22
Izquierda	8	9
Mecanismo de producción		
Alta energía	8	15
Baja energía	23	16
Clasificación AO		
A2	13	21
A3	18	10

dos con placas bloqueadas volares se los operó con la técnica descrita por Orbay y cols.³⁵ y se utilizaron placas de ángulo fijo de 3,5 mm (Modelo V 07, Implant Argentina). En ningún caso se asoció injerto o sustituto óseo.

Los pacientes tratados con clavijas percutáneas fueron inmovilizados con un yeso braquiopalmar por 6 semanas y los tratados con placas bloqueadas volares, con una férula antebrachiopalmar con la muñeca en posición neutra por 3 semanas. En ambos grupos se indicó la utilización de cabestrillo simple y la inmediata movilización de los dedos. Se extrajeron las clavijas entre la sexta y la octava semana y no se retiró la placa en ninguno de los casos. Comenzaron con fisioterapia asistida a las 3 semanas los pacientes operados con placa volares y entre la sexta y la séptima semana los pacientes intervenidos con clavijas. Se realizaron controles radiográficos (radiografías estándares anteroposterior y perfil de muñeca con antebrazo en posición neutra) en el posoperatorio inmediato, a las 6 semanas y a los 4 meses. Se evaluó en cada estudio radiográfico si existían modificaciones en la altura radial (valor normal: 12 mm⁴⁷), inclinación radial (valor normal: 22°⁴⁷) y angulación volar (valor normal: 11°^{3,44}). Una vez obtenidas las mediciones se calcularon⁶: a) desplazamiento absoluto de la altura radial = (12 mm - altura radial medida); valor normal de referencia: 0 ± 2; b) desplazamiento absoluto de la inclinación radial = (22° - inclinación radial medida); valor normal de referencia: 0 ± 3 y c) desplazamiento absoluto de la angulación volar = (11° - desplazamiento del ángulo volar medido); valor normal de referencia: 0 ± 4. En las mediciones de fracturas con patrones de inclinación dorsal (fracturas de Pouteau-Colles) el valor obtenido se midió como un número negativo (p. ej., -12°) y se calculó como (11 - (-12)) = 23°. Este resultado representa la cantidad de grados alejados del valor de referencia normal. Para los patrones de inclinación volar (fracturas de Smith) el valor obtenido se midió como un número positivo (p. ej., 12°) y se calculó como (11 - (12)) = 1°. Este resultado representa la cantidad de grados alejados del valor de referencia normal.

Todos los datos demográficos y radiológicos se presentaron en promedio con su correspondiente desviación estándar. Para el análisis de los datos agrupados y apareados se utilizó la prueba de la *t* cuando correspondía. Un valor de $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Se utilizó el programa informático JMP8 para el análisis estadístico.

Resultados

Se analizaron 62 fracturas extraarticulares inestables del radio distal tratadas con clavijas percutáneas de Kirschner más yeso o placas bloqueadas volares con un seguimiento radiográfico de 4 meses. Comparando el desplazamiento absoluto de la altura radial en fracturas distales del radio tratadas con clavijas de Kirschner más yeso contra las placas bloqueadas se observó que no hubo diferencias significativas en el control posoperatorio inmediato ($p = 0,46$), pero sí en los controles a las 6 semanas ($p = 0,0001$) y a los 4 meses ($p = 0,0001$), lo que indica una pérdida de la altura radial más significativa para el grupo tratado con clavijas (Tabla 2). Al evaluar el desplazamiento absoluto de la inclinación radial no se

observaron cambios significativos en los controles posoperatorios ($p = 0,19$), pero sí a las 6 semanas ($p = 0,00045$) y a los 4 meses ($p = 0,0003$), lo que indica una pérdida de la inclinación radial más significativa para el grupo tratado con clavijas. Con respecto al desplazamiento absoluto del ángulo volar, hubo diferencias significativas en el control posoperatorio inmediato ($p = 0,0001$) y en los controles a las 6 semanas ($p = 0,0001$) y a los 4 meses ($p = 0,0001$), lo que indica una pérdida de la angulación volar más significativa para el grupo tratado con clavijas (Figs. 1 a 3). No se debió reintervenir ninguna fractura por pérdida de reducción. Se obtuvo consolidación ósea en todos los casos a las 8,9 semanas en promedio (rango 7 a 11). Se retiraron todas las clavijas entre la sexta y la octava semana de evolución. No se retiró ninguna placa durante los cuatro primeros meses del seguimiento necesario para este estudio, pero una paciente lo requirió a los 11 meses por la evidencia ecográfica y clínica de irritación del tendón flexor largo del pulgar.

