

# Complicaciones técnicas del enclavado humeral con clavo de Seidel

C. Hernández, M. Villanueva, J. Juárez, M. Torres, L. Esparragoza y F. Benito

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.

**Objetivo.** Valorar las complicaciones técnicas asociadas al enclavado endomedular con el clavo de Seidel, analizando su papel en el manejo de fracturas diafisarias de húmero.

**Material y método.** Estudio retrospectivo de 43 casos, intervenidos entre los años 1999 y 2003, analizando parámetros epidemiológicos, clínicos-radiológicos, así como las complicaciones más frecuentes y la movilidad del hombro. Un total de 35 casos fueron fracturas iniciales y 8 fracturas patológicas por metástasis de tumores primarios. Se excluyeron las pseudoartrosis. La media de edad de las fracturas iniciales fue de 51,1 años, con 2 picos a los 25-30 años y a los 75-80 años. Hubo 7 éxitus, 6 sobre fracturas patológicas. El enclavado fue anterógrado, la mayoría a cielo cerrado, y bloqueados proximal y distalmente. El seguimiento medio de las fracturas iniciales fue de 144 días, aunque en 6 casos no fue suficiente para establecer la consolidación.

**Resultados.** La longitud excesiva del implante, dañando el bloqueo distal, fue la principal complicación (30,2%). Las siguientes fueron la procedencia proximal del clavo (25,5%), con limitación para la movilidad, lo que obligó a su retirada en el 50% de los mismos y los problemas en el bloqueo proximal (11,6%). En los 29 casos de fracturas iniciales que completaron el estudio se logró la consolidación en el 79,3% en 106,5 días de media, con una movilidad buena/excelente del 61,5%, en el momento en que ésta se estabilizó.

**Conclusión.** El clavo de Seidel es útil en el tratamiento de fracturas de la diáfisis humeral seleccionadas, aunque las complicaciones técnicas asociadas conllevan importantes limitaciones y una larga curva de aprendizaje.

**Palabras clave:** *diáfisis del húmero, fracturas, tratamiento quirúrgico, enclavado endomedular, clavo de Seidel.*

## Correspondencia:

C. Hernández.  
Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología.  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón.  
C/ Dr. Esquerdo, n.º 46.  
28007 Madrid.  
Correo electrónico: medcarlitos@hotmail.com

Recibido: julio de 2005.

Aceptado: enero de 2006.

## Technical complications of Seidel's nailing of the humerus

**Aim.** To value the technical complications associated with Seidel's intramedullary nailing using in the management of humeral diaphyseal fractures.

**Materials and methods.** Retrospective study of 43 cases, controlled between the year 1999 and 2003, analyzing epidemiological, clinical-radiological parameters, as well as the most frequent complications and the mobility of the shoulder. A whole of 35 cases was initial fractures and 8 pathological fractures for metastasis of primary tumors. The pseudoartrosis were excluded. The average of age of the initial fractures was 51.1 years, with 2 peaks at the age of 25-30 and at the age of 75-80. There were 7 exitus, 6 on pathological fractures. The nailing was always anterograde, the majority by means of sky closed and proximal and distal blocks. The average follow-up of the initial fractures was 144 days though in 6 cases it was insufficient to establish the consolidation.

**Results.** The excessive length of the implant, damaging the blockade distal, was the principal complication (30.2%). The following ones were the procedencia proximal of the nail (25.5%), with limitation for the mobility, which there forced to remove the nail in 50% of the same ones and the problems in the blockade proximal (11.6%). In 29 cases of initial fractures that completed the study, the consolidation was achieved in 79.3% in 106.5 days of average, with good/excellent mobility in 65.1% in the moment in which this one became stable.

**Conclusions.** Seidel's nail are is useful in the treatment of selected fractures of the diaphyseal humerus, though the technical associate complications bear important limitations and a long billiard cue curls of learning. The new recently appeared implants can settle these difficulties.

**Key words:** *humeral diaphysis, fractures, surgical treatment, intramedullary nailing, Seidel's nail.*

Las fracturas de la diáfisis de húmero corresponden a aquellas que se extienden desde el borde superior de la inserción del pectoral mayor hasta la zona supracondilea y representan entre el 2-7% del total de las fracturas de la anatómía<sup>1,2</sup>. Son más frecuentes en el lado izquierdo y en

mujeres de edad avanzada, por la osteoporosis<sup>3</sup>. La causa más frecuente son los traumatismos. Las fuerzas directas y de compresión lateral causan fracturas transversales y con tercer fragmento, mientras que las de alta energía ocasionan fracturas comminutas. Las de torsión, como las originadas tras una contracción muscular brusca, producen fracturas espiroideas<sup>4</sup>. Las metástasis y los tumores primarios son causas mucho menos frecuentes de fracturas del húmero.

El debate entre el tratamiento conservador o quirúrgico de estas fracturas sigue aún abierto, aunque en los últimos 40 años las indicaciones quirúrgicas se han ampliado significativamente. Las contraindicaciones<sup>5</sup> para el uso del tratamiento ortopédico incluyen: lesión importante de partes blandas o pérdida ósea, pacientes no cooperadores (por ejemplo, politraumatizados), imposibilidad de reducción de la fractura a cielo cerrado o de mantener la inmovilización (por ejemplo, en obesos, fracturas transversales), así como pseudoartrosis, fracturas abiertas, patológicas o con tercer fragmento, politraumatizados, contusión pulmonar...

El clavo de Seidel, por ser un clavo encerrojado, puede ser usado para el manejo de todas las fracturas de la diáfisis del húmero. También se ha empleado para el tratamiento de las pseudoartrosis. El enclavado humeral tiene como límite

proximal el cuello quirúrgico. Como regla general, las fracturas que se encuentran proximales a la inserción del pectoral mayor o dentro de los últimos 5 cm distales del canal medular no deben ser consideradas adecuadas para el tratamiento mediante enclavado endomedular.

## MATERIAL Y MÉTODO

Desde 1999 hasta 2003 (ambos inclusive) fueron intervenidos un total de 43 pacientes con enclavado de Seidel (no se incluyeron las pseudoartrosis), según la técnica original descrita por dicho autor. Las pseudartrosis tratadas con este implante durante dicho período fueron excluidas. En todos los pacientes se realizó un protocolo que incluía:

1. Datos del paciente: edad, sexo y lado lesionado.
2. Indicación:
  - a) Fractura inicial: clasificación AO, localización de la fractura, grado en las fracturas abiertas, lesión radial asociada.
  - b) Tumores: tipo de tumor, localización, utilización y tipo de injerto, lesión radial asociada.
3. Complicaciones del tratamiento quirúrgico, y duración y tipo de inmovilización posoperatoria.

