

Artículo original

Placa helicoidal aplicada en fracturas diafisarias de húmero por cirugía de mínima invasión (MIS). Resultados de un año de seguimiento en 7 casos

Boris Xavier Ortuño Numbela,* Luis Humberto Vives Aceves,*
Alejandro Bello González,** Carlos Torres Castro***

Cruz Roja Mexicana

RESUMEN. *Introducción:* El tratamiento quirúrgico empleado en primera instancia ante una fractura de la diáfisis humeral es la aplicación de clavos centromedulares. También lo son las placas simples o fijadores externos que en diferentes estudios reportan un gran porcentaje de complicaciones. *Objetivo:* Aplicar un sistema alternativo de tratamiento, el cual muestra ser mínimo invasivo, sin complicaciones y de bajo costo. *Material y métodos:* Aplicado en 7 pacientes con un seguimiento de un año. Este es un estudio de tipo prospectivo, transversal, observacional y descriptivo. *Resultados:* Los resultados obtenidos son: ningún caso de pseudoartrosis, no retrasos de consolidación ni infecciones, ninguna lesión añadida del nervio radial o circunflejo después de la cirugía con una restauración funcional de 90% entre la 6ta y 8va semanas de la cirugía, así como una consolidación adecuada. *Conclusiones:* Este método de tratamiento resultó ser poco invasivo sin complicaciones añadidas en su aplicación con una recuperación funcional entre la 6ta. y 8va. semana después de la cirugía. El costo total resultó ser menor en comparación a otros métodos quirúrgicos.

Palabras clave: fracturas del húmero, fijación de fractura, artroscopía.

SUMMARY. *Introduction:* The surgical treatment of choice in the first instance before a humeral diaphysis fracture surgery are intramedullary nails. So are simple plates or external fixators that in different studies reported a large percentage of complications. *Objective:* To implement an alternative system of treatment that shows to be minimal invasive, painless and inexpensive. *Material and methods:* Applied in 7 patients with a follow-up to a year. The type of study is prospective, cross-sectional observational and descriptive. *Results:* The results were no cases of nonunion, no delayed unions or infections, no radial or circumflex nerve injury added postoperatively with a functional restoration of 90% between the 6th and the 8th weeks of the surgery, and a proper consolidation. *Conclusions:* This treatment method proved to be minimally invasive with no extra features in their application with a functional recovery between the 6th and 8th week after surgery. The total cost turned out to be minor in comparison to other surgical methods.

Key words: fractures of the humerus, fracture fixation, arthroscopy.

medigraphic.com

Introducción

Las fracturas diafisarias de húmero del adulto consideradas para tratamiento quirúrgico constituyen un reto terapéutico para el cirujano ortopeda.^{1,2} Como sabemos, las fracturas diafisarias del húmero representan 3% del total de las fracturas del cuerpo humano y suelen acompañarse de lesiones asociadas al momento de la lesión, entre las que cabe destacar la lesión del nervio radial presente en

* Médico adscrito al Servicio de Ortopedia.

** Jefe del Servicio de Ortopedia.

*** Médico residente de tercer año. Servicio de Ortopedia.

Dirección para correspondencia:

Dr. Boris X. Ortuño Numbela. Av. Ejército Nacional Núm. 1032.

Colonia Los Morales. C.P. 11510. México, D.F.

Tel. 5395-1111

E-mail: borismx@hotmail.com

7% en unos reportes³ y un 18% en otros.⁴ A esto se añade el hecho de que las opciones terapéuticas actuales, en caso de ser necesarias, muestran un elevado porcentaje de complicaciones en su aplicación, por ejemplo: en la realización de una reducción abierta y fijación interna con una placa ancha posterior se añade otro 11% de probabilidad de lesionar el nervio radial,⁵ además de mayor índice de infecciones, pseudoartrosis y un período de recuperación funcional mayor a 14 semanas.⁶⁻⁸ La aplicación de tutores centromedulares presentan una elevada frecuencia de lesiones del mango rotador y fracturas de la cabeza humeral durante su aplicación de tipo anterógrado⁶ o catastróficas fracturas supracondíleas^{9,10} en la aplicación de tipo retrógrado en especial en manos de cirujanos con poca experiencia, sin dejar de mencionar el elevado tiempo de exposición a rayos X secundario a la dificultad técnica en la colocación de tornillos de bloqueo.³ Los sistemas constituidos por tutores centromedulares elásticos muestran una elevada tasa de aflojamiento, inestabilidad rotacional y migración del material de osteosíntesis.¹¹ Los fijadores externos no quedan exentos, ya que en su aplicación existen complicaciones como lo son ruptura de clavos de Shantz, pseudoartrosis, necesidad de una reducción abierta, lesión nerviosa, infección en el sitio de fijación y aflojamientos.^{4,12-14} A esto se añade el factor económico, ya que el material utilizado es más accesible que un clavo centromedular o una placa bloqueada.

