

Resultados radiológicos obtenidos con la utilización de una placa palmar bloqueada en las fracturas intraarticulares del radio distal en pacientes mayores de 60 años

V.A. ALFIE⁽¹⁾, J.G. BORETTO⁽¹⁾, A.G. DONNDORFF⁽¹⁾, G.L. GALLUCCI⁽²⁾, P. DE CARLI⁽³⁾

INSTITUTO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA «PROF. DR. CARLOS E. OTTOLENGHI». SECTOR CIRUGÍA DEL MIEMBRO SUPERIOR. HOSPITAL ITALIANO DE BUENOS AIRES. ARGENTINA

(1) CIRUJANO DE MANO ASOCIADO

(2) CIRUJANO DE PLANTA

(3) JEFE DE SECCIÓN DE CIRUGÍA DE LA MANO Y MIEMBRO SUPERIOR

Correspondencia:

Dra. Verónica A. Alfie

Potosí 4247

(1199) Buenos Aires. Argentina

e-mail: veronica.alfie@hospitalitaliano.org.ar

Introducción: Las fracturas del extremo distal del radio constituyen una patología frecuente en los pacientes mayores de 60 años. El tratamiento debe lograr la restitución anatómica de los parámetros intra y extraarticulares permitiendo una movilidad precoz, lo cual es difícil de lograr y mantener en estos pacientes osteoporóticos. El objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia de las placas bloqueadas palmares en el mantenimiento de la reducción alcanzada en este grupo de pacientes.

Material y método: Se evaluaron radiológicamente 27 pacientes (69 años edad promedio) con fracturas del grupo C de la clasificación AO. Todos fueron tratados mediante una placa palmar bloqueada de 3.5 mm. La movilidad activa de la articulación se inició entre la segunda y tercera semana del postoperatorio. Se midieron las radiografías preoperatorias, postoperatorias inmediatas, a los tres meses y contralaterales. Se evaluó la restitución de los parámetros radiológicos extraarticulares, la congruencia articular y el mantenimiento de los mismos.

Introduction: Fractures of the distal end of the radius are very common in people older than 60 years. The goals of treatment are the restitution of extra-articular anatomic alignment and articular congruency with early active wrist motion. Treatment of such injuries is often difficult and demanding. An osteoporotic bone and an intra-articular fracture pattern could make this treatment more complicated. The purpose of this paper is to evaluate the usefulness of the volar locking-T-plate in this group of patients.

Materials and Methods: 27 patients with an average of 69 years presented an AO type C distal end of the radius fracture and were treated with a volar locking-T-plate. Between the second and the third postoperative week active exercises were started. Radiographic extra-articular parameters and articular congruency were measured in the preoperative, immediate postoperative, three month postoperative and contralateral radiographs. Maintenance of these parameters were assessed until fracture consolidation.

Resultados: Se logró restituir la anatomía normal del extremo distal del radio en el 89% de los pacientes. Dichos parámetros se mantuvieron hasta la consolidación fracturaria.

Conclusiones: Las placas bloqueadas palmares mantuvieron la reducción lograda hasta la consolidación fracturaria en este grupo de pacientes.

Palabras clave: Fractura del extremo distal del radio, placa palmar, placa bloqueada, osteoporosis.

Results: In 89% patients the anatomy of the distal radius could be restored. These parameters did not loose until the consolidation of the fracture.

Conclusions: The volar locking-T-plate was useful in the treatment of the intraarticular displaced fractures of the end of the radius in these patients.

Key words: distal radius fractures, volar locking, T-plate, osteoporotic bone

Rev. Iberam. Cir. Mano – Vol. 36 • Núm. 1 • Mayo 2008 (42-49)

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del extremo distal del radio constituyen una de las patologías ortopédicas más frecuentes en pacientes mayores de 60 años¹. Habitualmente presentan una marcada conminución metafisaria y afectación articular lo que puede dificultar su tratamiento. Para alcanzar un buen resultado funcional, los objetivos principales del tratamiento son restaurar la anatomía extraarticular del radio distal y la congruencia articular permitiendo al mismo tiempo la movilidad precoz¹⁻¹⁰.