**Tabla 1.** Escala de Neer para la valoración de los resultados\*

Función (30 unid.)	Fuerza	Normal	10	170	5
			8	140	4
			6	100	2
			4	80	1
				< 80	0
			Rotación externa (desde la posición anatómica con el codo doblado)		
Alcance		Trazas	2	60	5
		Cero	0	30	3
				10	1
		Encima de la cabeza	2	< 10	0
		Boca	2	Rotación interna (desde la posición anatómica con el codo doblado)	
		Hebillas del cinturón	2	90 (T6)	5
Estabilidad		Axila opuesta	2	70 (T2)	4
		Cierre del sujetador	2	50 (L5)	3
				30 (glúteo)	2
		Elevación	2	< 30	0
		Lanzamiento	2	Anatomía (10 unid.): rotación, angulación, incongruencia articular, tuberosidades, fallo del metal, miositis, no-unión, necrosis avascular)	
				Ninguna	10
Flexión (plano sagital)		Carga	2	Mediana	8
		Empuje	2	Moderada	4
		Sujección encima de la cabeza	2	Marcada	0 a 2
		180	6		
		170	5		
		130	4		
		100	2		
		80	1		
		< 80	0		
				Total de puntos	100

\*Resultados: excelente, > 89 unid.; buena, 80-89 unid.; insatisfactoria, 70-79 unid.; mala, < 70 unid.

En todos los pacientes se realizaron controles mensuales hasta la consolidación, considerando que ésta se había producido cuando se observó paso de trabéculas en ambas proyecciones radiológicas. La recuperación neurológica se valoró por la clínica. La valoración funcional del hombro se realizó según la escala de Neer<sup>6</sup> (1970) (tabla 1) que valora el dolor, la función, el rango de movimiento y la anatomía, otorgando una puntuación global que abarca de 0 a 100 puntos, y subdivide los resultados en excelentes, buenos, regulares y malos en el momento de la estabilización de la recuperación funcional (después de la rehabilitación cuando ésta fue precisa). El motivo de su utilización, a pesar de estar inicialmente destinada a las fracturas proximales del húmero, es su amplio uso en la valoración de los resultados de esta técnica, así como por el hecho de que el clavo fue diseñado para ser introducido anterógradamente, a través de la cabeza humeral.

En las fracturas patológicas se valoró además el dolor con respecto al preoperatorio a la semana de la intervención

quirúrgica. Ningún paciente con fractura patológica fue enviado a rehabilitación.

La pseudoartrosis quedó definida como la ausencia de consolidación de la fractura a partir de los 6 meses de haberse producido la misma<sup>7</sup>.

La etiología de la fractura fue traumática en 35 casos y 8 fueron fracturas patológicas.

### Fracturas iniciales (tabla 2)

Hubo 35 en total, 21 varones y 14 mujeres, con una media de edad de 51,1 años (rango 19-84). La media de edad en hombres fue de 42,6 (rango 19-76) y en mujeres de 62,6 (rango 23-84). Hubo 19 fracturas derechas (54%) y 16 izquierdas (46%).

Un total de 12 (34%: 10 hombres y 2 mujeres) fueron considerados jóvenes (16-39 años), 11 (32%: 8 hombres y 3 mujeres) de mediana edad (40-64 años) y 12 (34%: 3 hom-

**Tabla 2.** Principales datos epidemiológicos y clínicos del grupo de pacientes con fracturas iniciales

Número	Edad	Sexo	Lado	Energía	Localización <sup>*2</sup>	Clasificación AO
1	45	H	I	Alta: ATF (atropello)	Tercio medio	12 A3.2
2	46	H	D	Alta: ATF	Tercio medio	12 B1.2
3	82	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 B2.1
4	26	H	D	Alta: ATF	Tercio medio	12 B2.2
5	78	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 B1.1
6	67	H	D	Baja: caída casual	Tercio medio-dist.	12 A1.2
7	26	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 B1.1
8	70	M	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A1.2
9	68	M	I	Alta: ATF	Tercio medio-dist.	12 B1.3
10	39	H	D	Alta: ATF	Tercio medio-prox.	12 A1.1
11	22	H	D	Baja: caída casual	Tercio medio-dist.	12 A3.2
12	19	H	I	Alta: ATF	Tercio medio	12 B2.2
13	53	H	D	Alta: ATF	Tercio medio-prox.	12 A1.2
14	42	H	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A3.2
15	67	M	I	Alta: ATF	Tercio medio	12 A1.2
16	38	H	I	Alta: ATF (atropello)	Tercio medio-dist.	12 A3.2
17	26	H	D	Alta: ATF (atropello)	Tercio medio	12 A1.2
18	60	H	D	Alta: ATF (atropello)	Tercio medio-prox.	12 B2.1
19	74	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 A1.2
20	76	H	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 B1.2
21	60	H	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 B2.2
22	60	H	D	Alta: ATF	Tercio medio	12 A1.2
23	37	H	D	Baja: caída casual	Tercio medio	12 B2.2
24	52	M	I	Alta: ATF	Tercio medio	12 B1.2
25	29	H	I	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 A2.1
26	84	M	I	Alta: ATF	Tercio medio-prox.	12 A1.2
27	62	M	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A3.2
28	65	H	I	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A2.2
29	73	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio-prox.	12 A2.1
30	65	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A3.2
31	20	H	D	Alta: ATF	Tercio medio	12 A3.2
32	21	H	I	Alta: ATF	Tercio medio (abierta)	12 B1.2
33	23	M	D	Alta: ATF	Tercio medio	12 A3.2
34	45	H	I	Alta: ATF (atropello)	Tercio medio-prox.	12 A3.1
35	53	M	D	Baja: caída casual	Tercio medio	12 A1.2

\*1: En el momento del diagnóstico. \*2: Se cita la fractura abierta. \*3: Anterógrado en todos los casos; se citan además los casos con reducción abierta. \*4: En el momento de la estabilización H: hombre; M: mujer; I: izquierda; D: derecha; ATF: accidente de tráfico; Prox.: proximal; Dist.: distal; AP: anteroposterior; LAT: lateral; PR: parálisis radial ipsilateral; Ps.: pseudoartrosis;

bres y 9 mujeres) mayores de 65 años. Se observa el predominio de los varones en edades jóvenes y medias, y de las mujeres en los mayores de 65 años.

En los jóvenes predominaron las de alta energía (83,3%) (todos accidentes de tráfico, con 5 atropellos); en las personas de mediana edad hubo mayor igualdad con 4 de alta energía (todos accidentes de tráfico, con 3 atropellos) y 7 de baja energía (36,3 y 63,6%, respectivamente), mientras que en los mayores de 65 años hubo mayoría de baja energía (75%). Todas las fracturas de baja energía se debieron a caída casual.

Con respecto a los tipos de fractura según la clasificación AO, la más frecuente fue la fractura 12 A 1.2. (9 casos, 24,3%), seguida por la 12 A 3.2 (8 casos, 22,85%). Por grupos de edad, se observó que en los jóvenes había fracturas más graves (porcentajes similares para el tipo 12 A 3.2 y el tipo 12 B 2.2, con el 33,3%), en los de mediana edad la tendencia se igualó (los tipos 12 A 1.2 y 12 A 3.2 representa-

ron cada uno un 27,2%), mientras que en los mayores de 65 años predominaron las más leves (41,6% tipo 12 A 1.2, 5 casos). En ningún caso se contabilizó ninguna fractura tipo C de la clasificación AO.

El trazo de fractura se localizó únicamente en el tercio medio en 20 casos, tercio medio-proximal en 11 y tercio medio-distal en 4. Sólo se notificó una fractura abierta (grado I de Gustilo y Anderson).

