

Fracturas diafisarias de húmero en mayores de 60 años: enclavado intramedular rígido

S. Martínez-Díaz^a, M. Ramírez^a, F. Marqués^a, A. Ginés^a, J.C. Monllau^a, X. Martínez-Gómez^b y E. Cáceres^a

^aServicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología de Hospitales IMAS.

^bServicio de Medicina Preventiva y Epidemiología del Hospital Vall d'Hebron. Barcelona.

Objetivo. Valorar retrospectivamente el tratamiento mediante un enclavado endomedular rígido de las fracturas diafisarias de húmero en mayores de 60 años.

Material y método. Entre 1997 y 2002 se trataron en nuestro centro 33 pacientes afectos de fractura diafisaria de húmero con una edad media de 72,8 años (R = 60-89). Se utilizaron 11 clavos de Russell Taylor, 16 de Seidel y 6 UHN. Se ha analizado el tiempo e incidencia de consolidación, las complicaciones intraoperatorias, postoperatorias y tardías, así como los resultados funcionales mediante la escala de Rodríguez-Merchán y se ha estudiado la recuperación del estado funcional previo.

Resultados. La tasa global de consolidación fue del 87,8% en un tiempo medio de 13,5 semanas (R = 8-40). Las complicaciones intraoperatorias fueron 1 parálisis transitoria del nervio radial y 7 problemas técnicos. Como complicaciones tardías hubo 1 caso de infección, 5 síndromes dolorosos de hombro, 3 pseudoartrosis y se retiraron 7 clavos. Los resultados funcionales según la clasificación de Rodríguez-Merchán fueron excelentes o buenos en el 75,7% del total de pacientes. El grupo tratado con Russell Taylor o UHN presentó un 88,2% de excelentes o buenos resultados frente a un 62,5% de los tratados con el clavo Seidel ($p = 0,09$). El 88,2% del grupo tratados con Russell Taylor o UHN recuperaron el estado funcional previo frente al 56,3% de los tratados con el clavo Seidel ($p = 0,046$).

Conclusiones. Los resultados sugieren que el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante un enclavado endomedular rígido encerrojado proximal y distalmente es una opción terapéutica válida a considerar en mayores de 60 años.

Palabras clave: *fractura diáfisis húmero, enclavado, endomedular, encerrojado, tratamiento quirúrgico, resultado funcional, mayores de 60 años.*

Correspondencia:

S. Martínez Díaz.

C/ Salvador Seguí 7-9 4°.

08914 Badalona. Barcelona.

Correo electrónico: 94064@imas.imim.es

Recibido: diciembre de 2003.

Aceptado: abril de 2005.

Rigid intramedullary nailing of humeral shaft fractures in patients older than 60

Purpose. To retrospectively assess rigid intramedullary nailing of humeral shaft fractures in patients over 60 years of age.

Materials and methods. 33 patients of a mean age of 72.8 years (range: 60-89) with a humeral shaft fracture were treated in our hospital between 1997 and 2002. 11 Russell Taylor, 16 Seidel and 6 UHN nails were used. Osseointegration time and incidence data were examined as well as intraoperative, postoperative and late complications and the functional results obtained were assessed by means of the Rodríguez-Merchán scale. The degree of recovery of the earlier functional condition was also considered.

Results. Healing was achieved globally in 87.8% of cases in an average period of 13.5 weeks (range: 8-40). Intraoperative complications were: one case of transient radial nerve palsy and 7 technical problems. As regards late complications, there was one case of infection, 5 painful shoulder syndromes, 3 pseudoarthroses and 7 nails had to be retrieved. According to Rodríguez-Merchán's classification, functional results were good to excellent in 75.7% of patients. The group treated with Russell Taylor or UHN nails had 8.2% of good to excellent results as compared with 62.5% for patients treated with the Seidel nail ($p=0.09$). 88.2% of patients in the Russell Taylor-UHN group recovered their earlier functional condition as compared with 56.3% of those treated with the Seidel nail ($p = 0.046$).

Conclusions. Results suggests that treatment of humeral shaft fractures by means of rigid intramedullary nailing with proximal and distal locking is a valid therapeutic option to be considered in patients older than 60.