En pacientes mayores de 60 años, la disminución de la densidad ósea metafisaria implica un problema adicional para mantener la reducción lograda hasta la consolidación fracturaria debido a la poca resistencia del hueso metafisario osteoporótico a las fuerzas axiales colapsantes¹¹.

Para el tratamiento de las fracturas intraarticulares desplazadas del radio distal, la reducción abierta y fijación interna con placas es una opción válida. A diferencia de los fijadores externos o de las agujas percutáneas, la fijación interna permite una mejor visualización y manipulación de los fragmentos articulares durante su reducción y una mejor fijación de los mismos^{6, 12, 13}. La introducción de los sistemas de bloqueo de los tornillos a la placa, permiten lograr un soporte del hueso subcondral (usualmente no comprometido por la osteoporosis) para el mantenimiento de la reducción obtenida^{1, 10, 11, 14-18}.

El inicio precoz de la movilización en el postoperatorio favorece la recuperación del rango

de movilidad y la remodelación de la superficie articular^{2, 12, 13}. Con este sistema de osteosíntesis, la movilización podría comenzar precozmente con un bajo riesgo de pérdida de la reducción lograda.

El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad de las placas palmares bloqueadas para fijar la fractura y mantener la reducción obtenida hasta la consolidación en un grupo de pacientes mayores de 60 años con fracturas inestables e intraarticulares del radio distal.

MATERIAL Y MÉTODO

Durante el período comprendido entre enero de 2003 y febrero de 2005 se trataron quirúrgicamente en el Hospital Italiano de Buenos Aires 219 fracturas del extremo distal del radio. Se analizaron aquellos pacientes mayores de 60 años con fractura en el extremo distal del radio del grupo C de la clasificación AO (**Figura 1**) tratados mediante la colocación de una placa en

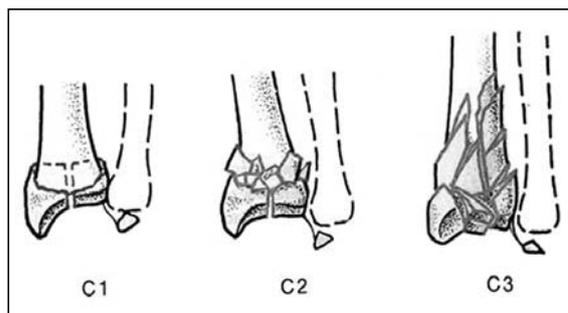


Figura 1. Grupo C de la clasificación AO para extremo distal del radio.

Tabla I - ESCALA DE EVALUACIÓN RADIOLÓGICA*

Angulación Dorsal Final (grados)	Pérdida de Altura del Radio (mm)	Pérdida de Inclinación del Radio (grados)	Valor para Cada Medición
Neutro	< 3	0-4	0
1-10	3-6	5-9	1
11-14	7-11	10-14	2
≥15	≥12	≥15	4

*Basada en la modificación de Sarmiento²⁰ de la escala de Lidström. Un valor se le asigna a cada una de las mediciones. La suma de los valores para la evaluación final corresponde a: 0 excelente; 1 a 3 bueno; 4 a 6 regular; 7 a 12 pobre.

«T» con tornillos de bloqueo para radio distal de 3.5 mm. (Locking Compresión Plate –LCP®. Synthes-Oberdorf, Suiza) (**Figura 2**).

Todas las fracturas fueron tratadas mediante acceso palmar y en ningún caso haber sido utilizado injerto óseo.

El seguimiento mínimo para ser incluido fue de tres meses, tiempo en el cual se estima completa la consolidación de la fractura.

Se estudiaron un total de 27 pacientes, 25 mujeres y 2 hombres. La edad promedio fue 69 años (rango: 60-81). Según la clasificación AO, 6 fracturas fueron C1, 9 C2 y 12 C3. El tiempo promedio entre la fractura y el tratamiento quirúrgico fue de 9 días (rango: 3-23) (**Tabla II**).