En cuanto a los casos de fracturas probablemente osteoporóticas, consideradas como tales aquellas producidas en mujeres mayores de 55 años y hombres mayores de 65 años con mecanismo de baja energía, se encontraron 7 casos en mujeres (74 años de media, rango 62-84) y 2 casos en varones (con 67 y 76 años). En este contexto, el tipo más frecuente de la clasificación AO fue el 12 A 1.2 (3 casos, 33,3%), seguido por 12 A 3.2 (2 casos, 22,2%). Todos los casos en mujeres se localizaron en el lado izquierdo y en los hombres en el lado derecho.

Tipo de enclavado <sup>*3</sup>	Evaluación funcional <sup>*4</sup>	Tiempo hasta consolidación <sup>*5</sup>	Complicaciones técnicas <sup>*6</sup>
Bloq. prox. (1 AP)	(Insatisfactoria)	90	Clavo dem. largo. Procid. prox.
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	—	No
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	150	Procid. prox.
No bloq. prox. (abierta)	Insatisfactoria	Ps	Clavo dem. largo. Rotura aletas. Ps.
Bloq. prox. (2 LAT)	Insatisfactoria	—	Clavo dem. largo
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Buena (PR)	—	Clavo dem. largo
Bloq. prox. (1 LAT)	Excelente	120	No
No bloq. prox.	Buena	120	No
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena (PR)	120	Torn. bloq. prox. largo
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	Ps	Clavo dem. largo. Torn. prox. largo. Ps.
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena (PR)	Ps	Clavo dem. largo. Procid. prox. Ps.
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Excelente	Ps	Ps.
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	90	Clavo dem. largo
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Buena	—	Clavo dem. largo
Bloq. prox. (1 AP)	Buena	120	No
Bloq. prox. (2 LAT)	(Buena)	90	Clavo dem. largo. Procid. prox.
No bloq. prox.	Insatisfactoria	Ps	Ps.
Bloq. prox. (2 LAT)	Insatisfactoria	150	Clavo dem. largo
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	90	Ayuda con ortesis
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena	120	Torn. bloq. prox. Largo
Bloq. prox. (1 LAT)	Buena (PR)	—	Procid. prox.
Bloq. prox. (2 LAT)	Buena	75	No
Bloq. prox. (1 LAT)	Insatisfactoria (PR)	90	No
No bloq. prox. (abierta)	Insatisfactoria	Ps	Clavo dem. largo. Migrac. prox. Ps.
Bloq. prox. (1 LAT)	Insatisfactoria	90	Procid. prox. Pto de entrada externo
Bloq. prox. (2 LAT)	Buena	—	No
Bloq. prox. (2 LAT)	(Insatisfactoria)	120	Procid. prox. Pto de entrada externo
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Insatisfactoria	120	No
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Insuficiente	90	No
Bloq. prox. (2 LAT)	(Insatisfactoria)	—	Procid. prox. Algodistrofia
Bloq. prox. (2 LAT)	Excelente	90	No
Bloq. prox. (1 AP)	Excelente	—	Clavo dem. largo
No bloq. prox.	Excelente	75	No
Bloq. prox. (1 AP y 1 LAT)	Buena (PR)	—	Clavo dem. largo
No bloq. prox. (abierta)	Excelente	120	No

funcional. Los casos marcados con paréntesis corresponden a la valoración después de la retirada del implante<sup>\*5</sup>. «» indica falta de seguimiento.  
dem.: demasiado; Procid.: procidencia; Migrac.: migración; Bloq.: bloqueo; Torn.: tornillo.

De manera global no hubo lesiones concurrentes en 12 casos (34,8%), repartiéndose las existentes de manera muy similar entre politraumatizados, traumatismos músculo-esqueléticos, traumatismos craneoencefálicos (TCE) leves y lesiones nerviosas (con porcentajes entre el 20% y el 15%). Analizando los datos por edades, observamos que en los jóvenes predominan los politraumatizados (41,6%), mientras que en los de mediana edad y mayores de 65 años la ausencia de lesiones se dio en prácticamente la mitad de los casos (41,6% y 45,4%, respectivamente). Las lesiones asociadas en las fracturas de alta energía (48,5%) fueron en la mayoría el politraumatismo (35,2%) y el TCE leve (29,4%); en las fracturas de baja energía (51,5%) sólo en el 16,6% hubo lesiones asociadas.

La media de estancia preoperatoria fue de 5,3 días (rango 0-20).

En la mayoría de los casos la inmovilización posoperatoria consistió en un simple cabestrillo durante tres semanas, pudiendo hacer ejercicios de flexión y extensión en el plano frontal a la semana y de abducción-aducción a las dos semanas. A las tres semanas el cabestrillo fue retirado, dejando movilidad libre y rehabilitación (fue prescrita cuando no se recuperó todo el rango de movimiento).

De los 35 casos de fracturas iniciales, el seguimiento clínico-radiológico fue incompleto hasta la consolidación en 6 (17,1%) por diversas causas: en 3 casos se realizó en Urgencias, a uno en su residencia, otro caso en su centro penitenciario y un caso falleció. Entre los 29 restantes, el seguimiento medio fue de 144 días (rango 92-186).

### Fracturas patológicas (tabla 3)

Se trataron un total de 8 fracturas patológicas (5 establecidas y 3 pendientes) durante el período del estudio, con una edad media de 71,6 años (rango 61-82). Hubo un total de 5 varones y 3 mujeres, sin predominancia en cuanto al lado. En cuanto a la región afectada, 4 lesiones afectaron al tercio medio únicamente (50%), 3 al medio-proximal (37,5%) y 1 al medio distal (12,5%).

En 3 casos el tumor primario subyacente fue el de mama (37,5%). En otros tantos fue el de próstata (37,5%). Los restantes casos se repartieron en uno de origen broncogénico y otro derivado del mieloma múltiple (12,5% en ambos). En 5 casos existían metástasis óseas previamente diagnosticadas, mientras que en los restantes se localizaron durante el estudio de la lesión humeral.

Ninguno de los casos consolidó. Tampoco se realizó curetaje o relleno del defecto con cemento, pero sí se aportó aloinjerto, procedente de nuestro propio banco de huesos, en 3 casos (fig. 1). En este contexto, el enclavado se realizó como tratamiento paliativo antiálgico, asociado o no a radioterapia, según la naturaleza del tumor.

El tratamiento posoperatorio fue similar al de las fracturas iniciales.

Una vez realizado el diagnóstico los casos fueron operados tras una demora media de 5 días (rango 2-12), aunque el diagnóstico se vio retrasado en algún caso hasta dos meses. Hubo 6 éxitos de los 8 casos, con una media de supervivencia de 126 días (rango 73-293).

### Intervención quirúrgica

El clavo de Seidel (Humeral, Howmedica Inc.<sup>®</sup>) es un clavo hueco, sin hendidura, de acero inoxidable, y de diámetro de 7 a 9 mm. Su longitud varía de 140 a 320 mm. El bloqueo proximal se realiza con 3 tornillos autorroscantes de 4,5 mm de diámetro. Dos tornillos son lateromediales y entre ellos se sitúa el anteroposterior. Además, es posible fijar al clavo una placa en forma de patas de araña, indicada en fracturas muy proximales o en casos de pobre calidad ósea, que nosotros no hemos utilizado. El bloqueo distal se efectúa mediante tres aletas de 2,5 cm de altura, que se expanden por una oliva distal, la cual se aprieta con un destornillador introducido a través del clavo.

