

Fracturas diafisarias de húmero

Enclavijamiento intramedular con agujas de Hackethal por vía epicondílea lateral

E. SÁNCHEZ ALEPUZ, F. BAIXAULI, F. LÓPEZ VIÑAS y R. VILAR DE LA PEÑA

Servicio de COT. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

Resumen.—Presentamos un estudio de 58 pacientes con fracturas diafisarias de húmero tratados mediante enclavijamiento intramedular con agujas de Hackethal por la vía epicondílea lateral. Se analizan las indicaciones quirúrgicas y la técnica empleada y se valoran los resultados finales tanto clínica como radiológicamente, obteniendo buenos resultados en el 85% de los casos y malos en el 15%. La causa principal de estos malos resultados fue la aparición de pseudoartrosis, relacionándose ésta con diástasis del foco de fractura después de la reducción y la existencia de fuerzas distractoras y rotacionales en los métodos de inmovilización postquirúrgica.

DIAPHYSEAL FRACTURES OF THE HUMERUS. INTRAMEDULLARY PINNING WITH HACKETHAL NAILS INSERTED THROUGH THE LATERAL EPICONDYLE

Summary.—This study was based on 58 patients with diaphyseal fractures of the humerus, treated by Hackethal fascicular intramedullary pinning inserted at the lateral humeral epicondyle. We analysed the indications for the operation using the modified Hackethal technique. We evaluated the final clinical and radiological results, obtaining 85% good results and 15% poor results. The main cause for these poor results was the appearance of no-union due to diastasis of the fracture focus after reduction and the presence of traction and rotational forces in the postoperative immobilization methods.

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de húmero representan, aproximadamente, el 1% de todas las fracturas de nuestro esqueleto y entre el 1,2 y 1,5% de todas las fracturas de las extremidades en los adultos. La diálisis humeral es una de las localizaciones donde los tratamientos tanto quirúrgicos como ortopédicos han sido muy variados.

En la mayoría de los casos de fracturas de la diálisis humeral el tratamiento de elección sigue siendo ortopédico (1-6) mediante métodos de inmovilización: yesos toracobraquiales, vendajes de Velpeau, yesos funcionales, férulas conformadas en «U» de Charnley o métodos de tracción continua:

yesos colgantes de Caldwell, tracción al cémit, etc.; sin embargo, estos métodos no están exentos de inconvenientes y contraindicaciones, por lo que en algunas ocasiones estaría indicado un tratamiento quirúrgico, siendo una de las alternativas el enclavado de Hackethal (Tabla I).

En el presente estudio se revisan las fracturas de húmero que fueron tratadas quirúrgicamente me-

Tabla I: Indicaciones del tratamiento quirúrgico de las fracturas diafisarias de húmero

- Fracturas inestables para mantenerlas con métodos ortopédicos.
- Fracturas segmentarias.
- Fracturas transversa y oblicuas cortas.
- Fracturas bilaterales.
- Fracturas patológicas.
- Fracturas con lesión neurovascular asociada, en politraumatizados y en obesos.
- Fracturas abiertas.

Correspondencia:

