

Artículo original

Aumento de la estabilidad en la osteosíntesis de húmero distal osteoporótico con implantes convencionales

Ramos-Maza E,* García-Estrada F,** Chávez-Covarrubias G,*** Alcázar D****

Hospital General Regional No. 2 con UMAA, Instituto Mexicano del Seguro Social

RESUMEN. El tratamiento de elección de las fracturas del húmero distal ha demostrado ser el quirúrgico para obtener los mejores resultados; sin embargo, implican un alto grado de complejidad, por lo que existen malos resultados. *Objetivo:* ¿Es posible mejorar la estabilidad de la osteosíntesis para las fracturas del húmero distal osteoporótico con placas convencionales unidas entre sí con un tornillo de 4.5 mm de diámetro? *Material y métodos:* En el Hospital de Urgencias Traumatológicas del IMSS, en ocho meses se operó un total de seis pacientes femeninos con fracturas de húmero distal. *Técnica:* Una placa de 1/3 de tubo lateral se fija a una de reconstrucción de 3.5 mm medial mediante un tornillo de cortical de 4.5 mm dirigido desde lateral a medial. *Evaluación:* Se utilizó la escala de Mayo para Función del Codo. *Resultados:* Con un promedio de seguimiento de 23.3 meses, tres codos derechos y tres izquierdos de mujeres con promedio de edad de 78.83 años, se obtuvieron tres excelentes resultados, uno bueno y dos regulares, ninguno malo. *Conclusiones:* Si es posible obtener estabilidad adecuada con implantes convencionales, logrando buenos resultados.

Palabras clave: fractura, húmero, estabilidad, osteosíntesis.

ABSTRACT. Surgery has proven to be the treatment of choice for distal humerus fractures if one wants to obtain the best results. However, this involves a high degree of complexity and therefore there are poor results. *Objective:* Is it possible to improve the stability of osteosynthesis for osteoporotic distal humerus fractures using standard plates placed together using a screw 4.5 mm in diameter? *Material and methods:* In an eight-month period a total of six female patients with distal humerus fractures underwent surgery at IMSS Trauma Emergencies Hospital. *Technique:* A 1/3 tubular lateral plate was fixed to a reconstruction plate 3.5 mm medially using a 4.5 mm cortical screw going from lateral to medial. *Assessment:* The Mayo Scale was used to assess the elbow. *Results:* Mean follow-up was 23.3 months; three right and three left elbows were operated; mean age of females was 78.83 years; three excellent, one good and two fair results were reported, and no poor results. *Conclusions:* It is possible to achieve adequate stability with standard implants; good results are obtained.

Key words: fracture, humerus, stability, osteosynthesis.

Nivel de evidencia: III

* Coordinador Médico, Hospital General Regional No. 2 con UMAA, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

** Asesor de la Dirección, Hospital General Regional No. 2 con UMAA, IMSS.

*** Jefe del Servicio de Urgencias, Hospital General Regional No. 2 con UMAA, IMSS.

**** Traumatólogo Ortopedista privado.

Dirección para correspondencia:

Edgardo Ramos Maza

Hospital General Regional No. 2 con UMAA, IMSS, México, D. F.

Teléfono: 521 55 56643800

E-mail: bastian@gmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Introducción

Las fracturas que involucran el segmento distal del húmero representan un gran reto para el cirujano ortopedista y aunque se ha descrito que representan 2% de las fracturas en general y una tercera parte de las correspondientes al húmero, en la actualidad existen series que reportan un incremento en la incidencia, principalmente en paciente femeninos de 60 años y más, lo que representa una mayor dificultad de tratamiento, debido a la osteoporosis.^{1,2,3} El riesgo de disfunción del codo es alto si se trata de manera conservadora; sin embargo, una osteosíntesis verdaderamente estable puede ser técnicamente muy difícil de lograr, debido a la gran complejidad de la configuración de las fracturas, de la calidad ósea y de la forma caprichosa con elementos muy pequeños en el húmero distal. A pesar de esto, actualmente es generalmente aceptado que los mejores resultados en el tratamiento de las fracturas del húmero distal se logran mediante la reducción quirúrgica y la fijación interna, bajo los principios de tratamiento de fracturas metafisarias y articulares, con una restauración anatómica articular y de los ejes fisiológicos, además de la fijación estable para una movilización temprana.^{2,4,5,6,7,8}