Key words: *humeral shaft fractures, nailing, intramedullary, locking, surgical treatment, functional result, older than 60.*

Las fracturas diafisarias de húmero tienen una distribución bimodal (menores de 30 años y mayores de 60) asociándose en los jóvenes a traumatismos de alta energía y en mayores a caída casual¹. Tradicionalmente el tratamiento más utilizado ha sido el conservador con tasas de consolidación de hasta el 95%². Se consideran indicaciones de tratamiento quirúrgico las fracturas abiertas, los politraumatismos, la alineación inaceptable, la lesión neurovascular asociada, las fracturas segmentarias, el codo flotante y la falta de reducción cerrada³⁻⁶.

Actualmente para el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero no hay indicaciones absolutas^{2,7}, existiendo múltiples tratamientos aceptados: conservador, placa, clavos flexibles, clavos rígidos y fijador externo²⁻¹¹, sin evidencia científica clara de qué técnica obtiene mejores resultados.

El tratamiento conservador en mayores de 60 años comporta una problemática específica en el seguimiento de estos pacientes por demencia y sociopatía, dificultades con la obesidad, falta de higiene adecuada, consolidaciones viciosas, inmovilizaciones prolongadas con malos resultados funcionales, ulceraciones, decúbitos y rigidez de hombro y codo. Todo ello dificulta devolver a estos pacientes a su estado funcional previo, agravando la frecuente sociopatía presente en este grupo de edad.

En este trabajo se presenta nuestra experiencia en el tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero mediante un enclavado endomedular rígido en mayores de 60 años.

MATERIAL Y MÉTODO

Hemos realizado un estudio retrospectivo entre 1997 y 2002 de todos los pacientes mayores de 60 años con fracturas diafisarias de húmero tratados en nuestro centro mediante un enclavado endomedular rígido.

Se obtuvo un grupo de 33 pacientes mayores de 60 años (7 hombres y 26 mujeres) con una edad media de 72,8 (DE 8,97; R = 60-89). En el 41,4% fueron del lado derecho (14 de 33) y en el 57,6% del izquierdo (19 de 33).

Se ha estudiado el mecanismo lesional y se ha utilizado la clasificación AO. Se ha valorado la presencia de otras fracturas y lesiones concomitantes.

Se utilizaron tres tipos de implante: a) el clavo Seidel¹² (Howmedica, Vermont, USA) no macizo y no encerrojado distalmente por un perno sino por un dispositivo de anclaje endomedular; b) el Russell Taylor (R-T) (Smith and Nephew, Londres, Inglaterra), y c) el UHN (Stratec medical, Berna, Suiza), clavos macizos encerrojados proximal y distalmente mediante pernos de bloqueo. La elección del implante fue según la preferencia del cirujano y la disponibilidad de los mismos. La distribución de los implantes fue la siguiente: 11 de 33 R-T (33%), 16 de 33 Seidel (48%) y 6 de 33 UHN (18%). Se utilizó el abordaje anterógrado en 31 de 33 pacientes (93%).

Tras la cirugía a los pacientes se les colocó un vendaje elástico y cabestrillo iniciando desde el primer día ejercicios de rehabilitación para hombro y codo. Después de la retirada de puntos se permitía la movilización libre, según tolerancia, siguiendo el protocolo del servicio.

Se revisó todo el historial clínico y radiográfico de los pacientes para su control en caso necesario o en su defecto mediante vía telefónica cuando sólo nos bastaba su opinión subjetiva para concluir el protocolo.

Estudiamos las complicaciones intraoperatorias, postoperatorias y tardías, tanto técnicas como generales.

Consideramos que una fractura estaba consolidada cuando había evidencia de consolidación (paso de trabéculas) en dos planos de la radiología con ausencia de dolor en foco, midiéndose en semanas.

Para la valoración de los resultados funcionales se utilizó la escala de Rodríguez-Merchán (tabla 1). Se ha estudiado la repercusión en hombro y codo, así como la recuperación del estado funcional previo. Finalmente se valoró la satisfacción subjetiva.

En el análisis estadístico de los resultados todas las variables categóricas se analizaron mediante la prueba del Chi al cuadrado (o la prueba exacta de Fischer, según la distribución), mientras que las variables continuas se estudiaron mediante la prueba de la U de Mann Whitney. Se consideraron resultados estadísticamente significativos aquellos cuya p fuese menor a 0,05. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS.

RESULTADOS

El mecanismo lesional más frecuente fue la caída casual con 28 de 33 casos (84%) seguido de los accidentes de circulación con 4 de 33 casos (12%) y un único caso de atropello (3%).