Dr. EDUARDO SANCHEZ ALEPUZ
Mar, 42
46520 Pto. Sagunto. Valencia

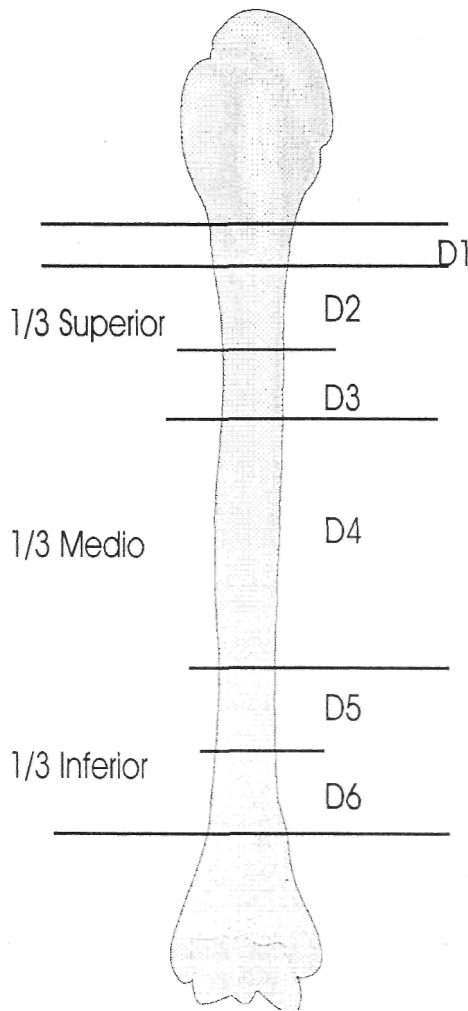


Figura 1. Segmentación según Hackethal modificado por De la Caffinière (7).

dianete enclavijamiento intramedular con agujas de Hackethal introducidas por vía epicondílea lateral, valorando sus resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han revisado retrospectivamente 58 pacientes consecutivos con fractura de la diáfisis humeral, tratados quirúrgicamente mediante enclavijamiento intramedular con agujas de Hackethal empleando en todos los casos la vía epicondílea lateral. El período de la revisión comprende desde 1983 hasta 1995, siendo 24 mujeres y 34 varones. La edad media fue de 39 años, con un rango entre 10 y 87 años, siendo las décadas tercera y cuarta las más frecuentes. El seguimiento medio fue de 16 meses.

En todos los casos el mecanismo de lesión fue por golpe directo o por caída con el brazo en extensión, siendo la etiología más frecuente los accidentes de tráfico en 33 casos, caídas causales en 18 y otras causas en 9. El lado derecho se afectó en 28 ocasiones y el izquierdo en 30. Las fracturas fueron clasificadas en función de su locali-

zación y tipo de trazo de fractura. El 13% correspondieron al tercio superior (zonas D2 y D4 de Hackethal), el 75% al tercio medio (zona D4) y el 12% al tercio inferior de la diáfisis humeral (zona D5) (Fig. 1).

En cuanto al tipo de trazo de fractura, 21 fueron transversales, 15 oblicuas cortas, 6 en pico de flauta, 10 conminutas y 4 segmentarias, en más del 90% de los casos se trataba de fracturas inestables.

De los 58 pacientes de la serie, 18 eran pacientes politraumatizados con múltiples lesiones musculoesqueléticas y en otros órganos.

Técnica quirúrgica. Todos los enfermos fueron intervenidos bajo anestesia general y en posición de decúbito supino. Se realizó una incisión mínima a nivel del epicondilo lateral y se inició la apertura ósea con un punzón curvo. Posteriormente se introducen las agujas de Hackethal orientadas de manera que existan 3 puntos de apoyo a lo largo de la diáfisis humeral. En algunos pacientes se precisó realizar una pequeña trinchera ósea en la puerta de entrada para poder introducir más de 2 agujas como describió Caffinière (7). El número de agujas introducidas fueron 1 en 12 pacientes, 2 en 24, 3 en 18 y 4 en 4.

La inmovilización postoperatoria fue con férula braquial en 21 casos, vendaje de Velpeau en 5, minibrazal en 6, vendaje de Payr en 2 y brazal de yeso en 19.

Para la valoración de los resultados se han seguido criterios clínicos y radiológicos (Labis 11), dentro de los primeros se valoró fundamentalmente el dolor, la funcionalidad del miembro afecto (hombro y codo) y la opinión subjetiva del paciente. Dentro de los criterios radiológicos se valoró el tiempo de consolidación de la fractura, así como la superficie de contacto óseo, diástasis interfragmentaria y la existencia o no de angulación postoperatoria en el plano anteroposterior.