Tomando en cuenta la literatura actual, la configuración ortogonal realizando fijación del extremo distal del húmero mediante 2 placas, colocadas a 90° una con respecto a la otra, ha demostrado ser el estándar de oro, sobre todo al ser comparado este método contra otros.⁸ Una mejor estabilidad con mejor comportamiento biomecánico ha sido descrita mediante la utilización de placas anatómicamente diseñadas para el segmento distal del húmero, que además ofrecen estabilidad angular al ser placas bloqueadas; sin embargo son placas de costo elevado, que no pueden ser utilizadas en algunos países en desarrollo.^{2,3} O'Driscoll propone el uso de placas paralelas en las superficies lateral y medial del húmero, con la recomendación de colocar al menos 3 tornillos distales de cada lado, engarzando las roscas de los tornillos en lo posible, para mejorar la estabilidad.¹ Las placas para lograr este objetivo son de diseño especial, de lo contrario sería imposible la colocación de 3 tornillos distales, además de que en caso de tratarse de fracturas con trazos muy distales, sería imposible la colocación de los 3 tornillos mencionados.^{8,9}

A pesar de lograr un resultado satisfactorio con los diferentes métodos de fijación, se presentan desanclajes de la osteosíntesis como consecuencia del breve espacio entre fragmentos por la fragilidad del hueso, por su conformación, además de la mala calidad por osteoporosis.

El objetivo primordial de este estudio es demostrar que al modificar la técnica tradicional en el uso de implantes convencionales, es posible lograr una fijación suficiente y adecuada del o de los fragmentos del húmero distal, a pesar de lo bajo del trazo y la multifragmentación o el grado de osteoporosis, sin representar esto un aumento en el costo que se requeriría con implantes de nueva generación, ya sean las placas rectas de compresión y bloqueo (LCP,

por sus siglas en inglés) o las placas distales para húmero (DHP) —esta última excede 10 veces el costo de implantes convencionales—, logrando obtener buenos resultados de consolidación y funcionales en pacientes con este tipo de fracturas.^{3,9,10,11}

Material y método

En el Hospital de Urgencias Traumatológicas del Instituto Mexicano del Seguro Social, «Dr. José Manuel Ortega Domínguez», se operaron 6 pacientes entre Febrero y Septiembre de 2005, todos fueron femeninos con fracturas del extremo distal del húmero, con falta de continuidad entre diáfisis y metáfisis, es decir, fracturas supracondíleas correspondientes a las 13 A de la clasificación AO y fracturas supraintercondíleas correspondientes a las tipo 13 C de la clasificación AO (*Figura 1*). Los pacientes fueron evaluados mediante el Índice Mayo para evaluación funcional del codo (*Tabla 1*), con la que se evalúa dolor, movilidad, estabilidad y función del codo (*Tabla 2*), a esta evaluación le fueron agregados los puntos de alteración neurológica, tanto ulnar como radial, y dolor sobre la cabeza del tornillo 4.5, por considerarse de mayor tamaño a los implantes utilizados en esta región anatómica; aunque estos puntos no se tomaron en cuenta para la calificación, sólo como datos de interés exclusivos de la técnica.

El procedimiento para la realización de esta cirugía es exactamente igual que el de cualquier técnica abierta para reducir y fijar el húmero distal en cuanto a acceso quirúrgico, osteotomía de olécranon en V, disección adecuada; es importantísima la ventralización del nervio ulnar, localizándolo 5 cm proximal y medial al olécranon. Se realiza la reducción y fijación provisional con clavillos de Kirschner, de preferencia colocándolos lo más ventral posible, ya que las placas ocupan el sitio más dorsal del húmero distal. Se colocan las placas que fueron amoldadas por lo menos un día antes de la cirugía basándose en modelos plásticos o de cadáver y en las radiografías mediante planificación en el lado sano (*Figura 2*), de la siguiente manera: se presenta la placa medial de reconstrucción de 3.5 mm y se marca el sitio exacto del orificio distal, se practica una perforación con broca de 2.5 mm, de medial a lateral, a través del orificio y paralelo a la articulación. Se retira la placa y se amplía la perforación con broca de 4.5 mm, lo que constituye un orificio de deslizamiento (*Figura 3*). Se realiza una medición de la profundidad, agregando 4 a 6 mm al resultado. Se coloca la placa de 1/3 de tubo lateral, se introduce el tornillo determinado a través del último orificio de la placa y del hueso, el cual se rosca al orificio distal de la placa medial de reconstrucción de 3.5 mm. Se realiza compresión cuidadosa para evitar impactación y deformidad metaepifisaria (*Figura 4*). Se coloca el resto de los tornillos de 4.0 mm para metáfisis y 3.5 mm para diáfisis, intentando dirigir 2 distales hacia el tornillo de 4.5 mm, los cuales actúan como antirrotacionales. Los tornillos diafisarios se dirigen hacia ventral o dorsal, de acuerdo a la facilidad y para evitar chocar con-