El 78,8% de las fracturas estaban incluidas en el grupo A de la clasificación AO (tabla 2). Hubo una única fractura abierta grado I (3% del total de fracturas) que pertenecía al grupo A1.

El seguimiento medio fue de 15,2 meses (R = 2-48).

Tabla 1. Escala de Rodríguez-Merchán³

Escala	Movilidad codo	Movilidad hombro	Dolor	Discapacidad
Excelente	Extensión 5° Flexión 130°	Completa	No	No
Bueno	Extensión 15° Flexión 120°	Pérdida < 10%	Ocasional	Mínima
Regular	Extensión 30° Flexión 110°	Pérdida 10%-30%	Con actividad	Moderada
Malo	Extensión 40° Flexión 90°	Pérdida > 30%	Variable	Importante

Tabla 2. Distribución de las fracturas según la clasificación AO

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
A1	18	54,5	54,5
A2	5	15,2	69,7
A3	3	9,1	78,8
B1	3	9,1	87,9
B3	2	6,1	93,9
C1	1	3	97
C3	1	3	100
Total	33	100	100

En ningún caso se presentaron lesiones neurovasculares añadidas con excepción de una parálisis del nervio radial en un caso después de la cirugía.

Las lesiones asociadas estuvieron presentes en 5 de 33 pacientes (15,2%): 1 codo flotante, 1 fractura de rótula, 1 fractura de tibia y 2 fracturas pertrocanterias de fémur.

La osteosíntesis se llevó a cabo a cielo abierto en 2 casos (6,1%) por falta de reducción y en uno de ellos (3%), al que se realizó un abordaje amplio, se aportó injerto congelado de banco.

Las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias inmediatas estuvieron presentes en 9 casos (21,3%). Uno de los pacientes presentó una neuroapraxia del nervio radial (3%), en un caso en que la reducción intraoperatoria de la fractura fue difícil. Se recuperó sin secuelas dos casos de conminución de foco (6,1%), un problema con la medición del clavo (3%), una complicación con el fresado (3%), una rotura de broca (1%) y en 3 casos en el encerrojado distal se prolongó más de lo habitual (tabla 3).

Las complicaciones tardías se presentaron en 12 casos (36,4%). Tuvimos un caso de infección (3%) antes de la segunda semana (resuelta con la retirada del implante, antibioterapia e inmovilización con yeso), 3 casos de migración proximal precoz (9%) que requirieron también la retirada del implante tras la consolidación y 5 casos de clínica subacromial (síndrome de hombro doloroso) (15,2%) (fig. 1); relacionados con migración de los clavos en 3 de ellos. En 3 casos (9%) la fractura evolucionó a pseudoartrosis; en uno hubo abstinencia terapéutica dado que aunque la imagen radiológica no evidenciaba consolidación, la pa-

**Figura 1.** Radiografía de paciente con clínica subacromial secundaria a una insuficiente introducción del clavo.

ciente de 89 años toleraba bien la pseudoartrosis y no quiso operarse, y en 2 casos se substituyó el clavo por una placa, obteniéndose la consolidación posteriormente (tabla 4).

Como se ha comentado se retiraron 7 clavos: los 2 casos de pseudoartrosis, el caso de infección, los 3 casos de migración y el caso de aflojamiento posconsolidación.

La tasa global de consolidación fue del 87,9% (29 de 33) en un tiempo medio de consolidación de 13,5 semanas (R = 8-40). El 12,1% (4 de 33) no consolidaron; el caso de infección y 3 pseudoartrosis asépticas.

Si dividimos a los pacientes en dos grupos dependiendo del sistema de bloqueo distal, clavos encerrojados proximal y distalmente (R-T y UHN) (grupo 1) frente a clavos no encerrojados distalmente (Seidel), se obtiene una consolidación del 94,1% (16 de 17) en el grupo 1 y del 81,3% (13 de 16) para el clavo Seidel ($p = 0,27$) (tabla 5).