RESULTADOS

De los 58 pacientes intervenidos se han excluido 8 de la valoración final, 1 por exitus por su patología de base (adenocarcinoma renal), 2 por seguimiento menor de 2 meses y 5 por traslado a otros centros tras el tratamiento. Los resultados clínicos (Tabla III) fueron buenos en el 85% y malos en un 15% de los pacientes. Radiológicamente, los períodos de consolidación ósea fueron de 4 a 6 semanas en 7 pacientes, de 6 a 12 en 32, de más de 12 en 4 y no consolidaron en 7 pacientes.

Como complicaciones inmediatas se detectaron una intolerancia a las agujas en la puerta de entrada y 2 protusiones de las agujas a nivel proximal, que obligaron a su extracción precoz. En cuanto a las complicaciones tardías hubo 8 retardos de consolidación, 7 pseudoartrosis, 1 neuroapraxia del

Tabla II: Criterios para la valoración de resultados*Criterios radiológicos*

1. Superficie de contacto óseo (medido en porcentaje respecto a la superficie de la diáfisis humeral):
 - a) 0-25%.
 - b) 25-50%.
 - c) 50-75%.
 - d) 75-100%.
2. Diástasis del foco:
 - a) No.
 - b) 1-5 mm.
 - c) 5-10 mm.
 - d) > 10 mm.
3. Angulaciones en el plano anteroposterior:
 - a) No.
 - b) < 10°.
 - c) > 10°.
4. Tiempo de consolidación:
 - a) No.
 - b) 4-6 semanas.
 - c) 6-12 semanas.
 - d) > 12 semanas.

Criterios clínicos

1. Dolor:
 - a) No.
 - b) Esporádico.
 - c) Tolerable.
 - d) Intolerable.
2. Movilidad del hombro:
 - a) Normal.
 - b) Disminuida: abducción, antepulsión, retropulsión, rotación interna y rotación externa.
3. Movilidad del codo:
 - a) Normal.
 - b) Disminuida: flexión, extensión, pronación y supinación.
4. ¿Hace los mismos trabajos que antes de la lesión?:
 - a) Todos.
 - b) Algunos.
 - c) Ninguno.
5. Opinión subjetiva del enfermo:
 - a) Buena.
 - b) Regular.
 - c) Mala.

nervio radial a partir de los 9 meses de evolución, por la inclusión del nervio en el puente óseo interfragmentario que se formó con la consolidación, 5 casos de limitación de la abducción del hombro a partir de los 130° y 6 casos con pérdida de la extensión del codo entre 5 y 10°.

Los malos resultados obtenidos en nuestra serie (15%) estaban estrechamente relacionados con los 7 casos de pseudoartrosis. Se han analizado los posibles factores que podrían influir en la aparición de estas pseudoartrosis y, por tanto, de malos resultados,

Tabla III: Resultados clínicos*Dolor*

- No: 42 pacientes (84%).
- Esporádico: 6 pacientes (12%).
- Tolerable: 2 pacientes (4%).

Movilidad del hombro

- Normal: 45 pacientes (90%).
- Lim. leve: 5 pacientes (10%) (abducción y rotación interna).

Movilidad del codo

- Normal: 39 pacientes (78%).
- Lim. leve: 6 pacientes (22%).

Opinión subjetiva

- Buena: 45 pacientes (90%).
- Regular: 2 pacientes (4%).
- Mala: 3 pacientes (6%).

Reinserción laboral

- Normal: 43 pacientes (86%).
- Alguna lim.: 7 pacientes (14%).

sin encontrar relación con la edad de los pacientes, sexo, trazo de fractura y nivel, número de agujas introducidas, ni angulaciones postredireccionales a nivel del foco de fractura en el plano anteroposterior. Por contra, sí existía mayor incidencia de pseudoartrosis con significación estadística ($p < 0,05$) en los pacientes con falta total de contacto óseo, junto con diástasis mayores de 2 mm. y en aquellos casos donde, independientemente del número de agujas, la técnica de los 3 puntos de apoyo no se realizó correctamente (7). Los retardos de consolidación no requirieron ninguna medida terapéutica, consolidando en todos los casos antes de los 6 meses y sin secuelas.