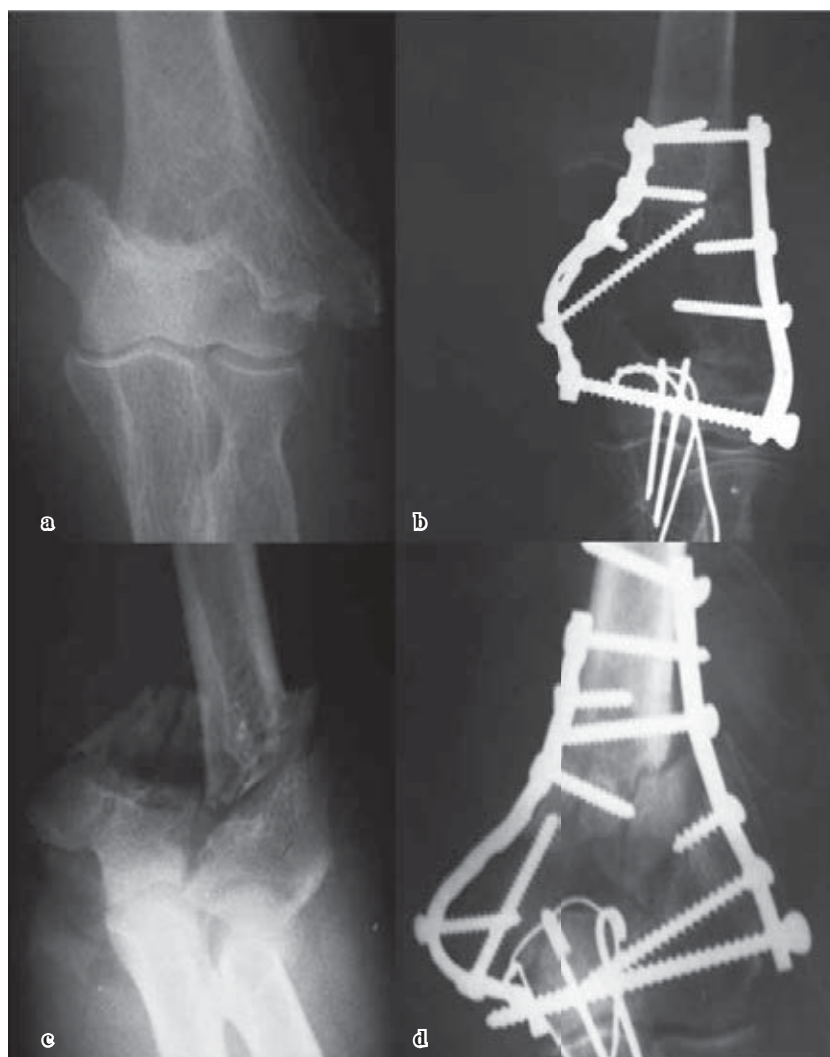


Figura 1.

a) Fractura tipo 13 A 3. b) Postoperatorio. c) Fractura tipo 13 C 2. d) Postoperatorio.

Tabla 1. Índice Mayo para evaluación funcional del codo.

Dolor (máximo 45 puntos)	Puntos	Resultados
Sin dolor	45	
Dolor moderado	30	
Dolor importante	0	
Movilidad (máximo 20 puntos)		
> 100°	20	
50 a 100°	15	
< 50°	5	
Estabilidad (máximo 10 puntos)		
Estable	10	
Inestabilidad moderada	5	
Inestabilidad franca	0	
Función (máximo 25 puntos)		
Habilitado para peinarse	5	
Habilitado para alimentarse	5	
Habilitado para aseo personal	5	
Habilitado para ponerse la camisa	5	
Habilitado para ponerse los zapatos	5	
Total	100	

tra la placa del lado opuesto. Es importante vigilar que no se introduzca el nervio radial debajo de la placa lateral al momento de su colocación. Se reduce y fija la osteotomía del olécranon de la manera habitual y se sutura por planos, dejando drenaje de redón de 1/8.