Motivados por esta amplia gama de opciones terapéuticas cuyas complicaciones vemos a diario en nuestra práctica decidimos aplicar otro método menos invasivo, descrito para este segmento anatómico por primera vez hace 4 años con resultados promisorios: un sistema helicoidal colocado por cirugía de mínima invasión.¹⁵

Basados en los conocimientos anatómicos y biomecánicos de los sistemas helicoidales, quienes por su estructura tridimensional pueden adosarse perfectamente al contorno helicoidal de la diáfisis humeral nos fue posible la realización de una técnica mínima invasiva con deslizamiento submuscular de la placa de osteosíntesis sin lesionar estructuras neurovasculares, permitiéndonos la aplicación de dos principios biomecánicos fundamentales: placa puente y la doble compresión.^{15,16}

El propósito de este estudio es determinar si el sistema helicoidal aplicado en las fracturas diafisarias de húmero por mínima invasión produce lesiones neurovasculares añadidas, promoviendo una movilización y consolidación ósea temprana sin desplazamiento o aflojamiento del material, siendo un sistema de bajo costo y seguro en su aplicación comparado con distintos métodos ampliamente promovidos.

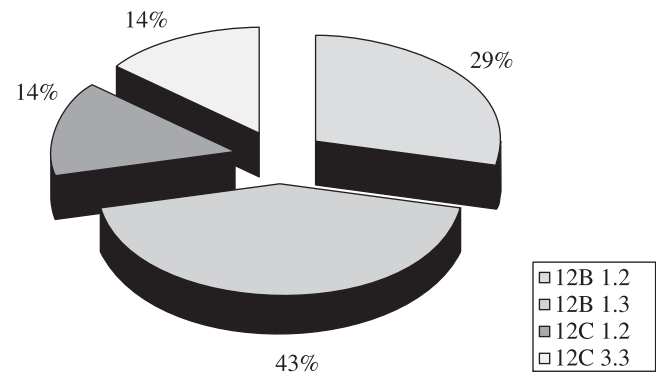
Material y métodos

De Mayo a Diciembre de 2004 se realizaron 7 procedimientos, en 7 pacientes con fracturas diafisarias de húmero, de los cuales 2 presentaron fractura expuesta realizán-

dose reducción cerrada y fijación externa con fijadores tubulares uniplanares como tratamiento inicial, los otros 5 se les inmovilizó con férula tipo pinza de azúcar y como tratamiento definitivo la aplicación de placas de tipo helicoidal por técnica de mínima invasión, siendo este un estudio prospectivo, transversal y observacional.

Todos los pacientes fueron elegidos según los siguientes criterios de inclusión: Mayor de dieciocho años, con fractura diafisaria de húmero a cualquier nivel, las cuales fueron clasificadas según la AO (*Gráfica 1*), integridad vascular, reducción cerrada fallida previa y asistencia a las citas de seguimiento por lo menos un año. Sólo un paciente ingresó al estudio con una lesión en nervio radial al momento de su lesión.

El material de osteosíntesis utilizado fue: tres placas en acero DCP 4.5 mm angostas y cuatro placas de reconstrucción de 4.5 mm, ambos tipos moldeados manualmente a la forma helicoidal (*Figura 1*) con un eje neutro utilizando los triscadores en un modelo plástico de húmero 48 horas previas a la cirugía.



Gráfica 1. Fracturas de diáfisis humeral según AO.



Figura 1. Placa moldeada.

El número de orificios solicitados varió en función al trazo de fractura y la planificación preoperatoria, tratando de completar seis corticales proximales y seis distales (Figura 2). Todos los pacientes fueron intervenidos en decúbito dorsal con la mesa en silla de playa, con la extremidad afectada en flexión de codo a 90°.17 Se aplicó anestesia general balanceada en todas las intervenciones quirúrgicas, sin utilización de isquemia. Se usó el intensificador de imágenes en todas las intervenciones quirúrgicas. Se realiza medición clínica de la longitud de la placa.