De los 7 pacientes con pseudoartrosis, 2 no fueron intervenidos, 1 por tratarse de una fractura patológica con muy mal estado general y otro por negativa del propio paciente a ser intervenido. Al resto se les practicó bajo anestesia general una decorticación de la 1/2 a 3/4 partes de la circunferencia del hueso y con una extensión aproximada de 8 a 10 cm., con posterior estabilización del foco de fractura con una placa de compresión dinámica (DCP) de 6 tornillos y rellenando el foco de pseudoartrosis con injerto de corticoesponjosa obtenida de cresta ilíaca del propio enfermo.

Los resultados con esta técnica fueron buenos en 3 casos con consolidación a los 7 y 9 meses de evolución y con mínimas restricciones de la movilidad del hombro y codo. En 2 casos los resultados fueron malos; en 1, porque la mitad proximal de la placa DCP se soltó de su anclaje óseo al mes de la

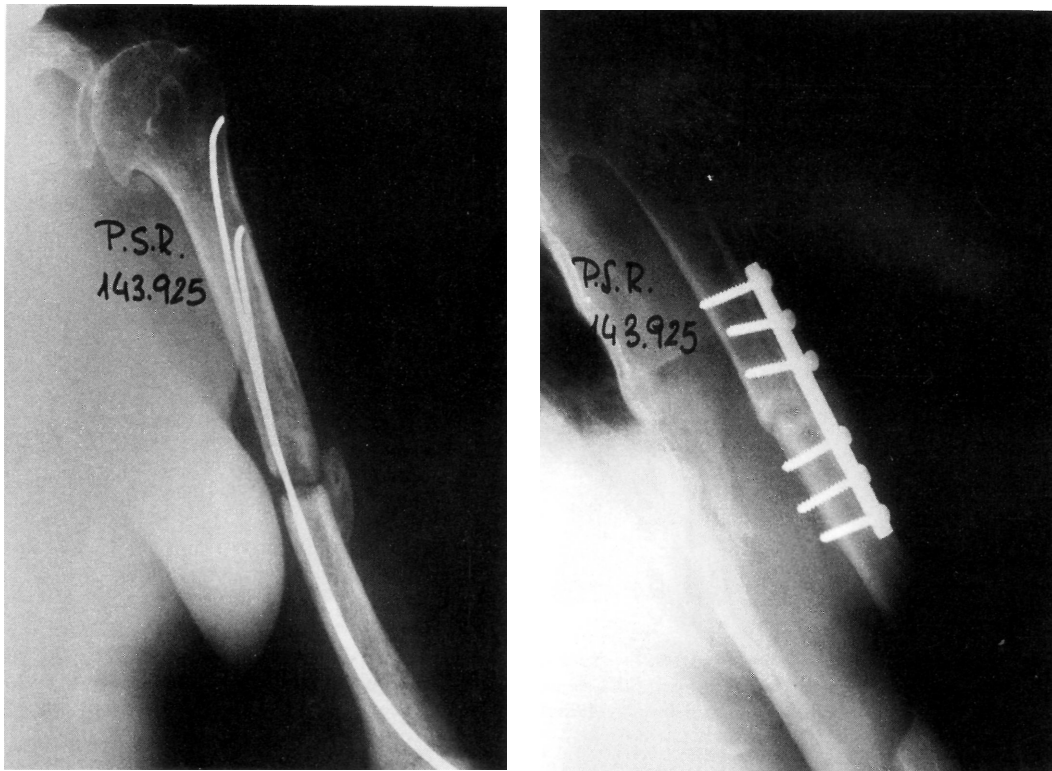


Figura 2. Paciente varón de 60 años con fractura transversa de tercio medio de diáfisis humeral izquierda tratada con agujas de Hackethal por vía epicondilea lateral. A: Control radiológico a los 8 meses de evolución donde se observa una pseudoartrosis del foco de fractura en paciente con mala técnica quirúrgica e incorrecta inmovilización postoperatoria con yeso conformado. B: Resultado del tratamiento de la pseudoartrosis con una placa atornillada (7 meses postintervención).