Se recomienda vendaje almohadillado tipo Jones y los cuidados postoperatorios son los generales, iniciando movilización precoz al día siguiente de la cirugía. En ninguno de los pacientes se utilizó injerto óseo.

Resultados

Los 6 pacientes fueron de sexo femenino, con un promedio de edad de 78.83 años; la paciente más joven era de 54 y la mayor de 85 años. Dos pacientes presentaban fracturas tipo 13 A 2.3, una fue 13 A 3.2, una 13 C 2.1, otra expuesta grado III A de Gustilo y tipo 13 C 2.2, la última fue tipo 13 C 3.2. De las 6 pacientes, 3 se fracturaron el lado derecho y 3 el izquierdo, 4 fueron operadas en decúbito lateral y 2 en prono; sólo se utilizó torniquete neumático en 2 de las pacientes.

Los resultados de reducción se consideraron correctos en todas las pacientes; sin embargo, en 2 de ellas se perdió parcialmente el ángulo de flexión de 15°, lo que no afectó en la función final, ya que ambas obtuvieron excelente calificación.

En 5 pacientes las fracturas consolidaron de manera adecuada desde el punto de vista radiográfico; la otra paciente presentaba una imagen sugestiva de falta de consolidación de la columna medial, la cual se descartó, ya que tuvo que ser reintervenida por fractura proximal a las placas que requirió la osteosíntesis con

el mismo método pero con placas más largas. Esta misma paciente, que contaba con 85 años de edad, artritis reumatoide, además de que su fractura no era reciente al momento de la intervención (la paciente refería 2 días de evolución pero se encontró callo óseo perilesional), presentó una fractura tipo 13 A 3.2 extremadamente baja del lado radial; a los 6 meses de evolución postoperatoria sufrió nueva caída fracturándose justo al nivel proximal de las placas y requirió la reintervención mencionada (*Figuras 5 y 6*).

El promedio de seguimiento de las pacientes fue de 23.33 meses, con un máximo de seguimiento de 36 meses y un mínimo de 9 meses, esto último debido a que la última paciente mencionada falleció a este tiempo después de su cirugía, por causas independientes de la fractura del codo. Ésta fue la paciente con la peor calificación en el Índice de Mayo con 55 puntos; probablemente le faltó tiempo para su recuperación funcional.

Ningún paciente se quejó de dolor espontáneo alrededor de la cabeza del tornillo de 4.5 mm y sólo dos presentaban

Tabla 2. Determinación del resultado de acuerdo con el Índice Mayo.

Puntos
Excelente (90 a 100 puntos)
Bueno (70 a 89 puntos)
Regular (50 a 69 puntos)
Malo (< 50 puntos)



Figura 2.

Planificación preoperatoria con amoldado de las placas el día anterior de la cirugía.

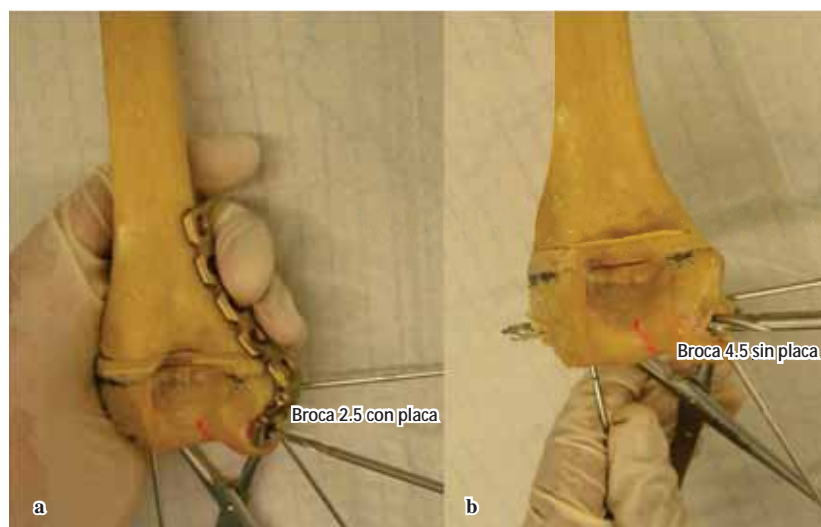


Figura 3.

a) Perforación inicial medial a través del último orificio de la placa de reconstrucción, con broca 2.5 mm. **b)** Perforación con broca de 4.5 mm retirando la placa para evitar deformar el último orificio.