Tabla 3. Complicaciones intraoperatorias

	Frecuencia	Porcentaje
Ausencia	24	72,7
Lesión nervio radial	1	3
Conminución de foco	2	6,1
Problemas de medición	1	3
Problemas de fresado	1	3
Rotura de brocas	1	3
Problemas con encerrojado distal	3	9,1
Total	33	100

Tabla 4. Complicaciones postoperatorias y tardías

	Frecuencia	Porcentaje
Ausencia	21	63,6
Infección	1	3
Migración de clavo	3	9,1
Síndrome de dolor de hombro	5	15,2
Pseudoartrosis	3	9,1
Total	33	100

Tabla 5. Consolidación por grupos

	Consolidación		Total
	Sí	No	
Grupo 1 (R-T + UHN)	16	1	17
	94,1%	5,9%	100,0%
Seidel	13	3	16
	81,3%	18,8%	100,0%
Total	29	4	33
	87,9%	12,1%	100,0%

R-T: clavo de Russell-Taylor; UHN: clavo no fresado de húmero (*unreamed humeral nail*).

En cuanto a los resultados funcionales, según la escala de Rodríguez Merchán, globalmente se obtuvieron excelentes o buenos resultados en 25 casos (75,7%) y regulares o malos en 8 (27,2%). Estudiando por grupos según clavos encerrojados distalmente o no, se obtuvieron excelentes o buenos resultados en 15 sobre 17 casos (88,2%) en el grupo 1 frente a 10 sobre 16 (62,5%) de los tratados con el clavo tipo Seidel sin que hubiesen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,09$).

En 4 de los 33 casos se produjeron problemas de codo (12,1%) y en 12 de los 33 (36,4%) de hombro, en ningún caso incapacitantes para las actividades de la vida diaria.

La recuperación del estado funcional previo fue de un 72,7% (24 de 33) del total de pacientes. Por grupos, ascendió hasta un 88,2% (15 de 17) en el grupo 1 frente al 56,3% (9 de 16) de los tratados con clavos Seidel, obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa con $p = 0,046$.

En cuanto a la valoración de la satisfacción subjetiva del paciente estaban globalmente satisfechos 27 (81,2%), y por grupos: 16 de 17 (94,1%) de los tratados con clavos R-T o UHN frente a 11 de 16 (68,8%) de los tratados con clavos Seidel, con una $p = 0,07$.

DISCUSIÓN

Los pacientes mayores de 60 años presentan una problemática especial por sus características físicas y psíquicas debiendo hacer hincapié en la problemática social que comporta no recuperar su estado funcional precozmente, nos referimos en muchas ocasiones a pacientes que viven solos y que son autónomos para las actividades de la vida diaria con dificultad.

Existen en la literatura pocos trabajos que se adentren en la problemática de los pacientes mayores de 60 años con este tipo de fracturas y ninguno específico para este grupo de edad.

Globalmente las fracturas diafisarias de húmero se estiman en torno al 1% de todas las fracturas, siendo más frecuentes en pacientes jóvenes¹. El mecanismo lesional y el

sexo varían con la edad; los jóvenes suelen ser varones predominando el accidente de tráfico como mecanismo lesional, mientras que los ancianos suelen ser mujeres con predominio de las caídas casuales^{1,13,14}, corroborando nuestra serie los datos publicados.

El tipo de fractura más frecuente según la clasificación AO de nuestro grupo es el A, teniendo relación con el mecanismo lesional más habitual en este grupo de edad, la caída casual, mecanismo indirecto de baja energía^{1,14}.

Debido a que los traumatismos violentos no son frecuentes en nuestra serie, sólo tenemos una fractura abierta grado I, a diferencia del grupo de pacientes jóvenes donde suelen ser más frecuentes^{1,14}.

No hemos hallado diferencias estadísticamente significativas para la utilización de uno u otro implante por el mismo equipo quirúrgico.

En el 72,7% de los casos no se dieron complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias inmediatas, siendo los resultados similares a otras series^{4,5}.

Destacamos un único caso de lesión del nervio radial (3%) que recuperó sin secuelas. Este porcentaje de lesión es similar a otros trabajos actuales^{4,5,10,11,15-18}.

El problema técnico más destacable fue la dificultad en el encerrojado distal de los clavos UHN y R-T en un 17,6%, pudiéndose realizar en todos los casos con el único coste de un mayor tiempo quirúrgico. Esta problemática se dio en los primeros casos, con lo cual presumiblemente fuera debida a la curva de aprendizaje.

En cuanto a las complicaciones tardías hubo una ausencia de ellas en el 63,6%, resultado similar a otros estudios^{4,6}. El 3% de infecciones (1 de 33) que tenemos se encuentra dentro de los márgenes publicados en la literatura actual^{4,5,10,11,15,17}.