En 4 pacientes se utilizó los abordajes laterosuperior y posteroinferior de 3 centímetros cada uno; en los 3 pacientes restantes los abordajes fueron superoanterior e inferomedial. Los abordajes se determinaron en la planeación quirúrgica en función al trazo de fractura y el estado de las partes blandas¹⁵ (Figuras 3, 4 y 5).

Se realiza disección roma por planos hasta localizar tejido óseo, separando estructuras anatómicas con separadores de Farabeuf. Se utiliza disector plano para labrar el canal submuscular por donde se deslizará la placa premoldeada (Figura 6). Una vez que se introduce la placa se fijan primero el penúltimo orificio distal transverso, para poder realizar la reducción de la fractura con tracción y rotaciones ligeras ayudándonos con el fluoroscopio, una vez obtenida la distancia, alineación y rotación anatómica, se fija el penúltimo orificio proximal, transverso y luego el último orificio distal divergente, tomando posteriormente control fluoroscópico. Después se colocan el resto de los tornillos de manera divergente hasta completar 6 corticales proximales y 6 corticales distales, se toma control fluoroscópico y se sutura por planos hasta piel (Figura 7).

En todos los pacientes se indicó el uso de un inmovilizador de hombro universal de dos piezas por un mínimo de cuatro semanas como protección.



Figura 3. Verificación clínica de la longitud.



Figura 4. Preoperatorio clínico.

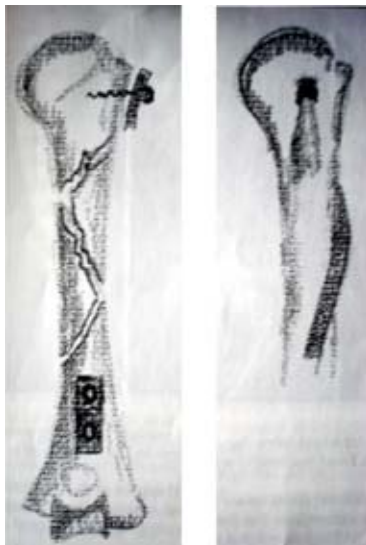


Figura 2. Plan preoperatorio.



Figura 5. Rx. Preoperatorio.

Se citó a los pacientes a control clínico y radiográfico para registrar los distintos arcos de movilidad medidos por goniometría y utilizando la escala de Montoya¹⁸ para clasificar el grado de consolidación ósea.

Resultados clínicos

Las heridas quirúrgicas no presentaron formación de hematomas subyacentes, dehiscencia o infección. Cinco de los siete pacientes recuperaron su tono y trofismo muscular comparado con la extremidad contralateral entre la sexta y octava semana después de la cirugía. De los dos pacientes restantes, uno mantuvo hipotrofia de toda la extremidad torácica dada las múltiples lesiones que presentó al momento de su accidente, pero con arcos de movilidad del hombro y codo íntegros. La paciente restante presentó neuropraxia del nervio radial al momento de su accidente, se mantuvo en terapia física presentando arcos de movilidad funcional, con trofismo y tono del antebrazo disminuidos a su egreso. Se evaluaron y registraron los arcos de movilidad del hombro y codo a los 14 días, 6 a 8 semanas, 4 a 5 meses y al año de la intervención (Figuras 8, 9 y 10).



Figura 6. Deslizamiento submuscular.



Figura 7. Cierre de herida.

Elevación del hombro (proyección): Gráfica 2.

Abducción: Tabla 1.

Rotación lateral: Tabla 2.

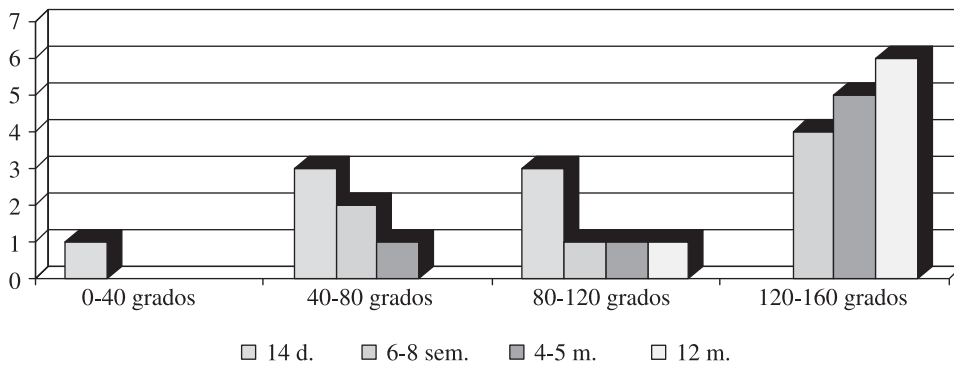
Rotación medial: Tabla 3.