Siempre indicamos el enclavado en fracturas diafisarias del húmero, dentro de los límites y técnica postulados ya por Seidel<sup>8</sup> en el año 1989.

Tabla 3. Principales datos epidemiológicos y clínicos del grupo de pacientes con fracturas patológicas

Número	Edad* <sup>1</sup>	Sexo	Lado	Origen tumoral	Localización* <sup>2</sup>	Utilización (tipo de injerto)
1	76	H	I	Pulmón (Mtx. previas)	Tercio medio-prox.	Sí (aloinjerto)
2	73	H	D	Próstata (Mtx. previas)	Tercio medio	—
3	63	M	D	Mama (Mtx. previas)	Tercio medio	Sí (aloinjerto)
4	76	H	I	Próstata	Tercio medio-dist.	—
5	61	M	I	Mama (Mtx. previas)	Tercio medio-prox.	—
6	66	M	I	Mama	Tercio medio-prox.	Sí (aloinjerto)
7	76	H	D	Mieloma múltiple	Tercio medio	—
8	82	H	D	Próstata (Mtx. previas)	Tercio medio	—

\*<sup>1</sup>: En el momento del diagnóstico. \*<sup>2</sup>: Se cita si hubo o no metástasis previas. \*<sup>3</sup>: Anterógrado y a cielo cerrado en todos los casos. \*<sup>4</sup>: En base a datos clínicos a la semana de la intervención. D: derecha; Mtx.: metástasis; Prox.: proximal; Dist.: distal; AP: anteroposterior; LAT: lateral; PR: parálisis radial ipsilateral; Dem.: demasiado; Procid.: procidencia; Bloq.: bloqueo; Torn.: tornillo.

En las fracturas iniciales se procedió al enclavado con bloqueo distal en todos los casos, y proximal en 29 de 35 casos (82,8%). Las formas de bloqueo proximal fueron 1 tornillo lateral en 12 casos (41,3%), 1 tornillo anteroposterior en 3 (10,3%) casos, 2 laterales en 8 (27,5%) y 1 lateral y otro anteroposterior en 6 (20,6%). En las patológicas, sólo un caso no fue bloqueado proximalmente, realizándose en los otros casos con 1 (3 casos) o 2 tornillos laterales (4 casos). Esta decisión se basó en el libre criterio personal del cirujano responsable.

Todas las intervenciones quirúrgicas se realizaron bajo control radioscópico e intensificador de imágenes intraoperatorio. Antes de la operación los pacientes fueron inmovilizados con un cabestrillo antirrotatorio.

## RESULTADOS

### Complicaciones quirúrgicas y consolidación de la fractura (en general)

Radiológicamente, el punto de entrada del clavo, entre el troquíter y el límite lateral del cartílago articular de la cabeza, se consideró correcto en 41 de 43 casos. Sólo en 2 casos de fracturas iniciales el punto de entrada fue demasiado externo, ocasionando la entrada no lineal del implante. Sin embargo, no se observó ninguna alteración en el fresado ni fracturas iatrogénicas.

De las 5 fracturas iniciales no bloqueadas, 2 tuvieron una evolución correcta con buena movilidad; otro caso sufrió colapso fracturario con migración proximal del clavo, ausencia de consolidación y reintervención con extracción del material de osteosíntesis (EMO), colocación de placa y tornillos, y autoinjerto a los 9 meses; en otro caso con ausencia de consolidación ocurrió la rotura de una de las aletas distales a los 7 meses, por lo que se le realizó extracción del material de osteosíntesis y colocación de una ortesis durante 2 meses; el último caso, reintervenido tras incorrecto enclavado con clavo de Küntscher, fue seguido

durante 4 meses a lo largo de los cuales no se apreciaron signos de consolidación.

En 16 (13 fracturas iniciales, 3 patológicas) de 43 (37,2%) pacientes el implante que se colocó fue excesivamente largo, llegando así a ocupar todo el canal fresado, lo que evitó la correcta expansión de las aletas (bloqueo distal) comprometiendo la estabilidad de la fijación. De hecho, 5 fracturas iniciales en las que el bloqueo distal no fue correctamente expandido terminaron en pseudoartrosis, y requirieron procedimientos adicionales para lograr la consolidación. Las complicaciones del bloqueo distal quedan así englobadas dentro de este apartado, excepto las debidas a su rotura (sólo en un caso).

La complicación técnica siguiente en frecuencia fue la procedencia proximal del clavo con 11 casos (8 fracturas iniciales; 3 patológicas; 25,5%). Esto obligó a la retirada del implante, tras la consolidación, en 4 de los 8 casos de fracturas iniciales (50%), por ocasionar limitación en la movilidad del hombro (sobre todo a la abducción), la cual no mejoró pese a la rehabilitación intensiva previa que se prescribió en todos ellos.

Los problemas derivados del bloqueo proximal se dieron en 5 (3 en fracturas iniciales y 2 en patológicas) casos (11,6%). Por errores de medición, los tornillos que se utilizaron fueron de longitud excesiva en 3 pacientes. En un paciente de edad avanzada los tornillos no hicieron una presa adecuada por situarse en hueso osteoporótico y en otro oncológico no llegaron hasta la segunda cortical, a pesar de tener una adecuada longitud. No se encontraron tornillos fuera de su agujero ni de insuficiente longitud.

Los problemas del bloqueo distal se han comentado anteriormente y estuvieron relacionados íntimamente con la excesiva longitud del implante.

No encontramos fracasos del material de osteosíntesis, salvo la rotura de una aleta a los 7 meses de la intervención en un caso de fractura inicial, que acabó en pseudoartrosis.

Se encontró infección posoperatoria en dos casos. Hubo un caso de infección superficial, que se resolvió con anti-

Tipo de enclavado* <sup>3</sup>	Dolor* <sup>4</sup>	Evaluación funcional* <sup>5</sup>	Lesión radial asociada	Complicaciones
Bloq. prox. (2 LAT)	Mejoría	Excelente (293)	—	No
Bloq. prox. (1 LAT)	Mejoría	Buena (86)	—	Clavo dem. largo. Procid.prox.
Bloq. prox. (1 LAT)	Mejoría	Buena	—	Procid. prox.
Bloq. prox. (1 LAT)	Mejoría	Insatisfactoria (77)	—	Clavo dem. largo. Torn. bloq. prox. largo
Bloq. prox. (2 LAT)	Igual	Insatisfactoria (108)	PR	Clavo dem. largo. Torn. bloq. prox. no llega 2. <sup>a</sup> cortical
Bloq. prox. (2 LAT)	Mejoría	Insuficiente (73)	—	Procid. Prox.
No bloq. prox.	Mejoría	Excelente	—	No
Bloq. prox. (1 LAT)	Mejoría	Buena (119)	—	No

\*<sup>5</sup>: En el momento de la estabilización funcional. Se marca entre paréntesis la supervivencia en días en el caso de constituir éxitus durante el estudio. H: hombre; M: mujer; I: izquierda;



Figura 1. Ausencia de consolidación a los 2 meses tras enclavado de Seidel (B) por lesión lítica de carcinoma de próstata (A).

bioterapia intravenosa y desbridamiento, y otro de osteomielitis. También hubo un caso de lesión de la arteria humeral, que requirió reparación vascular concomitante con la reducción abierta y estabilización de la fractura.