En los 3 casos que hubo una migración proximal del implante, se produjo con clavos tipo Seidel con abordaje anterógrado. Nos encontramos ante pacientes ancianos, en su mayoría mujeres con osteoporosis marcada, por lo que pensamos que especialmente en los clavos Seidel, que no se encerrojan distalmente, la estabilidad del sistema de bloqueo distal en dichos clavos puede ser insuficiente.

La tasa global de consolidación es del 87,9%, encontrándose en los márgenes publicados^{4,5,10,11,14-19}, si bien con la consideración de que comparamos grupos heterogéneos con nuestro grupo homogéneo de mayores de 60 años (fig. 2).

Al realizar el estudio de la consolidación dividiendo a los pacientes según el tipo de clavo, obtuvimos una diferencia de porcentaje del 94,1% para el grupo 1 frente a un 81,3% de los tratados con clavo Seidel y, si bien la diferencia no fue significativa ($p = 0,27$), apunta una tendencia hacia una mayor tasa de consolidación.

El tiempo medio de consolidación fue de 13,5 semanas, algo superior a otros trabajos^{4,13,20}, si bien habría que considerar el sesgo que conlleva el trabajar con nuestro grupo de pacientes mayores de 60 años.

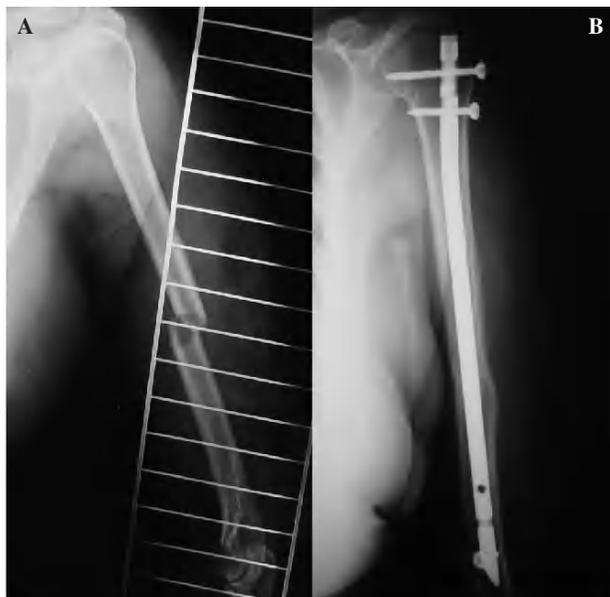


Figura 2. Radiografía de una fractura diafisaria de húmero previa a la cirugía (A) y 4 meses después (B) tratada con un clavo UHN.

Se dieron 3 casos de pseudoartrosis (9%) (2 Seidel y 1 R-T) que junto al caso de infección fueron los 4 casos que no consolidaron de forma primaria con el clavo. Este porcentaje de pseudoartrosis es similar a otros estudios^{4,5,11,21}, sin poder discernir si dicha diferencia se debe al sistema de osteosíntesis debido al insuficiente número de casos.

Los 7 casos de retirada de clavos ya comentados son algo superiores a la literatura actual^{4,5,10} y cuestionan la posible influencia de la edad en esta problemática. Se retiraron 4 clavos Seidel, 2 R-T y 1 UHN.

Los resultados funcionales globales según la escala de Rodríguez-Merchán son excelentes o buenos en el 75,7%, resultados similares a la literatura^{5,10,15,20} para el tratamiento de estas fracturas mediante un enclavado. Cabe destacar que en el grupo 1, este porcentaje de excelentes o buenos resultados asciende a un 88,2% y se acerca a trabajos como el de Koch²⁰ con la ortesis de Sarmiento. Es interesante la diferencia con el clavo Seidel con un 62,5% de excelentes o buenos resultados, aunque no hay diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,09$) si se objetiva una tendencia a favor del grupo 1. Estudios como los de González Rodríguez et al¹⁰ y Svend-Hansen et al¹⁸ obtienen mejores resultados con el clavo Seidel, si bien nuestra muestra de pacientes no consideramos que sea comparable a una muestra más heterogénea.

Los problemas en codo (12,1%) y hombro (36,4%), en ningún caso incapacitantes para las actividades de la vida diaria, son similares a la literatura^{8,18}.