Figura 8. Resultado postquirúrgico.



Figura 9. Resultado postquirúrgico.



Gráfica 2. Registro de grados de elevación del hombro obtenidos según el tiempo de evolución.

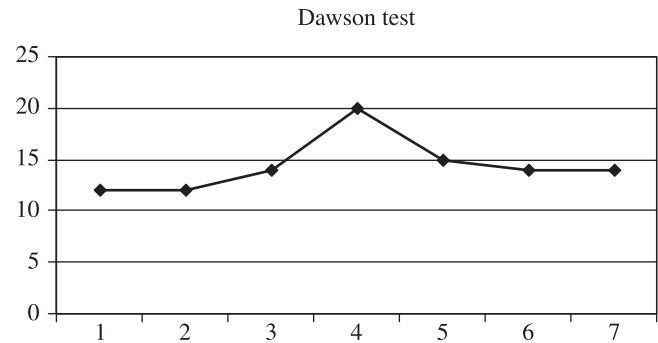
	0-40 grados	40-80 grados	80-120 grados	120-160 grados
14 d.	3	4		
6-8 sem.	1	2	4	
4-5 m.		1	2	4
12 m.			1	6

	0-30 grados	30-60 grados	60-90 grados
14 d	7		
6-8 sem	3	4	
4-5 m		4	3
12 m		1	6

	0-30 grados	30-60 grados	60-90 grados
14 d	7		
6-8 sem	4	3	
4-5 m		4	3
12 m		1	6

Se aplicó una escala subjetiva para calificar la satisfacción del paciente respecto a las actividades cotidianas que pueden realizar sin molestias o con limitaciones, aplicándose el sistema cuantitativo de Dawson para la cirugía del hombro a la 4ª semana, con los siguientes resultados:

El promedio obtenido en este estudio fue de 15.75 puntos, tomando en cuenta que 12 puntos representan un resultado óptimo, o sea, sin ninguna molestia o discapacidad funcional para el paciente y 60 puntos como un resultado pésimo con un hombro doloroso y totalmente disfuncional.¹⁹



Gráfica 3. Gráfica de resultados obtenidos mediante la evaluación de Dawson.

Con relación a la articulación del codo se tomaron los mismos parámetros en los tiempos de evaluación, registrando sólo el arco de flexión por ser este movimiento, en caso de limitación, el principal motivo de queja, si la fractura de húmero quedara mal alineada o rotada,¹⁹ dando los siguientes resultados:

Flexión del codo: *Tabla 4.*

Sólo una paciente presentó lesión severa del nervio radial inicial debido a una lesión de alta energía con exposición ósea grado IIIC de Gustilo y pérdida severa de piel a nivel del codo, la cual requirió de una fijación externa con sistemas tubulares, aseo y reparación del nervio radial en la zona lateral del codo. A los 7 días se fijó la fractura con una placa de reconstrucción 4.5 mm helicoidal por mínima invasión del lado medial. Posteriormente se aplicaron

	0-35 grados	35-70 grados	70-90 grados	95-140 grados
14 d.	4	4		
2 m.		1		
4 m.			1	6
6 m.			1	6

injertos de piel (esta paciente fue la única en no presentar arcos de movilidad óptimos en el año de seguimiento). Por otra parte, en los pacientes restantes no se presentó lesión clínica postquirúrgica del nervio radial o circunflejo.

Resultados radiográficos

Fracturas incluidas en el estudio según AO:

Todas las fracturas fueron a consecuencia de accidente automovilístico tipo atropellamiento, dentro del rango de edad indicados en los criterios de inclusión y todas del lado derecho. La más frecuente del tipo 12B1.3 que corresponde a las fracturas diafisarias tercio medio en muñeca tipo espiral.