Figura 3. Osteosíntesis con agujas de Hackethal según la técnica de los 3 puntos de apoyo.

intervención, siendo reintervenido nuevamente extrayendo el material de osteosíntesis y colocando un clavo de Rush grueso para estabilizar el foco de pseudoartrosis; en el otro paciente, dada su edad avanzada, se decidió un tratamiento funcional con un brazal de Alkatene.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio en relación a los datos epidemiológicos habituales de edad, sexo, lado afecto, etiología y tipo de fractura no demuestran diferencias importantes con respecto a otras series publicadas (8-10). Los tratamientos ortopédicos de las fracturas diafisarias gozan en general de buenos resultados con índices de pseudoartrosis del 0% en la serie de Lavarde, 1982 (11); 6,3% según André (1); 4% según De Mourgues, 1975 (12), y del 5% según Rabín (2); estos mismos autores refieren una media de limitación de la movilidad del codo y el hombro del 17,5%. Estos índices de pseudoartrosis y limitaciones funcionales aumentan en pacientes politraumatizados (3), en pacientes con lesiones simultáneas de codo u hombro (13) y en

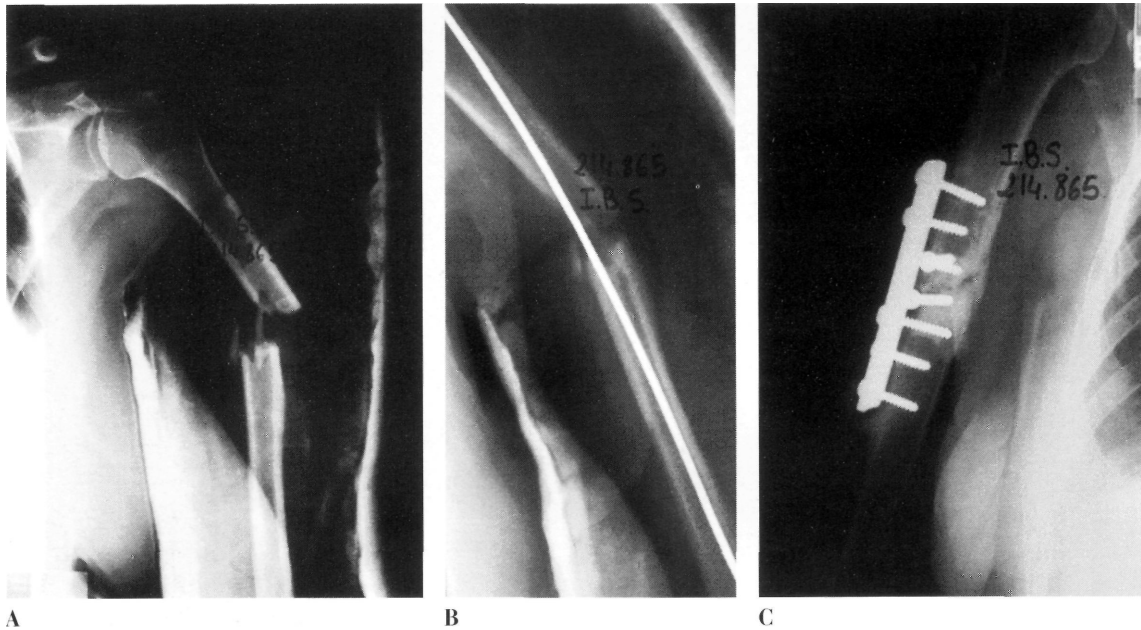


Figura 4. Fractura con excelente resultado. A: Fractura transversa inestable de tercio medio-superior. B: Tratamiento incorrecto con una aguja de Hackethal por falta de estabilización del foco de fractura (teoría de los 3 puntos de apoyo) y por no reducir la diastasis del mismo. Evolucionó hacia pseudoartrosis. C: Resultado del tratamiento de la pseudoartrosis con placa atornillada.

fracturas inestables o que precisen un gran período de inmovilización.