La rehabilitación y la movilización según tolerancia desde los primeros días nos permite llegar a un 72,7% de pacientes que recuperan el estado funcional previo. Este porcentaje, que ya consideramos satisfactorio dado el tipo de pacientes que tratamos, se incrementa hasta el 88,2% en

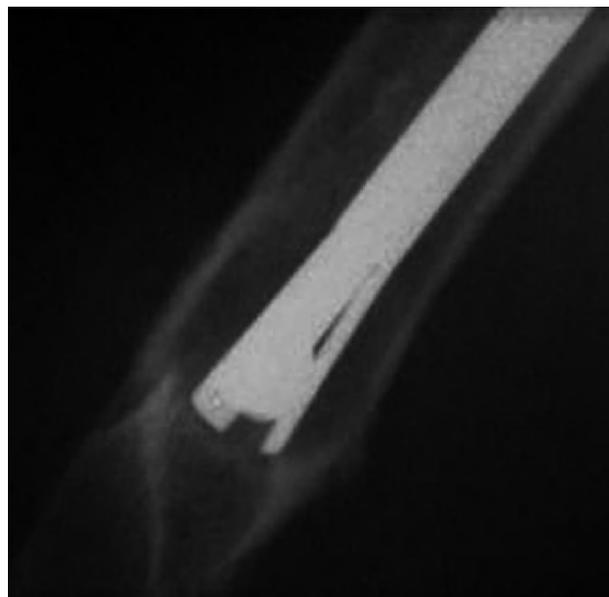


Figura 3. Detalle del encerrojado distal de un clavo de Seidel. Obsérvese la osteólisis provocada por la inestabilidad del sistema.

el grupo de los tratados con R-T o UHN, frente al 56,3% del grupo de los tratados con Seidel, con una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,046$). Esta diferencia va más allá de la obtenida en el porcentaje de consolidación y se acerca a los resultados de trabajos como los de Sarmiento⁸, con grupos de pacientes mucho más jóvenes.

La satisfacción subjetiva que globalmente es del 81,2% en el grupo R-T/UHN asciende a un 94,1% frente al 68,8% de satisfechos de los tratados con un clavo Seidel. Si bien en esta ocasión no se obtienen diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,07$), se apunta una tendencia a favor de este tipo de clavos. Cabe considerar la conveniencia de haber utilizado cuestionarios de percepción de salud previos a la cirugía y posteriormente a la misma para realizar una comparación fiable, que no ha sido posible dado el planteamiento retrospectivo del presente estudio.

Globalmente nuestros estudios demuestran mejores resultados con clavos encerrojados proximal y distalmente, con una diferencia estadísticamente significativa en la recuperación al estatus previo. Este grupo presenta también una mayor tasa de consolidación, mejores resultados según la escala de Rodríguez-Merchán y una mayor satisfacción subjetiva, aunque sin diferencias significativas. Estos datos en una población mayor, fundamentalmente mujeres, con una calidad ósea disminuida, puede obedecer al diferente mecanismo de bloqueo distal, que en el caso del clavo Seidel se produce por un mecanismo de impactación contra la esponjosa de tres aletas que se expanden por una oliva y probablemente la calidad del hueso de estos pacientes mayores no sea suficiente (fig. 3).

En cuanto a los tratamientos utilizados actualmente hay varios aceptados para este tipo de fracturas. Con el tratamiento conservador se obtienen tasas de consolidación de

hasta el 95% con una técnica sencilla y económica, y aunque estos pacientes presentan problemas funcionales y de dolor en hombro y codo, y un seguimiento largo y difícil, obtienen excelentes o buenos resultados en el 95% de los casos^{2,8,9,20,21}. El tratamiento con placa de estas fracturas según la literatura actual obtiene tasas de consolidación superiores al 90% aunque es técnicamente difícil, con la problemática específica de la amplia disección de partes blandas sobre todo en pacientes obesos, si bien estudios como el de Mc Cormack et al⁵ y Chapman et al⁴ obtienen excelentes o buenos resultados funcionales hasta en el 90% de los casos²². Los enclavados flexibles como el enclavado de Hackethal, aunque es técnicamente sencillo con tasas de consolidación que van del 70% al 90%, no proporcionan una estabilidad rotacional, con problemas de funcionalidad, dolor y de migración a nivel del codo, siendo los resultados funcionales obtenidos dudosos^{7,11}.