En un paciente en el que existía duda en cuanto a la estabilidad de la síntesis, se colocó una ortesis suplementaria durante un período de 60 días.

En los 29 casos de fracturas iniciales que completaron un correcto seguimiento, se logró la consolidación en 23 (79,3%) en una media de 106,5 días (rango 75-150). Sólo un caso de este grupo se requirió el uso adicional de una ortesis durante 2 meses. Los restantes 6 casos (21,7%) correspondieron a pseudoartrosis.

En las fracturas patológicas se observó una disminución temprana del dolor tras la cirugía en 6 de los 8 pacientes (75%).

### Movilidad

Se realizó la valoración funcional de la movilidad del hombro según la escala de Neer, obteniéndose una movilidad buena/excelente en el 65,1% de los casos (23 iniciales, 5 patológicas) tras la estabilización funcional de la misma. El resto se evaluaron como insatisfactorias, excepto 2 casos clasificados como insuficientes (1 en cada grupo). En

4 casos (todos fracturas iniciales) que presentaban procedencia proximal del clavo, la calificación mejoró tras la retirada del implante, considerándose ésta como avance de un grado en la escala de Neer. La extracción del clavo se realizó siempre tras comprobar la consolidación fracturaria.

Hubo 6 casos (13,9%) de parálisis radial preoperatoria (una sobre fractura patológica; todas ellas se recuperaron espontáneamente, entre uno y tres meses tras la operación) y uno (2,3%) de parálisis posoperatoria (sobre fractura patológica, que no se pudo revalorar por el rápido deterioro constitucional y fallecimiento del individuo). La frecuencia de lesiones del nervio radial fue similar en todo el rango de edades (16,6-18,1%), aunque en la mayoría de las fracturas iniciales se asociaba a lesiones por alta energía (83,3%). No se notificó ningún caso de parálisis del nervio axilar. El 54% de las fracturas iniciales precisaron rehabilitación tras la retirada del cabestrillo.

### DISCUSIÓN

Clásicamente, el tratamiento de las fracturas de la diáfisis del húmero ha sido preferiblemente ortopédico<sup>9,10</sup>, siempre y cuando considerásemos como límites de una reduc-

ción satisfactoria los 20° de angulación anteroposterior, 30° de varo-valgo y 3 cm de acortamiento, los cuales permiten un resultado funcional y cosmético aceptable<sup>11</sup>. Es ampliamente asumido<sup>12,13</sup> que una fractura cerrada de la diáfisis humeral que pueda ser reducida y mantenida con una inmovilización, curará y permitirá una buena restauración de la función del hombro y codo.

Los resultados del tratamiento con el yeso son bastante satisfactorios<sup>14</sup> pero, en la actualidad, se sigue debatiendo si debe ser el tratamiento de primera elección de las fracturas diafisarias del húmero<sup>15</sup>. Antes de iniciar un tratamiento conservador es muy importante que el paciente acepte como posible secuela una deformidad estética y que es necesario un seguimiento estricto de la lesión, sobre todo durante las primeras semanas, además de hacer constar que puede que no sea suficiente y haya que recurrir a la intervención. Otra de las desventajas es que el tiempo de tratamiento es usualmente mucho más largo<sup>16</sup> que el derivado de un tratamiento quirúrgico, lo que tiene importantes implicaciones a nivel laboral. No obstante, una intervención también tiene los riesgos derivados de su complicaciones<sup>17</sup>, relacionadas con el material de osteosíntesis, la infección y el daño neurovascular.

En cualquier caso, no podemos dejar de citar las indicaciones de tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de este hueso<sup>18,19</sup>, ampliamente aceptadas actualmente por los cirujanos ortopédicos:

1. Fracturas en las que no se puede mantener una correcta reducción con métodos conservadores.
2. Fracturas con extensión intra- o yuxtaarticular.
3. Fracturas asociadas a daño vascular/neurológico (o ambos).
4. Aquellas con fracturas adyacentes ipsilaterales (hombro o codo flotante).
5. Fracturas con tercer fragmento o con gran pérdida ósea.
6. Fracturas patológicas.
7. Fracturas abiertas.
8. Pseudoartrosis.
9. Fracturas en pacientes politraumatizados o en los que se sospeche escasa colaboración/mal resultado del tratamiento conservador.
10. Fracturas humerales bilaterales.
11. Aquellas que tengan lesiones asociadas que dificulten su manejo ortopédico.

Para la fijación de las fracturas de la diáfisis del húmero no sólo se puede recurrir al enclavado, la osteosíntesis con placa y tornillos también está disponible y ha obtenido buenos resultados como demuestra la literatura<sup>20,21</sup>. Esta técnica tiene las ventajas derivadas de una exacta consolidación *per primam* de los fragmentos. El abordaje evita la lesión del manguito rotador y permite la exploración de las partes blandas asociadas. Sin embargo, su utilización presenta una larga lista de inconvenientes<sup>22</sup>, entre los que se enumeran la

amplia disección de las partes blandas, el mayor tiempo de cirugía y el aumento de sangrado intra y posoperatorio. La disección extensa lesiona la vascularización perióstica, lo que aumenta la probabilidad de retraso/ausencia de consolidación, sobre todo en fracturas conminutas. Por el riesgo de ruptura o desmontaje del implante, al ser éste excéntrico y extraóseo, no es aconsejable el uso libre de la extremidad hasta la consolidación. En determinados abordajes son necesarias una amplia exposición y liberación del nervio radial, con riesgo de lesión iatrogénica del mismo. En fracturas con importante conminución o pacientes con huesos osteoporóticos o patológicos, pueden encontrarse problemas para la reducción y para el correcto agarre de los tornillos, lo que pretenden evitar las nuevas técnicas de fijación interna con tornillos de bloqueo, enroscados a la placa, y de compresión («Locking Compression Plate», LCP, Synthes<sup>®</sup>). La retirada de la placa supone un riesgo importante de lesión neurológica y existe la posibilidad de refractura. Para algunos autores, la incidencia de pseudoartrosis, así como de osteomielitis, es mayor tras osteosíntesis con placa que con enclavado endomedular<sup>23</sup>.

El enclavado endomedular de los huesos largos, por ser una técnica a cielo cerrado, disminuye el sangrado, los riesgos de infección y de lesión neurológica. Con el uso de clavos endomedulares se evita la osteopenia cortical por debajo de la placa. La técnica es, teóricamente, más fácil que la síntesis a cielo abierto, lo que acorta el tiempo de cirugía. La intervención lesiona en menor grado las partes blandas (excepto en el punto de entrada), los músculos y los ligamentos, y permite la movilización precoz de las articulaciones, evitándose así el desarrollo de adherencias. La refractura después de la retirada del implante es excepcional. Como inconvenientes se señalan la lesión de la circulación endóstica, la radiación intraoperatoria y los problemas derivados de la vía de abordaje.