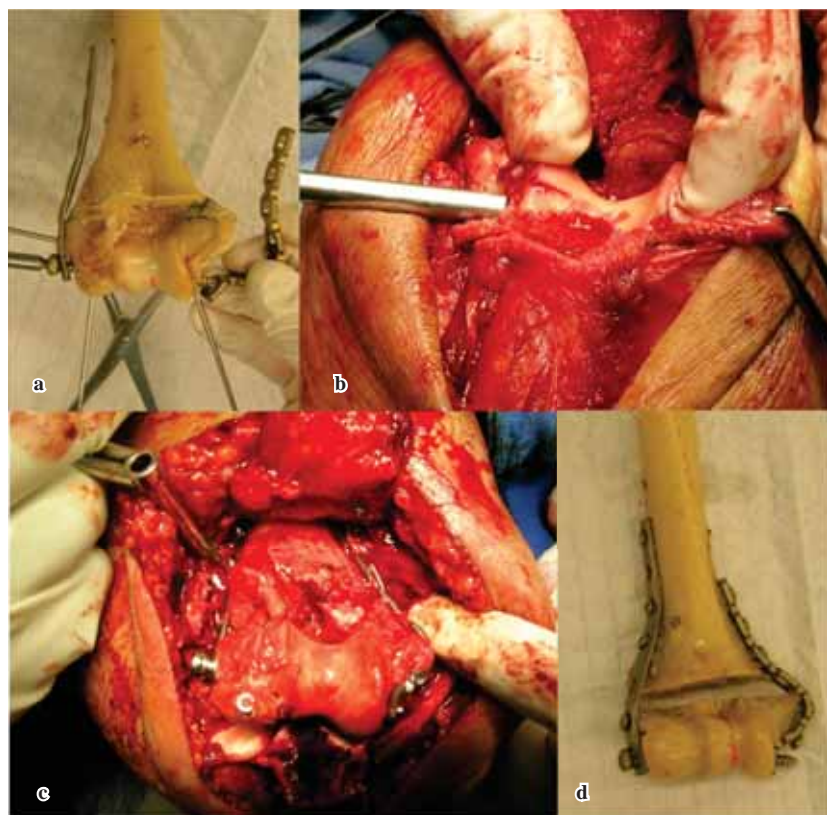


Figura 4.

a) Colocación del tornillo de 4.5 mm, de lateral a medial, engarzando el orificio de la placa de reconstrucción. b) Apretado del tornillo, con precaución para no hipercomprimir. c) Resultado clínico final. d) Resultado final en ensayo de laboratorio para pruebas biomecánicas.

dolor ligero a la digitopresión, lo cual descubrieron con la valoración, ya que no presentaban dolor en sus actividades cotidianas (Tabla 3).

La paciente con fractura expuesta presentó disestesias del lado cubital en el postoperatorio inmediato, las cuales cedieron espontáneamente a los 2 meses; sin embargo, 15 meses después reinició con disestesias que requirieron neurólisis y retiro de implantes a los 19 meses, descubriendo que el nervio había vuelto a su posición original y presentaba adherencias y ligera equimosis como consecuencia de que al mejorar la flexión del codo, aumentaba la tracción a la cual lo sometía la placa medial. Se resolvió el problema neurológico 100% y a partir de esa fecha la ventralización del nervio ulnar es asegurada mediante una jareta, suturando el tejido subcutáneo hacia la epitroclea o incluso a través de un orificio de la placa, para evitar que el nervio vuelva a su posición dorsal.

En ningún paciente se presentaron alteraciones neurológicas del radial; no se presentaron infecciones ni falta de consolidación. Existió dificultad en 2 pacientes para conservar el ángulo de flexión, a consecuencia de la colocación de los clavillos Kirschner para fijación provisional, en la porción dorsal del húmero y al colocar las placas ventrales a los clavillos, esto provocó la disminución del ángulo mencionado, lo cual no impactó en el resultado funcional de estas dos pacientes, ya que ambas calificaron con 100.