Discusión

No hay aún consenso sobre el abordaje (clasificación, tratamiento, evaluación de los resultados) ideal de las fracturas extraarticulares inestables del radio distal.²² El enfoque del tratamiento de estas fracturas se encuentra en constante desarrollo y la aparición de nuevos implantes y técnicas de osteosíntesis brinda múltiples opciones terapéuticas, todas válidas en diferentes escenarios; las clavijas de Kirschner colocadas en forma percutánea asociadas a una protección enyesada, así como las placas bloqueadas volares, son probablemente las opciones más uti-

Tabla 2. Resultados radiográficos

	Clavija de Kirschner más yeso	Placa bloqueada volar	$p < 0,05$
Altura radial (mm)			
Posoperatorio	1,6 ± 1	1,8 ± 1	< 0,46
6 sem	3,3 ± 1	1,9 ± 1	< 0,0001
4 meses	3,8 ± 1	2 ± 1	< 0,0001
Inclinación radial (°)			
Posoperatorio	3,2 ± 1	2,7 ± 1	< 0,19
6 sem	4 ± 1	2,8 ± 1	< 0,0045
4 meses	4,4 ± 1	2,8 ± 1	< 0,0003
Angulación volar (°)			
Posoperatorio	7,1 ± 2	4 ± 2	< 0,0001
6 sem	8 ± 2	4 ± 2	< 0,0001
4 meses	8,1 ± 2	4 ± 2	< 0,0001



Figura 1. Paciente varón de 42 años que sufrió una caída desde su propia altura. Fractura AO: A3. Radiografías prequirúrgicas. Fractura tratada con clavijas percutáneas de Kirschner más yeso.



Figura 2. Radiografías a las 6 semanas de la operación. Se observa buena reducción y osteosíntesis.



Figura 3. Radiografías a los 4 meses de la operación. Se observa pérdida de la angulación volar de 27°.

lizadas en nuestro medio. El presente estudio evidenció que las fracturas del radio distal tratadas con clavijas de Kirschner percutáneas más yeso tuvieron una pérdida significativa de la inclinación radial, altura radial e inclinación volar, lo que no ocurrió en las fracturas tratadas con placas bloqueadas volares. Las limitaciones de este estudio fueron que no evaluó los resultados funcionales, fue retrospectivo y tuvo corto seguimiento.

Una proporción importante de fracturas inestables del radio distal se desplazan luego de la reducción cerrada e inmovilización con yeso, con los consiguientes malos resultados funcionales.^{10,20,30,31,52,56} Si bien se publicaron numerosos estudios que compararon los diferentes métodos de estabilización quirúrgica en estas lesiones,^{5,18,25,32,54,57} no está aún establecido cuál es el tratamiento con mejores resultados funcionales, clínicos y radiográficos. Con independencia del sistema de fijación elegido, el objetivo de cualquier tratamiento es la reducción anatómica y la fijación estable para evitar los riesgos de artritis postraumática, dolor y pérdida de amplitud de movimiento.

La reducción cerrada y fijación percutánea con clavijas de Kirschner se considera una alternativa simple para proveer estabilidad adicional a la inmovilización con yeso para fracturas inestables extraarticulares en las que se ha logrado una reducción anatómica.^{7,17,22,27,29,38,40,45,49,53,56} En los pacientes adultos con osteoporosis y en fracturas con conminución marcada, este método obtuvo pobres resultados y, por lo tanto, se lo considera inapropiado.³² Sin embargo, sigue siendo utilizado y recomendado por varios autores por la simplicidad de su realización.⁴³ Además, representa una opción válida en estas lesiones cuando el medio o el paciente imposibilitan la colocación de una placa. En el presente estudio, el 65% de los pacientes tratados con clavijas de Kirschner eran mayores de 60 años y si bien está establecida la relación entre la disminución de la densidad ósea, la gravedad de la fractura y la necesidad de osteosíntesis estables,⁸ en la mayoría de los casos en los que se indicó este tratamiento se otorgó mayor importancia al menor tiempo quirúrgico requerido, al mal estado clínico del paciente, a las comorbilidades asociadas y a la relación costo-beneficio.