Las principales complicaciones relacionadas con los tratamientos quirúrgicos, y especialmente con el enclavamiento endomedular de húmero, independientemente de la vía empleada y del material de osteosíntesis utilizado (Kirschner, Hackethal, Rus...), son: las no uniones, las infecciones, los problemas neurológicos postoperatorios y las rigideces y pérdidas de movilidad del hombro y codo (1,5, 7, 14-17). Otros inconvenientes relacionados con estos enclavamientos son la poca estabilidad del foco de fractura en el sentido rotacional (19-21) y los problemas derivados de la rotura o emigración del material (17, 18). En nuestra serie no hemos tenido ningún caso de complicación neurológica, como tampoco Brumback con enclavamiento retrógrado con clavos de Ender (22), Caffinière con el enclavado con Hackethal por vía lateral (7) y Durbin con la técnica de Hackethal clásica (23). Otros autores empleando la misma técnica de Brumback (22) presentan un 2,2% de afectaciones del radial. André et al. (1), Gayet et al. (24) y Putz et al. (25) con la técnica de clásica de Hackethal presentan afectaciones del radial en un 3,45, 0,77 y 1,5%, respectivamente. Más recientemente con el enclavamiento anterógrado con el clavo de Seidel se han descrito lesiones en el manguito de los rotadores, protusiones y pérdidas de la fijación distal con riesgo de pseudoartrosis (19-21).

En nuestra serie hubo 1 caso de neuroapraxia del radial tardía, a los 9 meses de la intervención, por inclusión del nervio en el puente óseo del callo de fractura, lo que obligó a la liberación quirúrgica del nervio, recuperándose completamente la lesión.

Según la mayoría de las series de fracturas de húmero revisadas por Gayet et al. (24), el tiempo medio de consolidación de las fracturas es de 64 días, con un rango entre 45 (7) y 73 días (22); por tanto, existirá un retardo de la consolidación, según nuestro criterio, en aquellas fracturas que tardan en consolidar más de 3 meses y menos de 6 sin tener que tomar ninguna medida terapéutica adicional. En nuestra serie hubo 8 casos de fracturas que consolidaron entre los 3 y los 6 meses postintervención.

La complicación más frecuente en todas las series de fracturas de húmero son las pseudoartrosis (5, 8, 9, 25); tal complicación existe cuando pasados 6 meses o 32 semanas (25) no se detectan signos clínicos ni radiológicos de consolidación o se prevé que existan a pesar del tratamiento. En la literatura consultada los porcentajes de pseudoartrosis oscilan del 0% (11) hasta el 27,5% (1), con un índice medio del 4,5% para los enclavados endomedulares en general; en nuestra serie el índice de pseudoartrosis fue del 12% (Tabla IV).

Analizados los factores que influyeron en este porcentaje de pseudoartrosis se comprobó que en la

Tabla IV: Parámetros radiológicos valorados*Superficie de contacto óseo (%)*

- < 25: 3 pacientes.
- 25-50: 4 pacientes.
- 50-75: 2 pacientes.
- > 75: 41 pacientes.

Diástasis interfocal

- No: 35 pacientes.
- 1-5 mm: 10 pacientes.
- 5-10 mm: 2 pacientes.
- > 10 mm: 3 pacientes.

Angulación en plano anteroposterior

- No: 40 pacientes.
- < 10 mm: 6 pacientes.
- > 10 mm: 4 pacientes.

mayoría de los casos no existía suficiente estabilización del foco de fractura en sentido rotacional (9), por falta de anclaje de las agujas según la técnica de los 3 puntos de apoyo y por una incorrecta inmovilización postoperatoria mediante férulas braquiales que no impedían las fuerzas rotacionales sobre el foco de fractura en el miembro afecto. No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el número de agujas empleadas y la aparición de pseudoartrosis, aunque siempre que sea posible se debería estabilizar la fractura con 2 ó 3 agujas; en el caso que no fuera posible técnicamente o por tratarse de un enfermo grave, que requiere medidas urgentes, se deberá colocar una aguja orientada de forma que apoye correctamente en la diáfisis (7, 25) e insistiremos en la inmovilización tipo Velpeau que impida la rotación a nivel del foco de fractura.