Discusión

La estabilidad en la osteosíntesis del húmero distal, aun en fracturas extremadamente distales y con fragmentación supracondílea, además de algunas intrarticulares, puede ser suficiente y adecuada utilizando este método, en el entendido de que el mejor resultado funcional en el tratamiento de estas fracturas siempre será mediante reducción abierta y fijación interna, como ha sido demostrado por O'Driscoll en su trabajo con placas paralelas,¹² por Srinivasan en el estudio realizado en pacientes de edad avanzada,⁴ Pajarinen en su seguimiento por 2 años de pacientes con fracturas tipo C,⁵ Jesse Jupiter en el capítulo de fracturas de húmero en el adulto, del libro *El Codo y sus Alteraciones*;¹³ además de haber sido demostrado por Robinson en su estudio epidemiológico y resultados de tratamiento en las fracturas de metáfisis distal del húmero, en donde concluye que el tratamiento ideal es la fijación estable, excepto en fracturas tipo A, muy bajas, y en algunas tipo C, ya que presentan alto riesgo de problemas en la consolidación en 5.8%.⁷ Se comenta además que es muy difícil lograr una reconstrucción anatómica y fijación estable que permitan una rehabilitación temprana, debido a la complejidad de las fracturas, de la conformación anatómica del húmero distal y a la pobre posibilidad de estabilización en caso de osteoporosis.^{1,2,4,5,6,7,8,10,12,13,14,15}

Aunque existen diferentes maneras de evaluar los resultados finales del tratamiento de estas fracturas, algunas series reportan buenos resultados si se obtiene adecuada

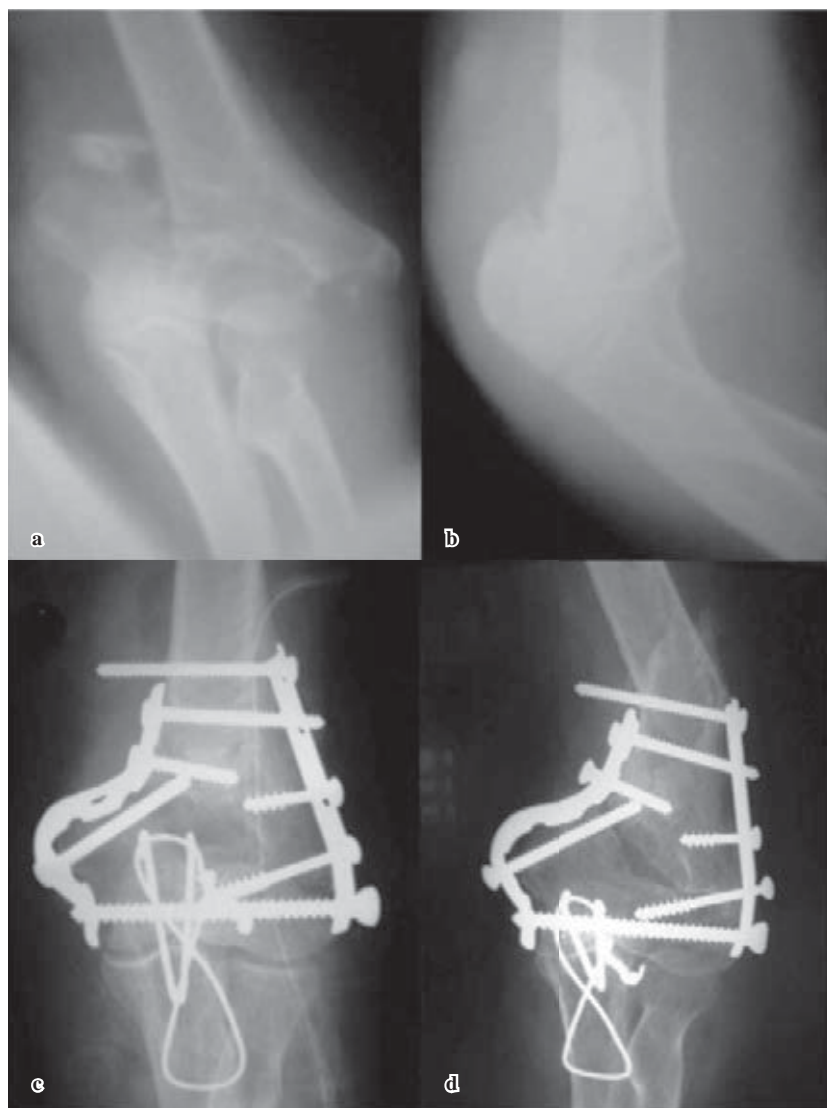


Figura 5.