Salem⁴³ publicó, en 2002, una serie de 41 fracturas del extremo distal del radio tratadas con tres clavijas intrafocales. Veintiocho eran extraarticulares; obtuvo resultados radiológicos muy buenos (84%) y buenos (16%) en las fracturas A2 y resultados muy buenos (40%), buenos (30%), regulares (10%) y malos (20%) en las fracturas A3. La causa principal de los resultados regulares y malos fue un colapso radial mayor de 6 mm pero manteniendo la angulación normal de la superficie articular. Greatting y Bishop,¹⁶ de la Clínica Mayo, otorgaron especial importancia a la edad fisiológica de los pacientes y al grado de osteopenia; obtuvieron un 79% de resultados radiológicos buenos y excelentes en menores de 65

años y un 60% en mayores de esa edad con la utilización de clavijas de Kirschner más yeso. Esta técnica es una excelente indicación para los pacientes ancianos en quienes, a pesar de alguna pérdida de reducción, los resultados clínicos no empeoran de manera significativa.

El uso de placas volares es cada vez más aceptado por los cirujanos ortopedistas para el tratamiento de las fracturas extraarticulares inestables del extremo distal del radio.^{36,55}

Los sistemas de fijación interna con tornillos bloqueados permiten estabilizar en forma más previsible los fragmentos óseos esponjosos que normalmente no pueden ser estabilizados en forma confiable y duradera con los tornillos convencionales.^{2,13,34,36,37} El diseño anatómico de las placas con ángulos fijos mejora la reducción, la estabilidad y la relación articular radiocarpiana y radiocubital, además de brindar fijación ósea suficiente para acelerar los programas de rehabilitación.²⁸ Este sistema de placas bloqueadas permite construir un "andamio fuerte" debajo de la articulación del radio distal, lo que genera menores pérdidas de reducción.^{1,36} La preservación de la irrigación de los fragmentos dorsales conminutos parece contribuir a la rápida restauración de la continuidad anatómica de la cortical dorsal, a pesar de no utilizar de injerto óseo.³⁶ Los sistemas de fijación bloqueados volares brindan la posibilidad de estabilizar fracturas con desplazamientos dorsales, y disminuyen las complicaciones asociadas a los abordajes dorsales de muñeca y la necesidad de retirar los materiales. En 2006 Alfie¹ evaluó radiográficamente a 27 pacientes con fracturas del radio distal con compromiso articular completo tratadas con placas bloqueadas volares, manteniéndose la reducción lograda hasta la consolidación fracturaria. Rozental y cols.⁴² realizaron un estudio prospectivo y aleatorizado que comparó ambos sistemas de fijación incluyendo en su grupo de estudio fracturas del radio distal inestables extraarticulares e intraarticulares. No observaron modificaciones radiográficas, pero evaluaron un grupo heterogéneo de fracturas y con un número escaso de fracturas extraarticulares.

El trabajo demuestra, con significación estadística, que las placas bloqueadas volares para fracturas extraarticulares del radio distal tienen un comportamiento radiográfico superior con respecto a las clavijas percutáneas de Kirschner más yeso. En vista de los resultados obtenidos, consideramos que la osteosíntesis con esas placas representa un opción válida y eficaz para restablecer y mantener la altura radial, la inclinación radial y la angulación volar hasta la consolidación. Su indicación se ve favorecida principalmente en pacientes jóvenes para evitar la artrosis secundaria a una reducción no anatómica, que puede llevar a dolor y limitación funcional. Las placas bloqueadas volares permiten obtener una fijación estable que posibilita una rápida movilización de la articulación, sin perder la reducción obtenida (Figs. 4 a 6).