Alineación y rotación

Se evaluó la radiografía de control final postquirúrgico inmediato, midiendo la angulación anteroposterior y lateral, también se evaluó alteraciones rotacionales en el estudio con una radiografía entre las 6 y 8 semanas postquirúrgicas y a los seis meses de seguimiento, excepto en una paciente de 65 años, la cual presentó aflojamiento del material de osteosíntesis a los 4 meses postquirúrgicos con consolidación, por lo cual se retiró el material de osteosíntesis.

Evaluación radiográfica: *Tabla 5.*

Ninguno de los casos presentó retraso de la consolidación o pseudoartrosis. No se observó presencia de callos demasiado exuberantes en los controles radiográficos. El tiempo de consolidación varió conforme a la edad y al tiempo del inicio de la rehabilitación, que fue entre 6 y 13 semanas, encontrando que los pacientes menores de 45 años sin lesiones severas asociadas (polifracturados o

TCE) presentaron una consolidación grado III de Montoya entre las 6 y 8 semanas de operados, en cambio los pacientes mayores de 45 años o con lesiones severas asociadas (3 en total) lo cual retrasó el momento de inicio de una rehabilitación temprana presentaron un grado de consolidación grado III de Montoya a las 10 a 13 semanas de operados. Iniciando la rehabilitación a partir de la 2ª semana de postoperados.

En lo que respecta al tiempo de radiación utilizado con el fluoroscopio tuvimos 16 disparos como promedio en los siete pacientes intervenidos, lo cual es menor al número de disparos promedio en la colocación de sistemas endomedulares.^{9,15}

Discusión

Desde el inicio de las técnicas de mínima invasión a tibia y fémur hace 60 años, se resaltó el detalle en evitar abrir el foco de fractura para no remover el coágulo fracturario con una reducción por método cerrado, permitiendo así una fase I de consolidación y movilización temprana.¹⁶ Posteriormente varios estudios resaltaron la importancia de proceder con el mínimo daño de las partes blandas, por la importancia tanto como recubrimiento y como parte importante de la irrigación ósea periosteal. Actualmente la mínima invasión no sólo es exclusividad ortopédica con técnicas y materiales para los huesos, músculos y tendones del cuerpo, sino que vemos en otras ramas de la medicina su aplicación con resultados prometedores con relación a los datos que se publican.

En este estudio nuestros resultados muestran menos complicaciones en comparación con los sistemas convencionales como son la aplicación de placas posteriores tanto en el ámbito estético, neurológico y funcional. Así mismo la comparación con la aplicación de clavos centromedulares muestra que los porcentajes de complica-

Tabla 5. Registro de la evolución radiológica evaluando alineación, rotación y consolidación según Montoya.

Paciente	Post inmediato	6-8 semanas	6 meses
1	Alineado AP y L No rotación	Alineado AP y L Consolidación II	Alineado AP y L Consolidación III-IV
2	Alineado AP y L No rotación	8° varo en AP Alineado Lateral Consolidación II	8° varo en AP Alineado lateral Consolidación III-IV
3	Alineado AP y L No rotación	4° varo en AP Alineado lateral Consolidación III	4° varo en AP Alineado lateral Consolidación III - IV
4	Alineado AP y L No rotación	Alineado AP y lateral Consolidación II	Alineado AP y lateral Consolidación III-IV
5	6° varo en AP Alineado en lateral No rotación	Retiro de placa Consolidación III	6° varo en AP Consolidación III-IV
6	4° varo en AP Recurvatum 4° No rotación	4° varo en AP Recurvatum 4° Consolidación III	4° varo en AP Recurvatum 4° Consolidación III-IV
7	Alineado AP y L No rotación	Alineado AP y L Consolidación III	Alineado AP y L Consolidación III-IV

Tabla 6. Comparativa de diversos métodos con relación al tratamiento de fracturas diafisarias de húmero.