Fractura supracondílea muy distal 13 A 3 con reducción y osteosíntesis en paciente de 85 años, con artritis reumatoide. **a)** Proyección anteroposterior. **b)** Proyección lateral. **c)** Control a los 4 meses de evolución. **d)** Fractura proximal a las placas por nueva caída al plano de sustentación.

pronación y supinación, otros se basan más en la flexión y extensión, mientras que otros se refieren más a la presencia o ausencia de dolor; sin embargo, es importante evaluar el conjunto de todos los parámetros y sobre todo, como lo hace el Índice Mayo, la capacidad de independencia sin dolor de cada paciente en el postoperatorio a mediano y largo plazo.^{1,2,4,5,7,10,15,16}

Aunque en ninguno de los artículos referidos se hace mención a un programa agresivo y adecuado de rehabilitación, se encontró que en los pacientes de este estudio fue necesaria la explicación detallada y por escrito de los ejercicios a realizar; de lo contrario el paciente no realizaba adecuadamente los ejercicios para lograr una recuperación funcional; detectando además que el médico no enfatiza en su realización, considerándolo de poca importancia; sin embargo, una vez realizada la cirugía de manera apropiada y con resultado satisfactorio, los ejercicios realizados por el paciente significan el máximo porcentaje requerido para una adecuada recuperación funcional y autosuficiencia.

Es importante hacer notar que en el presente estudio no se encontró, en los controles radiográficos, evidencia alguna de necrosis avascular como consecuencia de la compresión bilateral a la que se somete el segmento óseo, como muchas personas podrían argumentar.

La complicación de lesión del nervio ulnar está reportada en otras series con una frecuencia de 2.5 %;⁷ en el presente estudio la paciente que presentó dicha lesión mostró una recuperación completa de la función sensitiva y nunca existió deficiencia motora.

Se ha mencionado la necesidad de la utilización y la creación de implantes más resistentes, específicamente se ha condenado a la placa tercio tubular por ser muy débil, con lo que estamos parcialmente de acuerdo, ya que esta placa presenta cierta debilidad si es sometida a flexión en el eje «x-z» (hacia su concavidad y convexidad) y en el «r-s» (en torsión); sin embargo, si es solicitada en flexión en el eje «p-q» (hacia los bordes longitudinales), presenta mayor resistencia y, de acuer-



Figura 6.

Postoperatorio de la segunda intervención de la paciente de la figura 5. **a)** Proyección anteroposterior. **b)** Proyección lateral. **c)** Resultado funcional a 3 meses de la segunda intervención.

Tabla 3. Pacientes y resultados.

Paciente	Edad	Clasificación	Seguimiento	Calificación	Resultados	Comentarios
GVP *	85	13 A 3.2	24 meses	100	Excelente	Artritis reumatoide
VVF	85	13 A 2.3	31 meses	100	Excelente	
SSA	70	13 C 2.2	36 meses	100	Excelente	Exp. G III A
GGG	80	13 A 2,3	09 meses	55	Regular	Falleció a los 9 meses
SMA	63	13 C 3.2	20 meses	65	Regular	
FPC	54	13 C 2.1	20 meses	80	Bueno	Artritis reumatoide
Promedio	78.83		23.33 meses	83.33	Bueno	

* Fractura proximal a los implantes; fue reoperada.

do a este montaje, es precisamente como se solicita esta placa; no ha existido fatiga de este implante hasta el momento actual, en el cual llevamos 25 pacientes que no están incluidos en este estudio pero que han sido tratados mediante esta técnica.¹⁷

No existe ninguna duda respecto a las grandes ventajas que ofrecen las placas bloqueadas (LCP o *locking*

compression plate), es decir, placas que condicionan estabilidad angular al roscarse la cabeza del tornillo en sus orificios, existiendo evidencia documental de un superior comportamiento biomecánico de las placas rectas bloqueadas que de las de reconstrucción estándar y mucho mayor que las denominadas DHP (*distal humeral plate* o placa para húmero distal), que son placas anatómicas,

diseñadas exclusivamente para este segmento corporal, con grandes ventajas de fijación sobre las demás.