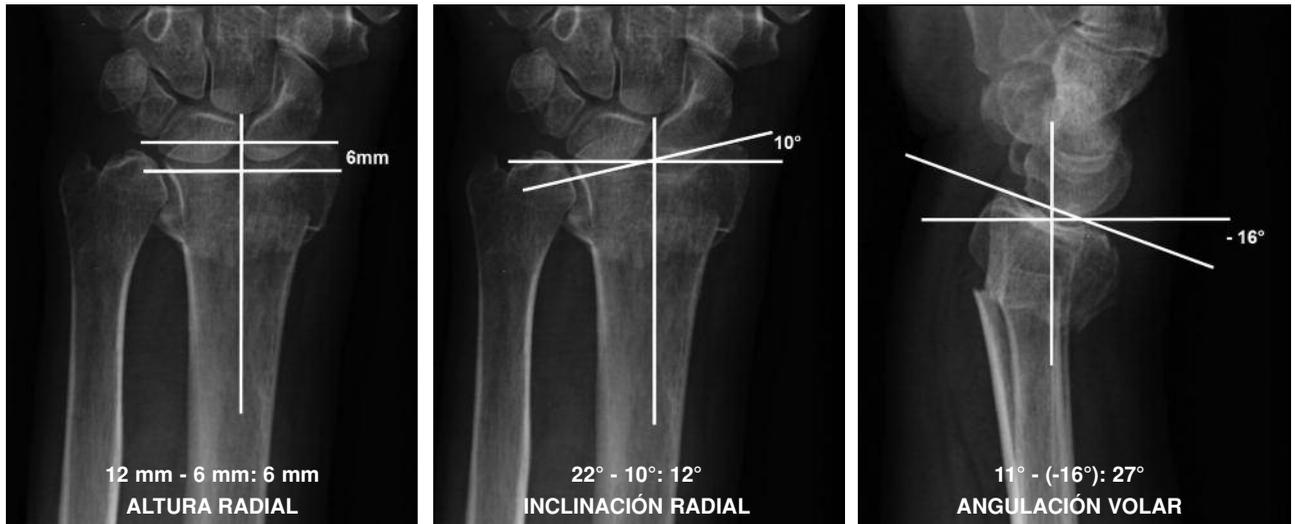


Figura 4. Paciente mujer de 51 años que sufrió una caída desde su propia altura. Fractura AO: A3. Radiografías prequirúrgicas. Fractura tratada con placa bloqueada volar.



Figura 5. Radiografías a las 6 semanas de la operación. Se observa buena reducción y osteosíntesis.



Figura 6. Radiografías a los 4 meses de la operación. Se conserva la altura radial, la inclinación radial y la angulación volar.

Por contrapartida, concluimos que la reducción y osteosíntesis con clavijas de Kirschner más yeso es un método para tener en cuenta, fácil de ejecutar, más barato, que no necesita instrumental especializado y posible de realizar en pacientes de cualquier edad, ya que representa una cirugía mínima y con bajo índice de complicaciones;

tiene su principal indicación para pacientes adultos con elevadas comorbilidades, o en el caso de instituciones sin posibilidades o infraestructura adecuada para la colocación de implantes técnicamente más demandantes y costosos, o para pacientes con bajos requerimientos o expectativas.