Básicamente existen dos tipos de implantes endomedulares: los clavos flexibles y los clavos encerujados. Su inserción en el húmero puede hacerse vía anterógrada, a través de la cabeza humeral, o retrógrada, perforando la cortical posterior inmediatamente por encima de la fosita olecraniana.

Los clavos flexibles de Rush, de Ender y de Hackethal presentan una tasa de unión aceptable con bajas tasas de infección. Dada la flexibilidad de los mismos, existe una pequeña movilidad controlada en el foco de fractura, lo que estimula la formación de un callo externo y una rápida consolidación de las fracturas. Los clavos son relativamente fáciles de introducir, pero se recomienda llenar el canal con el mayor número posible de ellos, dada la escasa estabilidad que aporta el sistema basado en la fijación en tres puntos. El enclavado tipo Hackethal<sup>24</sup> permite, a través de un abordaje retrógrado, la síntesis mediante varias agujas de las fracturas muy proximales a la cabeza humeral. Sin embargo, los clavos flexibles no controlan los efectos de la gravedad y

proporcionan una débil estabilidad en rotación, por lo que suele ser necesario un soporte externo<sup>25</sup>.

El clavo de Seidel deriva del clavo de Küntscher y se trata de un implante adaptado al canal del húmero. Admite el bloqueo proximal y distal. Teóricamente proporciona una estabilidad funcional inmediata.

Recientemente se han introducido en nuestro medio nuevos clavos endomedulares, como son el Polaris (Acumed<sup>®</sup>) y el sistema UHN/PHN (Unreamed Humeral Nail/Proximal Humeral Nail, Synthes<sup>®</sup>), que poseen múltiples posibilidades de bloqueo. Esto permite una apropiada fijación de los fragmentos, incluso en hueso osteoporótico (gracias a la su inserción mediante hoja espiroidea). Ambos (excepto el PHN) pueden insertarse de forma anterógrada o retrógrada según las necesidades. Los resultados preliminares publicados en la literatura<sup>26</sup> de estas novedosas técnicas se muestran superiores al enclavado de Seidel, en cuanto a la incidencia de pseudoartrosis, estabilidad de los fragmentos y evaluación funcional, sobre todo en los casos de inserción retrógrada.

La población de nuestro estudio es comparable a la de otros publicados<sup>27</sup> por la edad, el sexo, el lado, las lesiones asociadas o la etiología de la fractura. También coincidimos en el número más elevado de fracturas del lado izquierdo en aquellas potencialmente osteoporóticas, hecho que viene acompañado por la preponderancia en edades avanzadas en el sexo femenino.

En nuestra escuela, como en muchas otras<sup>28</sup>, el enclavado humeral se realizó siempre de forma anterógrada, por lo que somos escépticos en cuanto a los resultados de la introducción retrógrada de un clavo no así concebido inicialmente. También están los que abogan por la vía anterógrada para las fracturas del tercio medio-proximal y la retrógrada para las restantes, basándose en criterios de estabilidad y de resultados funcionales<sup>29</sup>.

Nosotros hemos encontrado una altísima cifra de complicaciones (fig. 2) como ya ocurrió en otros trabajos<sup>30</sup>. El problema más evidente, con diferencia, es el derivado de una mala técnica quirúrgica. La longitud del implante debe ser al menos 1 cm inferior al dispuesto tras la medición sobre la guía de fresa, puesto que un relleno homogéneo de la cavidad medular es siempre ficticio, a pesar del fresa. La obviedad de este precepto hace que las aletas del implante queden encastradas en el final del canal, inactivando el bloqueo distal y pudiendo así emigrar el clavo si no se utiliza el bloqueo proximal (fig. 3).

Por lo tanto, frente a las dificultades de un correcto relleno medular y un eficaz bloqueo distal, es también muy importante constatar la obligatoriedad del enclavado estático. Más de la mitad de las fracturas iniciales de nuestro estudio que no siguieron este principio tuvieron problemas de consolidación, lo que denotaría falta de estabilidad en el foco de fractura.

Creemos que en muchos casos un mal resultado funcional del hombro se debió a la procidencia proximal del clavo, lo que ocasionó un conflicto subacromial, como ya señaló Van der Griend. En nuestro trabajo, al menos 4 de los 9 clavos que sobresalían de la cortical superior del troquíter tuvieron que ser retirados, con evidente mejoría funcional. Asimismo, dados los datos de nuestro estudio pensamos que la rehabilitación sin la retirada del implante protruido es inútil en cuanto a mejorar el rango de movilidad, por cuanto seguirá el impedimento mecánico. No valoramos las posibles lesiones del manguito de los rotadores respecto a la vía de abordaje, el portal de entrada o la introducción del implante; sin embargo, dicha lesión y otras, como la del tendón de la porción larga del bíceps, provocada por el bloqueo proximal anteroposterior sí han sido citadas claramente en la literatura<sup>31</sup>.

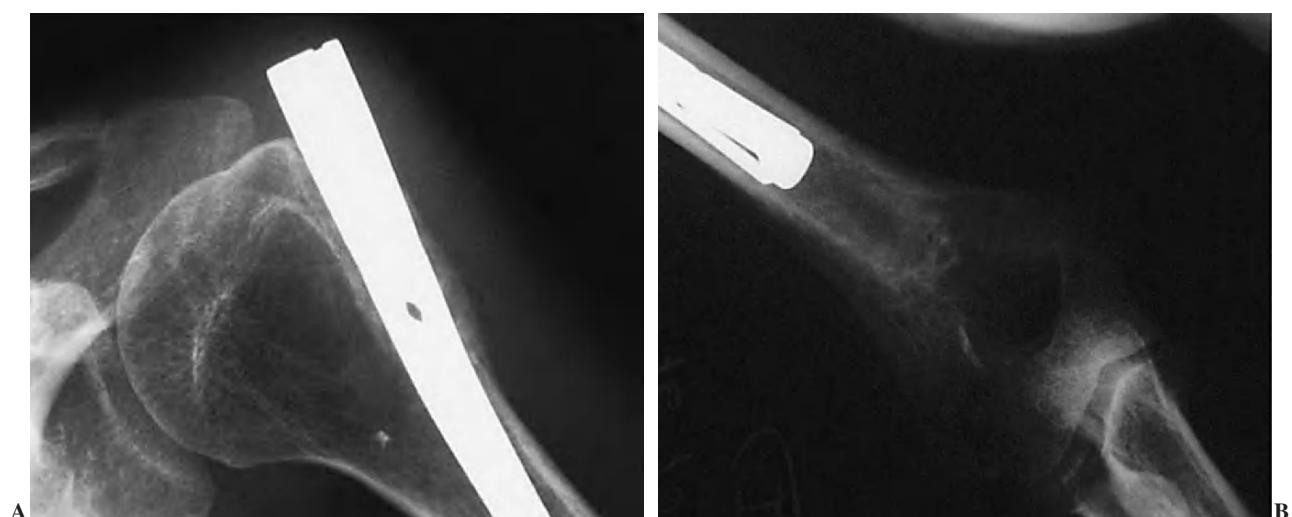


Figura 2. Diferentes complicaciones técnicas asociadas con el enclavado de Seidel. Punto de entrada externo y procidencia proximal (A) y falta de correcta expansión de las aletas, con insuficiente enroscado de la oliva distal (B).