Otros factores que aparecen en todos los casos de pseudoartrosis son la falta o escasa superficie de contacto óseo y la diástasis del foco, siendo estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para diástesis mayores de 2 mm. (9); por el contrario no se ha encontrado ningún caso de pseudoartrosis en pacientes que no tenían diástasis del foco.

La técnica del enclavijamiento endomedular con agujas de Hackethal por vía epicondílea lateral es, dentro de las diferentes técnicas de osteosíntesis, una de las más sencillas de realizar y de las de menor probabilidad de complicaciones. En nuestra serie el alto porcentaje de pseudoartrosis (12%) obedeció a que la mayoría de los casos se trataban de fracturas inestables que técnicamente no se estabilizaban correctamente tanto al osteosintetizar la fractura (técnica de los 3 puntos de apoyo) (7, 9) como al inmovilizarla posteriormente al emplear métodos de inmovilización que no evitan las fuerzas rotacionales ni distractoras al nivel del foco de fractura.

Las técnicas de enclavijamiento intramedulares acerrojadas, tanto anterógradas con clavos de Seidel (19, 20, 26) como retrógradas con clavo de Russell-Taylor humeral (21), pretenden evitar las fuerzas de rotación sobre el foco de fractura; sin embargo, son técnicas mucho más cruentas que el enclavijado por vía epicondílea lateral con agujas de Hackethal y posiblemente con mayor número de complicaciones, aunque no exista en la actualidad ningún trabajo comparativo.

CONCLUSIONES

— La técnica descrita está especialmente indicada en fracturas inestables de la diáfisis humeral, politraumatizados, fracturas patológicas, fracturas asociadas a lesiones neurovasculares y en circunstancias especiales.

— La diástasis del foco de fractura es el principal factor en la aparición de pseudoartrosis.

— La inmovilización postoperatoria debe evitar los movimientos rotacionales del foco de fractura y no provocar fuerzas de distracción sobre el mismo.

Bibliografía

1. André S, Feuilhade de Chauvin P, Camilleri A, Bombart M, Tiberi F, Asslineau A. Les fractures recentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Comparaison du traitement orthopédique et des traitements chirurgicaux. *Rev Chir Orthop* 1984;70:49-61.
2. Babin SR, Steinmetz V, Wuyts JL, Katzner M, Schvingt F. Une technique orthopédique fiable dans le traitement des fractures diaphysaires humérales de l'adulte: le plate pendant. Analyse d'une série de 74 cas. *J Chir* 1978;115:653-658.
3. Bell MJ, Beachamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in the patients with multiple injuries. *J Bone Joint Surg* 1985;67B:293-296.
4. Dufour O, Beaufils Ph, Ouaknine M, Vives P, Perreau M. Traitement fonctionnel des fractures récentes de la diaphyse humérale par le méthode de Sarmiento. *Rev Chir Orthop* 1989;75:292-300.
5. Foster RJ, Dixon GL, Bach AW, Appleyard RW, Green TM. Internal fixation of fractures and non-union of the humeral shaft. *J Bone Joint Surg* 1985;67A:857-864.