Bibliografía

1. **Alfie V.** Uso de placa palmar bloqueada en fracturas intraarticulares del radio distal en pacientes mayores de 60 años. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2007;71:197-204.
2. **Allende C, Marangoni L, Gastaud M, Pioli I, Gastaud M, Paganini F.** Placas volares de ángulo fijo en pacientes adultos con fracturas inestables del radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2007;72:110-7.
3. **Aro HT, Koivunen T.** Minor axial shortening of the radius affects outcome of Colles' fracture treatment. *J Hand Surg Am* 1991;16:392-8.
4. **Axelrod T, Paley D, Green J, McMurtry RY.** Limited open reduction of the lunate facet in comminuted intra-articular fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am* 1988;13:372-7.
5. **Azzopardi T, Ehrendorfer S, Coulton T, Abela M.** Unstable extra-articular fractures of the distal radius: a prospective, randomized study of immobilization in a cast versus supplementary percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:837-40.
6. **Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV, Zvi M, Haase SC, Kim M.** Treatment of unstable distal radial fractures with the volar locking plating system. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:2687-94.
7. **Clancey G.** Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles fractures: a prospective study of thirty cases. *J Bone Joint Surg Am* 1984; 66-A:1008-14.
8. **Clayton RAE, Gaston MS, Ralston SH, Court-Brown CM, McQueen MM.** Association between decreased bone mineral density and severity of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:613-9.
9. **Colles A.** On the fracture of the carpal extremity of the radius. *Edin Med Surg J.* 1814;10:182.
10. **Cooney WP 3rd, Dobyns JH, Linscheid RL.** Complications of Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62-A:613-19.
11. **Cooney WP 3rd, Linscheid R, Dobyns J.** External pin fixation for unstable Colles' fracture. *J Bone Joint Surg Br.* 1979;61-B:840-5.
12. **Dias JJ, Wray CC, Jones JH.** The radiological deformity of Colles' fractures. *Injury* 1987;18:304-8.
13. **Fernandez Dell'Oca AA, Tepic S, Frigg R, Meisser A, Haas N, Perren SM.** Treating forearm fractures using an internal fixator: a prospective study. *Clin Orthop Relat Res.* 2001; 389:196-205.
14. **Leung F, Tu YK, Chew WY, Chow SP.** Comparison of external and percutaneous pin fixation with plate fixation for intra-articular distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:16-22.
15. **Graff S, Jupiter J.** Fracture of the distal radius: classification of treatment and indications for external fixation. *Injury.* 1994;25 Suppl 4:S-D14-25.
16. **Greating M, Bishop AT.** Intra-focal (Kapanji) pinning of instable fractures of the distal radius. *Orthop Clin North Am* 1993; 24(2):301-7.
17. **Green DP.** Pins and plaster treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57-A:304-10.
18. **Harley BJ, Scharfenberger A, Beaupre LA, Jomha N, Weber DW.** Augmented external fixation versus percutaneous pinning and casting for unstable fractures of the distal radius a prospective randomized trial. *J Hand Surg Am* 2004;29:815-24.
19. **Howard P, Stewart HD, Hind RE, Burke FD.** External fixation or plaster for severely displaced comminuted Colles' fractures?: a prospective study of an anatomical and functional results. *J Bone Joint Surg Br* 1989;71-B:68-73.
20. **Jenkins NH, Mintowt-Czyz WJ.** Mal-union and dysfunction in Colles' fracture. *J Hand Surg Br.* 1988;13:291-3.
21. **Jenkins NH.** The unstable Colles' fracture. *J Hand Surg Br.* 1989;14:149-54.
22. **Jupiter JB.** Fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73-A:461-9.
23. **Kapandji A.** L'osteosynthese par double embrochage intra-foca: Traitement fonctionnel des fractures non articulaires de l'estremeté inférieure du radius. *Ann Chir* 1976;30 (11-12): 903-8.