Estudio	Metodología	Material	Resultados	Complicaciones
Ruptura de tornillos de un fijador externo. Complicación no habitual ¹⁹	Reporte de caso	12B3.3 Orthofix	Consolidación de la 4° a 8° sem	10ma semana ruptura 3 tornillos proximales
Fractura diáfisis humeral tratada con UHN ²	Prospectivo transversal observacional descriptivo	13 pacientes 61% 12 A3 30% expuestas 15% lesión radial	Anterógrado 54% Retrógrado 46%	7% dolor hombro 7% neuropraxia postquirúrgica y fractura supracondílea
Fijación externa vs conservador en fracturas húmero diafisarias por PAF ⁶	Retrospectivo transversal observacional descriptivo comparativo	Fracturas conminutas	Conservador con consolidación 11 semanas Fijadores consolidación 13 semanas	Fijadores: movilidad del hombro limitada 1 paciente con lesión radial postquirúrgica
Tratamiento fractura tercio distal diáfisis humeral con fijador externo y reducción abierta ¹⁰	Prospectivo transverso observacional	60 pacientes 80% mujeres	98% consolidaron entre las 8 y 10 sem. Recuperación de la movilidad temprana	2% pseudoartrosis
Clavo Russell Taylor en fracturas diáfisis humeral ⁹	Retrospectivo	13 pacientes Cerradas 92.8%	Técnica anterógrada Consolidación 14 semanas	Retardo de consolidación 7% neuropraxia postqx. 14% Hombro doloroso 14%
Complicaciones en tratamiento fracturas diáfisis humeral con UHN técnicas anterógrada vs retrógrada ¹⁹	Retrospectivo comparativo	13 retrógrado 9 anterógrado	Consolidación 2do mes	Anterógrado 3 fractura adicional metáfisis 4 pseudoartrosis Retrógrado 3 con pseudoartrosis 1 lesión circunflejo 1 lesión radial
Fracturas de húmero tratadas con sistema fijación externa trapezoidal ²²	Retrospectivo observacional	34 pacientes	Consolidación 74.3% en 14.5 semanas	8 pacientes con seudartrosis 7 pacientes con reducción abierta
Reducción abierta y fijación interna de fracturas diafisarias de húmero Resultados con colocación de placas AO ²³	Prospectivo Transversal Observacional	36 pacientes 34 con seguimiento	33 consolidaciones	1 pseudoartrosis 2 infecciones 1 neuropraxia postquirúrgica

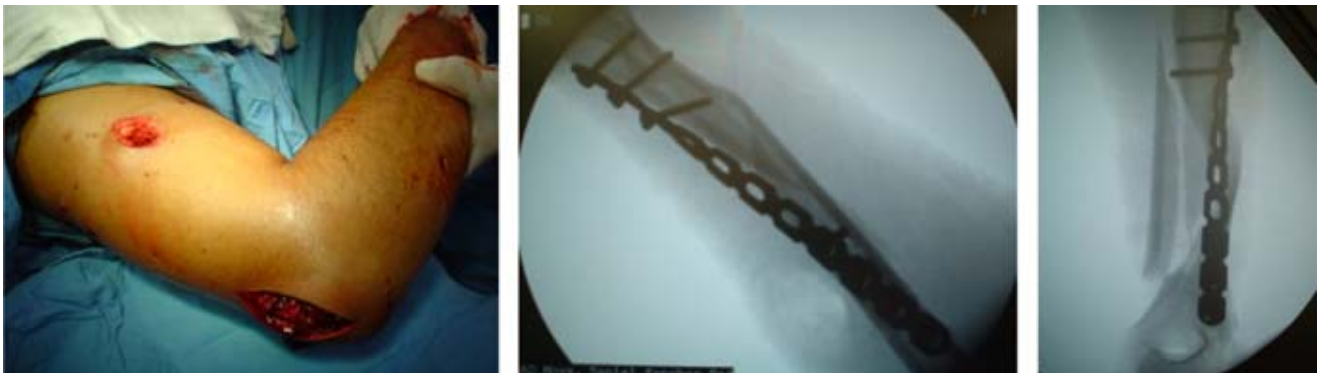


Figura 10. Resultado en uno de nuestros pacientes, clínico y radiológico.

ciones tanto en su aplicación anterógrada como retrógrada sobrepasan a los obtenidos en la aplicación de fijadores externos.

No obstante somos conscientes de las limitaciones de este trabajo como son la ausencia de pruebas específicas de la estabilidad mecánica a pesar de los resultados radiográficos finales, también el hecho de no contar con control nervioso transquirúrgico, el cual nos hubiese demostrado objetivamente la ausencia de daño nervioso transoperatorio, aunque no observamos lesión nerviosa radial ni circunfleja añadida. Así mismo la pérdida de contacto de algunos pacientes trascurrido el año de seguimiento y el número relativamente pequeño de pacientes en este estudio. Indudablemente, la aplicación de un sistema helicoidal de reconstrucción 4.5 mm de mayor perfil y la aplicación de estabilidad angular instituido en las nuevas placas bloqueadas proveerán una mayor estabilidad al sistema, no permitiendo los pequeños desplazamientos angulares encontrados en este reporte. Por lo cual no nos deja duda que muy pronto este sistema, el cual se muestra seguro y de bajo costo llegará a estar en consideración del arsenal terapéutico ortopédico ante fracturas quirúrgicas de diáfisis humeral.