Figura 2. A: Radiografía de fractura intraarticular desplazada de extremo distal del radio. B: Radiografía postoperatoria inmediata. C: Radiografía postoperatoria tardía con la restitución de los parámetros extraarticulares y la congruencia articular lograda.

La evaluación radiológica se realizó en las proyecciones de frente, obtenida con el hombro del paciente con 90° de abducción y codo a 90° de flexión, y de perfil, preoperatorias, postope-

Tabla II - POBLACIÓN

Paciente	Edad (Años)	Género	Tiempo preoperatorio (días)	Clasificación AO
1- A.F.	77	F	22	C 3,1
2- A.M.	75	F	11	C 2,2
3- B.M.	61	F	3	C 1,1
4- C.I.	63	F	8	C 1,3
5- C.A.	77	F	8	C 1,3
6- F.C.	61	F	4	C 3,1
7- F.C.	70	F	9	C 2,1
8- F.I.	73	F	7	C 3,2
9- F.N.	81	F	13	C 3,1
10- G.E.	71	F	6	C 3,1
11- G.R.	63	F	7	C 2,1
12- G.E.	63	F	8	C 2,1
13- G.E.	60	F	22	C 1,1
14- G.E.	79	F	7	C 1,1
15- L.L.	70	F	4	C 1,2
16- L.N.	68	F	6	C 1,2
17- P.M.	71	F	23	C 2,3
18- Q.H.	75	M	4	C 3,2
19- R.D.	73	F	8	C 3,1
20- S.J.	60	M	10	C 3,1
21- S.R.	62	F	11	C 3,1
22- T.I.	76	F	5	C 2,1
23- T.I.	60	F	5	C 2,2
24- V.L.	66	F	6	C 2,2
25- V.M.	78	F	7	C 2,1
26- W.C.	70	F	18	C 3,1
27- W.N.	66	F	8	C 3,1
Promedio	69	-	9	-

Tabla III - RESULTADOS RADIOLÓGICOS EXTRAARTICULARES

Paciente	Preoperatorio				Postoperatorio Inmediato				Postoperatorio Alejado				Contralateral			
	AR (mm)	IR (grados)	VC (mm)	IP (grados)	AR (mm)	IR (grados)	VC (mm)	IP (grados)	AR (mm)	IR (grados)	VC (mm)	IP (grados)	AR (grados)	IR (grados)	VC (mm)	IP (grados)
1	7	16	2	-10	13	25	1	10	10	25	1	6	11	21	0	10
2	5	5	8	-30	10	19	-1	15	8	17	1	10	Fracturada			
3	8	20	-2	-16	12	25	-4	13	14	30	-2	5	13	26	0	11
4	3	7	3	-22	8	20	-2	9	7	16	2	10	10	22	0	13
5	7	13	5	-45	11	22	-2	6	11	26	0	8	11	25	-1	16
6	9	12	9	-40	11	18	0	8	9	17	0	6	Fracturada			
7	10	18	-1	16	13	27	0	4	8	18	0	0	Fracturada			
8	8	15	8	12	10	19	3	2	9	14	4	0	8	16	2	0
9	7	16	5	-4	11	23	1	0	9	23	1	-3	11	21	1	5
10	3	6	3	39	11	21	0	14	12	21	2	19	11	21	0	14
11	2	4	5	-43	7	12	0	-5	7	11	2	-10	11	23	2	13
12	7	16	3	-20	9	17	2	7	10	19	1	10	11	23	1	11
13	2	3	3	23	8	19	3	7	10	22	3	3	10	24	0	8
14	8	18	6	30	12	26	0	3	12	26	1	6	12	22	0	10
15	8	19	4	21	9	19	2	9	12	25	4	12	12	28	3	11
16	9	14	4	-29	13	24	2	7	17	32	2	12	13	26	2	6
17	9	21	-3	6	9	19	-5	6	7	16	-4	13	12	29	-3	12
18	16	27	1	33	16	29	-2	15	17	30	-3	18	11	19	1	7
19	10	17	8	-56	10	20	1	-8	9	16	2	-15	13	26	0	9
20	12	18	3	-46	17	29	0	-6	17	35	1	-7	16	27	1	0
21	9	19	4	11	10	22	0	10	12	11	2	8	14	28	2	16
22	7	15	7	-11	10	16	3	10	10	20	2	8	13	27	2	15
23	6	13	0	-29	9	18	-4	4	12	25	-3	3	12	28	-3	13
24	7	12	10	-38	11	23	1	9	11	22	2	8	9	18	1	11
25	5	10	10	5	13	23	2	5	15	11	2.5	0	16	14	1	4
26	7	12	4	-14	12	24	0	8	11	22	0	7	11	23	1	10
27	15	25	4	0	11	25	2	12	10	19	2	8	Fracturada			
Promedio	8	14	4	-9	11	22	0.1	6	11	21	0.9	5	12	23	0.6	9