6. **Zagorski JB, Latta LL, Zych GA, Finnieston AR.** Diaphyseal fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1988;70A:607-610.
7. **De la Caffinière JY, Kassab G, Ould Ouali A.** Traitement des fractures de la diaphyse humérale de l'adulte par embrochage centro-médullaire (ECMA). *Rev Chir Orthop* 1988;74:771-777.
8. **Reboso Morales LE, Rodríguez Hernández S, Brito Santiago A, Rodríguez Hernández A.** Revisión epidemiológica de 99 casos de fracturas de la diáfisis humeral. *Rev Ortop Traumatol* 1995;39:163-168.
9. **Redín Huarte J, Garbayo Marturet AJ, Sola Rubio R, Geli Burgués S.** Enclavijado fascicular como tratamiento inicial de las fracturas diafisarias de húmero. *Avances Traumatol* 1993;23:87-94.
10. **Santos Maraver MT, Collado Torres F, Bravo Fernández MD.** Tratamiento ortopédico de las fracturas multifragmentarias diafisarias del húmero. Revisión de 15 casos. *Rev Ortop Traumatol* 1995;39:169-173.
11. **Lavarde G.** A propos de deux séries de fractures fermées de la diaphyse humérale chez l'adulte., traitées l'une par ostéosynthèse, l'autre par immobilisation plâtrée. *J Chir* 1972;103:127-134.
12. **De Mourgues G, Fischer L, Gillet JP, Carré JP, Moyen B, Clermont A.** Fractures récentes de la diaphyse humérale. A propos d'une série continue de 200 observations dont 107 traitées uniquement par plate pendant. Etude de la vascularisation artérielle intra-osseuse de l'humérus. *Rev Chir Orthop* 1975;61:191-207.
13. **Rogers JF, Bennett JB, Tullos HS.** Managements of concomitant ipsilateral fractures of the humerus and forearm. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:552-557.
14. **Arandes Renu JM, Gallart Castany FJ.** Tratamiento de las fracturas diafisarias del húmero, por el método del enclavado centromedular plurifascicular de Hackethal modificado. Estudio clínico de 94 casos. *Rev Ortop Traumatol* 1987;31:249-257.
15. **Bago Granell J, Collado Fábregas F, Nardín Vilardaga J, Casamitjana Ferrándiz JM, Aguirre Caydell M, Gómez Bonsfills X.** Tratamiento de las fracturas diafisarias de húmero con el enclavado endomedular de Kuntscher. *Rev Ortop Traumatol* 1986;30:425-431.
16. **Casteleiro González R, Sologaitua Cendoya E, Jiménez Ruiz A, Garrido Morales F, Pemoff Grispun A.** Análisis del haz de Hackethal. *Rev Ortop Traumatol* 1986;30:43-51.
17. **Hall RJ, Pankovich AM.** Ender nailing of acute fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1987;69A:558-567.
18. **Watanabe RS.** Intramedullary fixation of complicated fractures of the humeral shaft. *Clin Orthop* 1993;292:255-263.
19. **Rierner BL, Butterfield SL, D'Ambrosia R, Kellam J.** Seidel intramedullary nailing of humeral diaphyseal fractures: a preliminary report. *Orthopedics* 1991;14:239-246.
20. **Robison CM, Bell KM, Court-Brown CM, McQueen MM.** Locked nailing of humeral shaft fractures: experience in Edinburgh over a two-year period. *J Bone Joint Surg* 1992;74B:558-562.
21. **Rommens PM, Verbruggen J, Broos PL.** Retrograde locked nailing of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg* 1995;77B:84-89.
22. **Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR.** Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg* 1986;68A:960-969.
23. **Durbin RA, Gottesman MJ, Saunders KC.** Hackethal stacked nailing of humeral shaft fractures. Experience with 30 patients. *Clin Orthop* 1983;179:168-174.
24. **Gayet LE, Muller A, Pries P, Merienne JF, Brax P, Soyser J, Clarac JP.** Fractures de la diaphyse humérale: place de l'embrochage fasciculé selon Hackethal. *Rev Chir Orthop* 1992;78:13-22.
25. **Putz Ph, Lusi K, Baillon JM, Bremen J.** Le traitement des fractures de la diaphyse humérale par embrochage fasciculé selon Hackethal. A propos de 194 cas. *Acta Orthop Belg* 1984;50:521-538.
26. **Stern P, Mattingly DA, Pomerov DL, Zenni EJ, Kreig JK.** Intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:639-646.
27. **Seidel H.** Humeral locking nail: a preliminary report. *Orthopedics* 1989;12:219-226.