Agradecimientos

Al Servicio de Trabajo Social del Hospital de la Cruz Roja Mexicana de Polanco por su calidad de trabajo y colaboraciones para la realización de este trabajo y a los pacientes por su accesibilidad y paciencia, sin ellos no seríamos nada.

Bibliografía

- Herndon JH, et al: Reconstrucción quirúrgica de la extremidad superior. Mc Graw-Hill, 1999: 3-21. 79-113. 303-20.
- Canale, et al: Cirugía Ortopédica. Mosby, 2003; Tomo III: 2287-90, 2296-309.
- Chapman JR, Henley B, Agel J, Benca PJ: Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma* 2000; 14: 162-200.
- Vander GR, et al: Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Results using AO plating technique. *J Bone Joint Surgery* 1986; 60A: 430-4.
- Holstein A, Lewis GB: Fractures of the humerus with radial-nerve paralysis. *J Bone Joint Surg* 1963; 45 A: 1382-3.
- García JJD, Aguilera ZJM, Encalada DMI, Lozano RS, Peón VH: Uso del clavo centromedular de Russell Taylor en fracturas diafisarias de húmero. *Acta Ortop Mex* 2006; 20(6): 262-5.
- Lin J: Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation. *J Trauma* 1998; 44: 859.
- Dabezies EJ, Banta CJ II, Murphy CP, d'Ambrosia RD: Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. *J Orthop Trauma* 1992; 6: 10-26.
- Ortuño B, Bello A, Gómez J: Fractura de diáfisis humeral tratada con clavo UHN. Libro Memoria del XVII Congreso Nacional Ortopedia 2005: 171.
- Farragos AF, Schemitsch EH, McKee MD: Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft: A review. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 258.
- Farragos AF, Schemitsch EH, McKee MD: Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft: A review. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 258.
- Reyes-SGA: Complicaciones del tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de húmero manejadas con clavo macizo UHN: comparación de inserción anterógrada y retrógrada. *Acta Ortop Mex* 2005; 19 (Sup. 1.)
- González S y col.: Tratamiento de fracturas tercio distal de diáfisis humeral con fijador externo y reducción abierta. Libro Memoria XVIII Congreso Nacional de Ortopedia, 2006: 105.
- Marco E y col.: Fijación externa versus tratamiento conservador en fracturas diafisarias de húmero por arma de fuego. Libro Memoria XVIII Congreso Nacional de Ortopedia, 2006: 75.
- Fernández Dell'Oca AA: The principle of helical implants. *Injury*. 2002; (Supp 1): 1-40.
- Baumgaertel F, et al: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Part I – II. *Injury*. 1998; (Supp 2-3) SB1-SB38, SC1-SC: 45
- Jaberg H, Warner JJP, Jakob RP: Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1992; 74 A: 508.
- Rockwood M: Hombro. Mc Graw-Hill 3ra Ed, 2005; 33-88, 334-68, 1341-66.
- Rodríguez G, Frías G, Diego B: Uso del fijador externo A/O en el hombro. Estabilización de urgencia en fractura expuesta del húmero proximal. Informe de un caso. *Rev Mex Ortop Traum* 2001; 15(3): 146-8.
- González RO, Sánchez VM, Padilla BF, Cisneros GJ, Redondo AG: Fracturas diafisarias del húmero tratadas con el sistema trapezoidal de fijación externa. *Rev Méx Ortop Traum* 2002; 16(3): 163-5.
- Schatzker J, et al: Tratamiento quirúrgico de las fracturas. Panamericana 2da Ed, 1998: 47-87.
- Montoya AJ: Tratamiento de las fracturas de diáfisis tibial. Tesis de recepción de grado. México DF IMSS-UNAM, 1977: 28-30.
- Trueba D, Pozzo B, Gil O: Ruptura de tornillos de un fijador externo en una fractura de diáfisis humeral. Una complicación inusual. Reporte de un caso. *Acta Ortop Mex* 2003; 17(6): 306-9.
- Shao YC, Harwood P, Grotz MRW, Limb D, Giannoudis PV: Radial nerve palsy associated with fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-B: 1647-52.