mm: Milímetros; AR: Altura radial; IR: Inclinación radial; IP: Inclinación palmar (positivo-palmar, negativo-dorsal); VC: Variante Cubital.

ratorias inmediatas, postoperatorias a los tres meses y contralaterales. Consistió en la medición de: altura del radio, inclinación radial, variante cubital, e inclinación palmar de la carilla articular^{4, 19}.

La presencia de escalones o la separación entre los fragmentos articulares sin la presencia de escalón (brechas) se midió en las radiografías preoperatorias, postoperatorias inmediatas y a los tres meses postoperatorios. Se utilizó la escala de Knirk y Jupiter para la presencia de escalones intraarticulares, donde el grado cero comprende escalones entre 0 y 1 mm, grado uno entre 1 y 2 mm, grado tres entre 2 y 3 mm y grado cuatro cuando existe un escalón de más de 3 mm¹³.

Para la evaluación de los parámetros extraarticulares se utilizó la clasificación de Lidström modificada por Sarmiento²⁰ (Tabla I).

Se registró el tiempo de consolidación ósea definido por la presencia de trabéculas óseas a través del trazo fracturario y la ausencia de aflojamiento de la osteosíntesis.

El análisis estadístico de los datos se realizó por medio del test de Student otorgando un valor significativo a un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los valores de las mediciones radiológicas correspondientes a la altura del radio, inclinación radial, variante cubital e inclinación palmar de la carilla articular se exponen en las **Tablas III y V**.

Según la escala de evaluación radiológica de Lidström modificada por Sarmiento²⁰, 16 pacientes tuvieron resultados excelentes, 8 bue-

Tabla IV - RESULTADOS RADIOLOGICOS INTRAARTICULARES

Paciente	Preoperatorio			Postoperatorio Inmediato			Postoperatorio Tardío		
	Escalón (mm)	Brecha (mm)	Grado*	Escalón (mm)	Brecha (mm)	Grado*	Escalón (mm)	Brecha (mm)	Grado*
1	2	0	1	0	0	0	0	0	0
2	2	3	1	0	0	0	0	0	0
3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0
6	2	1	1	1.5	0	1	1.5	0	1
7	2	2	1	0	1	0	0	1	0
8	4	3	3	0	1.5	0	0	1.5	0
9	2	3	1	0	2	0	0	2	0
10	4	3	3	0	0	0	0	0	0
11	2.5	2	2	1	0	0	1	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0
13	1.5	3	1	0	0	0	0	0	0
14	1	2	0	0	0	0	0	0	0
15	1	3	0	0	0	0	0	0	0
16	1	2	0	0	0	0	0	0	0
17	3	2	2	0	0	0	0	0	0
18	1	2	0	0	1	0	0	1	0
19	2.5	4	2	0	1	0	0	1	0
20	0	2	0	0	0	0	0	0	0
21	1	3	0	0	0	0	0	0	0
22	1.5	3	1	1	0	0	1	0	0
23	2	0	1	2	0	1	2	0	1
24	0	2	0	0	1	0	0	1	0
25	1	3	0	0	0	0	0	0	0
26	3	2	2	0	0	0	0	0	0
27	1.5	2	1	0	0	0	0	0	0
Promedio	1.5	2.1	-	0.2	0.3	-	0.1	0.2	-