24. **Kongsholm J, Olerud C.** Plaster cast versus external fixation for unstable intraarticular Colles' fractures. *Clin Orthop* 1989; 241:57-65.
25. **Kreder HJ, Agel J, McKee MD, Schemitsch EH, Stephen D, Hanel DP.** A randomized, controlled trial of distal radius fractures with metaphyseal displacement but without joint incongruity: closed reduction and casting versus closed reduction, spanning external fixation, and optional percutaneous K-wires. *J Orthop Trauma*. 2006; 20:115-21.
26. **Lafontaine M, Hardy D, Delince P.** Stability assessment of distal radius fractures. *Injury* 1989;20:208-10.
27. **Lenoble E, Dumontier C, Goutallier C, Apoil A.** Fracture of the distal radius: a prospective comparison between trans-styloid and Kapandji fixations. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77-B:562-7.
28. **Lozano-Calderón SA, Souer S, Mudgal C, Júpiter JB, Ring D.** Wrist mobilization following volar plate fixation of fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2008; 90:1297-304.
29. **Mah ET, Atkinson RN.** Percutaneous Kirschner wire stabilisation following closed reduction of Colles' fractures. *J Hand Surg Am* 1992; 17:55-62.
30. **McQueen M, Caspers J.** Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? *J Bone Joint Surg Br*. 1988; 70-B:649-51.
31. **McQueen MM, Hajducka C, Court-Brown CM.** Redisplaced unstable fractures of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78-B:404-9.
32. **McQueen MM.** Redisplaced unstable fractures of the distal radius: a randomised prospective study of bridging versus non-bridging external fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80-B:665-9.
33. **O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, Lunt M, Purdie D, Reid DM, Rowe R, Woolf AD, Wallace WA; UK Colles' Fracture Study Group.** Incidence of distal forearm fracture in British men and women. *Osteoporos Int*. 2001;12:555-8.
34. **Orbay JL, Fernandez DL.** Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg Am*. 2004;29:96-102.
35. **Orbay JL, Touhami A.** Current concepts in volar fixed-angle fixation of unstable distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Apr;445:58-67.
36. **Pereira E, Seré I, Miranda D, Arce G, Rodriguez Castells F.** Osteosíntesis con placa bloqueada palma de ángulo fijo en fracturas del radio distal. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2006; 72: 24-31.
37. **Perren SM.** Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84:1093-110.
38. **Rayhack JM.** The history and evolution of percutaneous pinning of displaced distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 1993;24:287-300.
39. **Riis J, Fruensgaard S.** Treatment of unstable Colles' fracture by external fixation. *J Hand Surg Br* 1989;14:145-8.
40. **Ring D, Jupiter JB.** Percutaneous and limited open fixation of fractures of the distal radius. *Clin Orthop* 2000;375:105-15.
41. **Rogachefsky RA, Lipson SR, Applegate B, et al.** Treatment of severely comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius by open reduction and combined internal and external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83-A:509-19.
42. **Rozental TD, Blazar PE, Franko OI, Chacko AT, Earp BE, Day CS.** Functional outcomes for unstable distal radial fractures treated with open reduction and internal fixation or closed reduction and percutaneous fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91:1837-46.
43. **Salem AF.** Tratamiento quirúrgico de las fracturas de muñeca: técnica de Kapandji. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*. 2002; 67:172-6.
44. **Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF.** Colles' fractures. Functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg Am*. 1975;57:311-7.
45. **Shankar NS, Craxford AD.** Comminuted Colles' fracture: a prospective trial of management. *J R Coll Surg Edin* 1992;37: 199-202.
46. **Simic PM, Weiland AJ.** Fractures of the distal aspect of the radius: changes in treatment over the past two decades. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A:552-64.
47. **Solgaard S.** Angle of inclination of the articular surface of the distal radius. *Radiol* 1984;24:346-8.
48. **Solgaard S.** Early displacement of distal radius fracture. *Acta Orthop Scand* 1986;57:229-31.
49. **Stoffelen DV, Broos PL.** Closed reduction versus Kapandji-pinning for extra-articular distal radial fractures. *J Hand Surg Br* 1999; 24:89-91.
50. **Trumble TE, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA.** Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80-A:582-600.

51. **Vaughan A, Spencer M, Harrington IJ, Maistrelli GL.** Treatment of unstable fractures of the distal end radius by external fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67-B:385-9.
52. **Villar RN, Marsh D, Rushton N, Grestorex RA.** Three years after Colles' fracture. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69-B:635-8.
53. **Weber SC, Szabo RM.** Severely comminuted distal radial fracture as an unsolved problem: complications associated with external fixation and pins and plaster techniques. *J Hand Surg Am* 1986; 11:157-65.
54. **Wei DH, Raizman NM, Bottino CJ, Jobin CM, Strauch RJ, Rosenwasser MP.** Unstable distal radial fractures treated with external fixation, a radial column plate, or a volar plate. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1568-77.
55. **Willis AA, Kutsumi K, Zobitz ME, Cooney WP III.** Internal fixation of dorsally displaced fractures of the distal part of the radius. A biomechanical analysis of volar plate fracture stability. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88:2411-7.
56. **Young BT, Rayan GM.** Outcome following nonoperative treatment of displaced distal radius fractures in low-demand patients older than 60 years. *J Hand Surg Am.* 2000;25:19-28.
57. **Young CF, Nanu AM, Checketts RG.** Seven-year outcome following Colles' type distal radial fracture. A comparison of two treatment methods. *J Hand Surg Br.* 2003; 28:422-6.