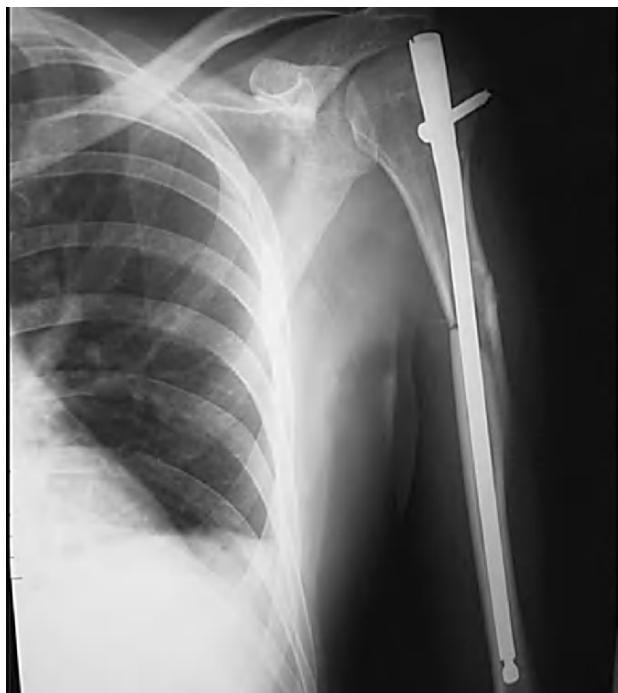


Figura 3. Imagen radiográfica que demuestra fallo del bloqueo distal y procedencia proximal del clavo (implante demasiado largo).



Figura 4. Imagen radiográfica que demuestra tornillo de bloqueo proximal demasiado largo, rozando la glenoides.

Los problemas del bloqueo proximal fueron otra de las complicaciones. Se resumieron en longitud excesiva, presa inadecuada y falta de avance hasta la segunda cortical, pero no encontramos tornillos fuera de su sitio ni cortos (fig. 4).

No obstante, creemos que las mejoras en el diseño del implante y de su instrumental han permitido un descenso notable de los problemas relacionados con el fracaso del material de osteosíntesis, como la colocación incorrecta de los tornillos de bloqueo, el desmontaje de la oliva distal o la rotura del implante, hechos que sí han sido descritos en trabajos anteriores.

La tasa de consolidación (fig. 5) fue relativamente baja, en torno al 80%, y, aunque ésta es muy variable en la literatura, es similar a la encontrada por otros estudios<sup>32</sup>. Muchas pseudoartrosis aparecieron en relación con fallos o ausencias en el bloqueo de los implantes. Esta circunstancia puede hacer superar el umbral de inestabilidad para la correcta consolidación de la fractura, aspecto que deberán corroborar estudios ulteriores.

Valoradas la mayoría de las complicaciones, sí que abogamos por un concienzudo estudio preoperatorio (longitud, diámetro del canal, etc., incluso tomando radiografías contralaterales) y en una correcta colocación del paciente en la mesa de quirófano, supervisando estrictamente las proyecciones del intensificador, hasta conseguir verdaderas imágenes ortogonales, detalles éstos de la planificación quirúrgica y técnica intraoperatoria que, no por obvios, deben desdenarse.

Coincidimos con otros autores<sup>33</sup> en que el enclavado puede ser una solución satisfactoria en los pacientes oncológicos con metástasis óseas, pues es muy efectivo en la disminución del dolor, el confort del paciente, la función del miembro afecto y la mayor facilidad para los cuidados de enfermería. La decisión de este proceder quirúrgico debe basarse en el estado de salud del individuo (¿es o no operable?), la extensión de la lesión en el miembro superior, la histogénesis y el estadio tumoral, así como en la esperanza de vida del paciente. Para nosotros, la consolidación de estas lesiones no es un objetivo, pues el proceso tumoral y la escasa esperanza de vida de estos pacientes hacen de la misma una cuestión secundaria y difícil de valorar.

Nuestra tasa de infección posoperatoria es anecdotica, similar a la de Habernek y mucho menor que la citada en el caso de intervenciones a cielo abierto, lo que confirma la disminución de las complicaciones sépticas asociadas a los procedimientos cerrados.

En lo que respecta a las parálisis del nervio radial y axilar encontramos unos porcentajes similares a otros trabajos<sup>34</sup> y coincidimos con ellos en que la exploración del nervio radial sólo ha de realizarse cuando la parálisis se instaure de manera progresiva tras la manipulación de la fractura, en aquellos casos de fracturas abiertas u otras lesiones que requieran limpieza y exploración quirúrgica, en

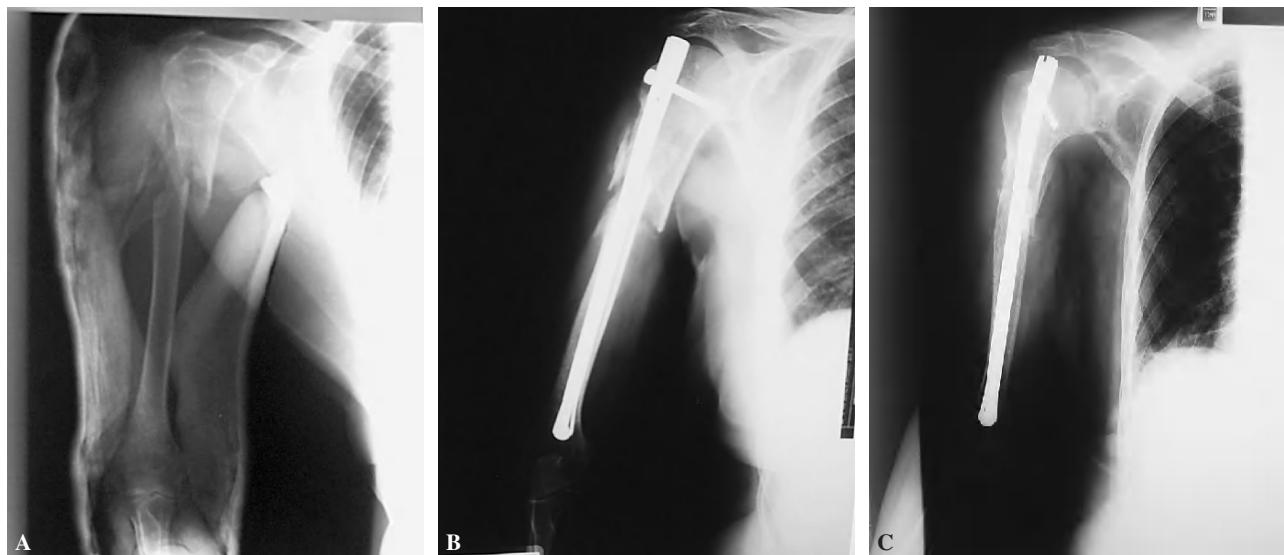


Figura 5. Fractura espiroidea de tercio medio-proximal de húmero derecho. Imágenes anteroposteriores inicial (A), a los 2 meses (B) y a los 5 meses (C) del enclavado de Seidel estático de la misma (en la que ya se aprecia una consolidación total).

contra de otros autores<sup>35</sup>. Todas las parálisis radiales fueron neuroapraxias o axonotmesis, corroborando que los casos de neurotmesis son realmente excepcionales<sup>36</sup>. Observamos un caso de parálisis radial posoperatoria, de dudosa significación clínica por la imposibilidad de seguimiento. En el tratamiento de estos casos debe prevalecer el enclavado, por el improbable riesgo de aumento de lesión nerviosa con el procedimiento cerrado, salvo que se requiera exploración quirúrgica inmediata.