mm: milímetros; *: Escala de Knirk y Júpiter¹³ para medición de escalón articular

nos, 2 regulares y 1 pobre. Estos valores no se modificaron a lo largo de la evolución hasta la consolidación de la fractura. Los resultados regulares y pobres fueron debidos a la falla en la restitución de la inclinación palmar de la carilla articular desde el postoperatorio inmediato. En ninguno de estos tres pacientes la inclinación dorsal final alcanzó los 20°.

Todos los pacientes presentaron en el preoperatorio brechas o escalones intraarticulares. La

congruencia articular se logró completamente en 17 casos. En los diez casos restantes, los escalones (4 fracturas) no superaron los dos milímetros. La medición de la brecha articular, en los restantes seis casos, tampoco superó ese valor.

Según la escala de Knirk y Júpiter¹³, para la medición del escalón articular, todos los pacientes, con excepción de dos, presentaron un grado 0 postoperatorio que se mantuvo en el tiempo (Tabla IV).

Tabla V - RESULTADOS PROMEDIO

	Preoperatorio	Postoperatorio		Contralateral
		Inmediato	Tardío	
Altura	8 mm	11 mm	11 mm	12 mm
Radial	(2-16)	(7-17)	(7-17)	(8-16)
Inclinación	14°	22°	21°	23°
Radial	(3-27)	(12-29)	(11-35)	(14-29)
Inclinación Palmar	-9° (-56-39)	6° (-8-15)	5° (-15-19)	9° (0-16)
Variante	4 mm	0.1 mm	0.9 mm	0.6 mm
Cubital	(-3-10)	(-5-3)	(-4-4)	(-3-3)
Escalón	1.5 mm	0.2 mm	0.1 mm	0
Articular	(0-4)	(0-2)	(0-1.5)	

 = Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$)

Las diferencias en las mediciones postoperatorias inmediatas y tardías no fueron estadísticamente significativas excepto para la variante cubital. La diferencia de valores entre el postoperatorio alejado y la muñeca contralateral no fue estadísticamente significativa con excepción de la inclinación palmar de la carilla articular (**Tabla V**).

Todos los pacientes consolidaron antes de la doceava semana, con un promedio de 8.6 semanas (rango: 6-11).

DISCUSIÓN

La restitución de los parámetros extraarticulares y la congruencia articular permitiendo una movilidad precoz, son los objetivos principales a lograr en el tratamiento de las fracturas des-

plazadas del radio distal, con el fin de evitar complicaciones posteriores^{2-10,13,19}. Por lo tanto, la dificultad en obtener y mantener los parámetros anatómicos extraarticulares y la congruencia articular por medio de métodos cerrados es una indicación para efectuar la reducción abierta y fijación interna^{2, 3, 5-7, 12, 13, 21, 23}.

La edad avanzada como factor aislado, no ha sido relacionado con la presencia de malos resultados funcionales luego de una fractura intraarticular del radio distal¹⁰. Sin embargo Bradway y Trumble señalan la mayor complejidad que presentan los pacientes mayores de 55 años para lograr y mantener una buena alineación extra e intraarticular con el uso de placas convencionales^{2,8}.

Júpiter y Ring realizan reducción abierta, fijación interna e injerto óseo en 9 casos de fracturas AO C casos con una edad promedio de 68

años. Utilizando la escala de Lidström modificada por Sarmiento, 7 pacientes tuvieron resultado excelente y 2 bueno. Reconociendo la dificultad en lograr la estabilización de estas fracturas en pacientes mayores de 60 años^{11, 20}.