Cabe mencionar que en Junio de 2008, el autor de este artículo acudió a Davos, Suiza, a realizar, en conjunto con el equipo multidisciplinario del Centro de Investigación de AO, un estudio biomecánico comparativo en 18 especímenes de cadáver de pacientes ancianos, en los cuales se simuló una fractura 13 C 2.1, es decir, supracondílea multifragmentada con trazo intercondíleo simple, de los cuales 9 especímenes se fijaron con placas LCP rectas de reconstrucción, colocadas a 90°, los otros 9 especímenes con la técnica propuesta en este trabajo. Se obtuvieron mejores resultados con la técnica que se propone en el presente artículo que con la osteosíntesis con LCP;¹⁸ por lo tanto, utilizando placas convencionales con una mínima modificación, que prácticamente no implica mayor gasto, podemos obtener un mejor comportamiento biomecánico para lograr una rehabilitación temprana sin menoscabo de la consolidación ósea.

Es bueno saber, además, que la técnica aquí descrita ha sido llevada a cabo de manera exitosa por otros 4 cirujanos, los cuales no han tenido complicaciones importantes; los resultados siguen siendo alentadores, sobre todo en fracturas complejas, esto significa que puede ser reproducida por otros ortopedistas.

Bibliografía

1. Anglen J: Distal Humeral Fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13(5): 291-7.
2. Korner J, Lill H, Müller LP, Rommens PM, Schneider E, Linke B: The LCP-concept in the operative treatment of distal humerus fractures – biological, biomechanical and surgical aspects. *Injury* 2003; 34(2): 20-30.
3. Korner J, Diderichs G, Arzendorf M, Lill H, Josten Ch, Schneider E, Linke B: A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates. *J Orthopaedic Trauma* 2004; 18(5): 286-93.
4. Srinivasan K, Agarwal M, Matthews SJ, Giannoudis PV: Fractures of the Distal Humerus in the Elderly: Is Internal Fixation the Treatment of Choice? *Clin Orthop Rel* 2005; 434: 222-30.
5. Pajarinen J, Björkenheim JM: Operative treatment of type c intercondylar fractures of the distal humerus: Results after a mean follow-up of 2 years in a series of 18 patients. *J Shoul Elbow Surg* 2002; 11(1): 48-52.
6. Hahn D: Current principles of treatment in the clinical practice of articular fractures. *Clin Orthop Rel Res* 2004; 423: 27-32.
7. Robinson CM, Hill RM, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM: Adult distal humeral metaphyseal fractures: Epidemiology and results of treatment. *J Orthopaedic Trauma* 2002; 17(1): 38-47.
8. Ring D, Jupiter J: Fractures of the distal humerus. *Orthop Clin North Am* 2000; 17(1): 38-47.
9. Schuster I, Korner J, Arzendorf Z, Schwieger K, Diederichs G, Linke B: Different 90-degree double-plate osteosyntheses for simulated C-2 type distal humerus fracture with varying bone densities. *J Orthop Traum* 2008; 22(2): 113-20.
10. Schemitsch EH, Tenser AF, Genley MD: Biomechanical evaluation of methods of internal fixation of distal humerus. *J Orthop Trauma* 1994; 8: 468-75.
11. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J: The comprehensive classification of fractures of long bones. New York: Springer Verlag; 1990.
12. Shawn W: O'Driscoll MD: Optimizing Stability in Distal Humeral Fracture Fixation. *J Shoul Elbow Surg* 2005; 14(1): 5186-94.
13. Jupiter JB, Morrey BF: Fractures of the distal humerus in the adult. In: Morrey BF, editor. *The Elbow and its Disorders*. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1993: 328-66.
14. Rose SH, Melton LJ, Morrey BF, et al: Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop* 1982; 168: 24-30.
15. Morrey BF, A KN, Chao EYS: Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF, editor. *The elbow and its disorders*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1993: 86-97.
16. Jakobson SR, Glisson RR, Urbaniac Jr: Comparison of distal humerus fracture fixation: a biomechanical study. *J South Orthop Ass* 1997; 6: 241-9.
17. Müller M, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H: *Manual of Internal Fixation*. 3rd ed. Germany: Springer-Verlag; 1992: 206-207.
18. Windolf M, Ramos E, Gueorguiev B, Braunstein V, Schwieger K: Treatment of distal humeral fractures using conventional implants. Biomechanical evaluation of a new implant configuration. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010; 11: 172.