En conclusión, las fracturas diafisarias responden en nuestro medio a dos etiologías bien diferentes: el accidente de tráfico en la población joven y la caída casual, asociada a un más que probable contexto osteoporótico, en las mayores de 65 años. Las lesiones asociadas, por lo tanto, son mucho más frecuentes en el primer grupo. Por otro lado, las lesiones tumorales en la diáfisis tumoral normalmente aparecen después de que la neoplasia original haya metastatizado en otros lugares del organismo.

El clavo de Seidel teóricamente permite tratar una gran variedad de fracturas diafisarias del húmero, siendo su versatilidad una de sus principales cualidades. En la práctica, como observamos en el presente trabajo, su alto porcentaje de complicaciones, unido a una vía de inserción anterógrada con importantes implicaciones en cuanto a la movilidad del brazo afecto, le han restado popularidad, a pesar de las mejoras realizadas en instrumental e implante.

Actualmente, el enclavado de Seidel es una alternativa quirúrgica más, que requiere una técnica cuidadosa pre- e intraoperatoria y una larga curva de aprendizaje, además de una cuidada selección de las fracturas susceptibles del mismo.

La irrupción de nuevos implantes en el mercado tales como el Polaris® o los UHN/PHN® vienen a tratar de solventar los problemas citados. El futuro determinará su validez.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gregory PR Jr. Fracturas de la diáfisis del húmero. En: Bucholz R, Heckmann JD, editores. Fracturas en el adulto. Tomo II. Madrid: Marban, SL; 2003. p. 973-96.
2. Fife D, Barancik JI. Northeastern Ohio Trauma study: III. Incidence of fractures. Ann Emerg Med. 1985;14:244-8.
3. Rose SH. Epidemiological features of humeral fractures. Clin Orthop. 1982;168:24-30.
4. Gregersen HN. Fractures of the humerus from muscular violence. Act Orthop Scand. 1971;42:506-12.
5. Habarnek H, Orther E. A locknail for fractures of the humerus. J Bone Joint Surg Br. 1991;73B:651-3.
6. Neer CS. Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. J Bone Joint Surg Am. 1970;52A: 1077-89.
7. González E, Carrillo FJ, Jiménez A, Piñero A. Tratamiento de las pseudoartrosis diafisarias del húmero mediante clavo encerrojado de Seidel. Rev Ortop Traumatol. 1994;39: 174-8.
8. Seidel H. Humeral locking nail. A preliminary report. Orthopedics. 1989;12:219-26.
9. Reboso 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.
10. Sarmiento A, Kinman PB, Galván EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. J Bone Joint Surg Br. 1995;77B:84-9.
11. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries. J Bone Joint Surg Br. 1985;67B:293-6.

12. Zargorski JB, Latta LL, Zych GA, Finniston AR. Diaphyseal fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;70A: 607-710.
13. Mulier T, Selingson D, Sioen W, Van Den Bergh J, Reynaert P. Operative treatment of humeral shaft fractures. *Acta Orthop Belg.* 1997;63:170-6.
14. Camden P, Nade S. Fractures bracing the humerus. *Injury.* 1985;23:245-8.
15. Modabber MR, Jupiter JB. Operative management of diaphyseal fractures of the humerus. Plate versus nail. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;347:93-104.
16. Ciernik IF, Meier L, Hollinger A. Humeral mobility after treatment with hanging cast. *J Trauma.* 1991;31:230-3.
17. Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Brugess AR. Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68A:1960-70.
18. Watanave RS. Intramedullary fixation of complicated fractures of the humeral shaft. *Clin Orthop.* 1993;292:255-63.
19. De Pedro JA, San Juan A, Domínguez J, Amigo L, De Nú L. Indicaciones límite del enclavado encerrojado de húmero. *Rev Ortop Traumatol.* 2001;45:51-5.
20. Vander Griend R, Tomasin J, Frazier Ward E. Open reduction an internal fixation of humeral shaft fractures. *J. Bone Joint Surg Am.* 1986;68A:430-3.
21. Foster RJ, Dixon GJ, Bach AW, Appleyard RW, Colorado A, Green TM. Internal fixation of fractures and non-unions of the humeral shaft. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67A:857-64.
22. Rommens PM, Verbruggen J, Broos PL. Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures. A review of 39 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77B:84-9.
23. Kempf I, Heckel T, Pidhorz LE, Tagland 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.* 1995;80:5-13.
24. Durbin RA, Gottesman MJ, Saunders KC. Hackethal stacked nailing of humeral shaft fractures. Experience with 30 patients. *Clin Orthop.* 1983;179:168-74.
25. Hall RF Jr, Pankovich AM. Ender nailing of acute fractures of the humerus. An study of closed fixation by intramedullary nails without reaming. *J Bone Surg Am.* 1987;69A:558-67.
26. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;350:26-39.
27. González C, Ortega MA. Fracturas del húmero. Enclavado endomedular con clavo de Seidel. *Rev Ortop Traumatol.* 2001;4:290-8.
28. Lin J, Hou SM. Anterograde locked nailing for humeral shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;365:201-10.
29. Ingman AM, Waters DA. Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. Implant design, surgical technique and clinical results. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76B:23-9.
30. Svend-Hansen H, Skettrup M, Rathcke MW. Complications using the Seidel intramedullary humeral nail: outcome in 31 patients. *Acta Ortop Belg.* 1998;64:291-5.
31. Evans PD, Conboy VB, Evans EJ. The Seidel humeral locking nail: an anatomic study of the complications from locking screws. *Injury.* 1993;24:175-6.
32. Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM, Macqueen MM. Locked nailing in humeral shaft fractures, experience in Edinburgh over two year period. *J Bone Joint Surg Br.* 1992; 74B:558-62.
33. Tomé J, Carsi B, García-Fernández C, Marco F, López-Durán Stern L. Treatment of pathologic fractures of the humerus with Seidel nailing. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;350:51-5.
34. Holstein A, Lewis GM. Fracture of the humerus with radial-nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45A:1382-8.
35. Böstman O, Bakalim G, Vainionpää S, Wilppula E, Pätiälä H, Rokkanen P. Immediate radial nerve palsy complicating fracture of the shaft of the humerus: when is early exploration justified? *Injury.* 1985;16:499-502.
36. Sonneveld GJ, Patka P, Van Mourik JC, Broere G. Treatment of fractures of the shaft of the humerus accompanied by paralysis of the radial nerve. *Injury.* 1997;18:404-6.

**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 ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.