La introducción de la fijación de los tornillos a la placa, en el caso de las placas diseñadas para el radio distal, permitió su empleo en huesos osteoporóticos. Las cargas axiales se transmitirían desde los tornillos subcondrales hacia la placa y a través de ésta hacia el hueso proximal diafisario a modo de puente, protegiendo el área de conminución metafisaria de las fuerzas colapsantes. De este modo puede evitarse la colocación de injerto óseo en el foco de fractura^{1, 10, 11, 14-18}. Se han realizado diferentes estudios biomecánicos en modelos cadavéricos de fracturas intraarticulares del radio distal donde los sistemas bloqueados demostraron brindar una mayor estabilidad y menor pérdida de reducción en comparación con las placas convencionales, tanto dorsales como palmares^{15, 22-26}.

En el presente trabajo se han empleado placas de 3.5 mm para radio distal con tornillos bloqueados tanto diafisarios como metafisarios. Se dispone también de otros modelos de osteosíntesis con tornillos y/o pernos metafisarios de menor diámetro (2.7 mm, 2.4 mm) como los utilizados por Constantine et al.¹⁴, Drobetz y Kutrscha-Lissberg²⁷, y Wright et al.¹⁰.

El uso de estas placas por vía palmar en fracturas del radio distal fue reportado por Orbay y Fernández en el año 2000. En 31 casos de fracturas con desviación dorsal, 14 eran intraarticulares (edad promedio 54 años). La inclinación palmar postoperatoria alcanzada fue de 5°, inclinación radial de 21°, acortamiento radial de 1mm, con congruencia articular en todos los pacientes¹⁷. Kamano et al. tratan 34 pacientes (edad promedio 54 años) con 24 fracturas AO C con una placa palmar bloqueada de 3.5 mm. La altura del radio final promedio fue de 12 mm, 24° de inclinación radial, 9° de inclinación palmar y 1 mm de varianza cubital¹⁶.

Constantine et al. utilizan una placa bloqueada de 2.7 mm por vía palmar en 20 pacientes con una edad promedio de 41 años. Diez y seis de las 20 fracturas eran AO C. Los parámetros radiológicos postoperatorios fueron: 12 mm de altura radial, 23° de inclinación radial y 0°

de inclinación palmar. No reportan parámetros intraarticulares¹⁴. Drobetz y Wright reportan resultados similares^{10, 27}.

Orbay y Fernandez reportan nuevamente el empleo de una placa bloqueada palmar pero en pacientes de mayor edad. Se trata de 24 fracturas del extremo distal del radio, 7 intraarticulares, con una edad promedio de 78 años (rango: 75-94). En todos los casos, la reducción alcanzada en el postoperatorio inmediato se mantuvo hasta la consolidación final con buena congruencia articular¹.

En nuestra serie, la reducción alcanzada fue entre excelente y buena en el 89% de los casos y se mantuvo hasta la consolidación fracturaria pese a tratarse de pacientes osteoporóticos con un patrón inestable e intraarticular, sin el agregado de injerto óseo e iniciando la movilidad articular precozmente.

La diferencia en los valores postoperatorios inmediatos con los tardíos no fue estadísticamente significativa excepto para la variante cubital. Creemos que en algunos pacientes hemos realizado una hipercorrección de este parámetro. El valor de la varianza cubital aumentó de 0.1 mm a 0.9 mm, sin embargo, el valor final logrado no fue estadísticamente significativo al compararlo con la muñeca contralateral.

Con respecto a la diferencia estadísticamente significativa encontrada en la inclinación palmar de la carilla articular entre la muñeca operada y la contralateral, la misma se debió probablemente a un error técnico. En tres pacientes la reducción inicial postoperatoria no fue satisfactoria (8°, 6° y 5° hacia el dorso), sin embargo estos valores no empeoraron significativamente hasta la consolidación de la fractura. Si excluyéramos a estos pacientes del análisis estadístico, la inclinación final alcanzada sería de 7° y la diferencia con el valor contralateral sería estadísticamente no significativa.