Podemos decir que en este grupo de mayores de 60 años tratados con un enclavado endomedular rígido, hemos obtenido resultados similares a la literatura actual, si bien comparamos con grupos heterogéneos. Hemos conseguido excelentes resultados funcionales con un fácil seguimiento, permitiendo una recuperación del estado funcional previo prácticamente desde los primeros días en un porcentaje elevado de pacientes tratados con clavos encerrojados proximal y distalmente (grupo 1). Para confirmar las diferencias halladas con respecto al clavo Seidel habría que desarrollar estudios prospectivos y randomizados en pacientes de este grupo de edad que pudieran corregir los errores de un estudio retrospectivo como el que presentamos.

En conclusión, en nuestra experiencia el tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de húmero mediante un enclavado endomedular rígido encerrojado proximal y distalmente es una buena opción terapéutica a considerar en mayores de 60 años.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rebozo Morales LE, Álvarez Alcover H, Valdés García D, Aguirre-Jaime A. Revisión epidemiológica de fracturas diafisarias de húmero en el adulto. Estudio retrospectivo. *Rev Ortop Traumatol*. 2001;1:10-6.
2. Sarmiento A, Waddell JP, Latta LL. Diaphyseal humeral fractures: treatment options. *Instr Course Lect*. 2002;51:257-69.
3. Rodríguez-Merchán EC. Compression plating versus Hackethal nailing in closed humeral shaft fractures failing nonoperative reduction. *J Orthop Trauma*. 1995; 9(3):194-7.
4. Chapman JR, Henky MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*. 2000;14(3):162-6.
5. Mc Cormack RG, Brien D, Buckley RF, McKee MD, Powell J, Schemitsch EH. Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2000; 82B:336-9.
6. Modabber MR, Jupiter JB. Operative management of diaphyseal fractures of the humerus. Plate versus nail. *Clin Orthop*. 1998;(347):93-104.
7. Brug E, Westphal T, Schafers G. Differential treatment of diaphyseal humerus fractures. *Unfallchirurg*. 1994;97(12): 633-8.
8. Sarmiento A, Latta LL. Functional fracture bracing. *J Am Acad Orthop Surg*. 1999;7(1):66-75.
9. Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA. Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82 (4):478-86.
10. González Rodríguez C, Ortega Ortega MA. Fracturas del húmero. Enclavado intramedular con clavo de Seidel. *Rev Ortop Traumatol*. 2001;4:290-8.
11. Chiu FY, Che CM, Lin CF, Lo WH, Hwang YL, Chen TH. Closed humeral shaft fractures: a prospective evaluation of surgical treatment. *J Trauma*. 1997; 43(6):947-51.
12. Seidel H. Humeral locking nail: a preliminary report. *Orthopedics*. 1989;12(2):219-26.
13. Lin J. Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation. *J Trauma*. 1998; 44 (5):859-64.
14. Paris H, Tropiano P, Clonet D'orval B, Chaudet H, Poynt DG. Fractures of the shaft of the humerus: systemic plate fixation. Anatomic and fixation and functional results in 156 cases and a review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2000;86 (4):346-59.
15. Kempf I, Heckel T, Pidhorz LE, Taglang G, Grosse A. Interlocking nail according to Seidel in recent diaphyseal fractures of the humerus. Review of 41 cases of 48 fractures. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1995;80(1):5-13.
16. Blyth MJ, Macleod CM, Asante DK, Kinninmonth AW. Iatrogenic nerve injury with the Russell-Taylor humeral nail. *Injury Int J Care Injured*. 2003;34:227-8.
17. Scheerlink T, Handelberg F. Functional outcome after intramedullary nailing of humeral shaft fractures: comparison between retrograde Marchetti-Vicenzi and unreamed AO ante-grade nailing. *J Trauma*. 2002;52(1):60-71.
18. Svend-Hansen H, Skettrup M, Rathcke MW. Complications using the Seidel intramedullary humeral nail: outcome in 31 patients. *Acta Orthop Belg*. 1998;64(3):291-5.
19. Lin J, Shen P-W, Hou S-M. Complications of locked nailing in humeral shaft fractures. *J Trauma*. 2003;54:943-9.
20. Koch PP, Gross DF, Gerber C. The results of functional (Sarmiento) Bracing of humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(2):143-50.
21. Wallny T, Sagebiel C, Westerman K, Wagner VA, Reimer M. Comparative results of bracing and interlocking nailing in the treatment of humeral shaft fractures. *Int Orthop*. 1997;21(6):374-9.
22. Gregory PR, Sanders RW. Compression Plating Versus Intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 1997;5:215-23.

Conflicto de intereses. Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.