Si bien se trata de un estudio radiológico, a los fines del mantenimiento de la reducción alcanzada hasta alcanzar la consolidación, las placas palmares bloqueadas han resultado efectivas en este grupo de fracturas intraarticulares de radio distal en pacientes osteoporóticos. Brindaron una fijación estable que permitió iniciar una movilización precoz de la articulación sin perder la reducción obtenida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Orbay JL, Fernández DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg Am*, 2004; 29: 96-102.
2. Bradway JK, Amadio P, Cooney WP. Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am*, 1989; 71: 839-47.
3. Carter PR, Frederick HA, Laseater GF. Open reduction and internal fixation of unstable distal radius plate with low-profile plate: A multicenter study of 73 fractures. *J Hand Surg Am*, 1998; 23: 300-7.
4. Fernández DL, Jupiter JB. *Fractures of the distal radius*. Springer: New York, 1995.
5. Fitoussi F, Ip WY, Chow SP. Treatment of displaced intra-articular fractures of the distal end of the radius with plates. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79: 1303-12.
6. Hove LM, Nilsen PT, Furnes O, et al. Open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the distal radius. 31 patients followed for 3-7 years. *Acta Orthop Scand*, 1997; 68: 59-63.
7. Simic PM, Weiland AJ. Fractures of the distal aspect of the radius: changes in the treatment over the past two decades. *J Bone Joint Surg Am*, 2003; 85: 552-64.
8. Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, et al. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. *Instr Course Lect*, 1999; 48: 465-80.
9. Trumble TE, Schmitt SR. Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am*, 1994; 19: 325-40.
10. Wright TW, Horodyski M, Smith DW. Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle plate versus external fixation. *J Hand Surg Am*, 2005; 30: 289-99.
11. Jupiter JB, Ring D, Weitzel PP. Surgical treatment of redisplaced fractures of the distal radius in patients older than 60 years. *J Hand Surg Am*, 2002; 27: 714-23.
12. Jakob M, Rikli DA, Regazzoni P. Fractures of the distal radius treated by internal fixation and early function. *J Bone Joint Surg Br*, 2000; 82: 340-4.
13. Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am*, 1986; 68: 647-59.
14. Constantine K, Clawson M, Stern P. Volar neutralization plate fixation of dorsally displaced distal radius fractures. *Orthopedics*, 2002; 25: 125-8.
15. Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, et al. Biomechanics of locking screw plate system. *Int Orthop*, 2003; 27: 1-6.
16. Kamano M, Honda Y, Kazuki K, et al. Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. *Clin Orthop*, 2002; 397: 403-8.
17. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: A preliminary report. *J Hand Surg Am*, 2002; 27: 205-15.
18. Smith DW, Henry MH. Volar fixed-angle plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*, 2005; 13: 28-36.
19. Graham TJ. Surgical correction of malunited fractures of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*, 1997; 5: 270-81.
20. Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, et al. Colle's fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 1975; 57: 311-7.
21. Nana AD, Joshi A, Lichtman D. Plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*, 2005; 13: 159-71.
22. Liporace F, Gupta S, Jeong G., et al. A biomechanical comparison of a dorsal 3.5mm T-plate and volar fixed-angle plate in a model of dorsally unstable distal radius fracture. *J Orthop Trauma*, 2005; 19: 187-91.
23. Leung F, Zhu H, Ho W, Lu W., et al. Palmar plate fixation of AO type C2 fracture of distal radius using a locking compression plate. A biomechanical study in a cadaveric model. *J Hand Surg Br*, 2003; 22: 263-6.
24. Osada D, Viegas SF, Shah MA, et al. Comparison of different distal radius dorsal and volar fracture fixation plates: A biomechanical study. *J Hand Surg Am*, 2003; 28: 94-104.
25. Osada D, Fujita S, Tamai K, Iwamoto A, et al. Biomechanics in uniaxial compression of three distal radius volar plates. *J Hand Surg Am*, 2004; 29: 446-51.
26. Trease C, McLff T, Toby B. Locking versus nonlocking T-plates for dorsal and volar fixation of dorsally comminuted distal radius fractures: A biomechanical study. *J Hand Surg Am*, 2005; 30: 756-63.
27. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E. Osteosynthesis of distal radius fractures with a volar locked plates and screws. *J Orthop Trauma*, 2004; 18: 488-93.