

Tratamiento de las fracturas supracondíleas de humero con desplazamiento en niños

Treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children

A. CASO GARCÍA, P. LOPEZ FERNÁNDEZ, M. P. CIMADEVILLA GONZALEZ, D. NUÑEZ BATALLA, J. PAZ JIMENEZ.

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL CENTRAL DE ASTURIAS

Resumen. Se realiza un estudio retrospectivo de 188 niños con fracturas supracondíleas de húmero desplazadas tratados en nuestro Servicio durante los años 1986 a 1997 mediante reducción cerrada y enclavijamiento de la fractura con dos agujas de kirschner. Se utilizó la clasificación de Gartland para la valoración del desplazamiento de la fractura y se estudiaron los resultados tanto desde el punto de vista radiológico como clínico siguiendo los criterios de Flynn. Estos resultados fueron considerados como satisfactorios en 154 casos (82%) en el seguimiento a largo plazo. Se constató la ausencia del pulso radial en 22 casos (12%) recuperándose en todos ellos después de la reducción y estabilización de la fractura y 28 casos (15%) de lesiones neurológicas que se recuperaron en un plazo comprendido entre dos y seis meses. La secuela más frecuente fue el cúbito varo en 23 casos (12%) con escasa repercusión funcional.

Summary. A retrospective study of 188 children complaining of displaced supracondylar fractures of the humerus was performed. The period of the study was 1986 to 1997 and all the fractures were treated by closed reduction and percutaneous pinning with two kirschner wires. Gartland classification was used to assess the fracture's displacement. The results were studied clinically and radiologically following Flynn criteria. In the long term follow up 154 cases (82%) were considered satisfactory. A lack of radial pulse was reported in 22 cases (12%) and in all of them a total recovery was achieved after the reduction and stabilization of the fracture. We also record 28 cases (15%) of neural injuries with full recovery between two and six months time. The most frequent permanent damage was cubitus varus in 23 cases (12%) but with little functional impairment.

Introducción. Las fracturas supracondíleas de húmero por extensión son las fracturas más frecuentes que ocurren en el codo en la edad pediátrica (1-4). Este tipo de lesiones ha venido siendo fuente de gran preocupación para el cirujano ortopédico a lo largo de los años, dada la frecuencia de complicaciones asociadas, especialmente en fracturas muy desplazadas y con importante edema de partes blandas. Aunque nadie duda de la eficacia del tratamiento conservador en las fracturas sin desplazamiento, todavía no existe consenso en cuanto al tratamiento de las fracturas con desplazamiento (5-7).

Se sabe que la mayoría de estas fracturas son inestables después de la reducción, excepto para una posición de hiperflexión

del codo. Esta situación, especialmente cuando se asocia a importante edema, puede comprometer la circulación del brazo y desembocar en la temida "contractura isquémica de Volkman" (8-11). Si se inmoviliza en una posición en menor flexión se permitirá el desplazamiento de los fragmentos y una deformidad angular como resultado. Esta contrariedad fue ya constatada por McLaughlin hace casi medio siglo denominándola "el dilema supracondíleo".

Por otra parte, la falta de una reducción exacta y precoz puede dar lugar a la aparición de importantes secuelas tanto estéticas, especialmente el cúbito varo, como funcionales en forma de rigideces del codo.

A través de los años, se han utilizado multitud de métodos, tanto conservadores

Correspondencia:
Alfredo Caso García
Camino de las Arenas
El Pisón. Somió.
33203 Gijón. Asturias

Tabla 1.

Fracturas supracondíleas de húmero en niños. Clasificación de Gartland

| Tipo | Descripción | No |
|------|---------------------------|-----|
| I | No desplazadas | |
| II | Parcialmente Desplazadas | 87 |
| | - A. Angulación posterior | 23 |
| | - B. Traslación posterior | 64 |
| III | Completamente desplazadas | 101 |

Tabla 2.

Criterios de Flynn y cols* (37) para la valoración de los resultados

| Resultado | Aspecto cosmético | Aspecto funcional: |
|-----------|---|-------------------------------|
| | Pérdida del ángulo de transporte (grados) | Pérdida de movilidad (grados) |
| Excelente | 0-5 | 0-5 |
| Bueno | 6-10 | 6-10 |
| Regular | 11-15 | 11-15 |
| Pobre | >15 | >15 |

*El más bajo de los dos resultados se considera el resultado global, y en caso de deformidad en varo, el resultado se considera automáticamente pobre. Los resultados excelentes, buenos y regulares se consideran satisfactorios y los malos insatisfactorios.

como quirúrgicos, para el tratamiento de estas lesiones. La reducción cerrada e inmovilización en flexión ha sido uno de los métodos más ampliamente utilizados en el pasado (12-15) pero con un inaceptable riesgo de complicaciones isquémicas y una alta incidencia de cúbito varo (16-18).

La tracción de partes blandas fue inicialmente descrita por Dunlop (19-22). Otros métodos son modificaciones del anterior utilizando tracciones esqueléticas mediante una aguja de kirschner (23,24) o un tornillo transolecraniano (25,26). Estos sistemas requieren un largo período de hospitalización (27) y dejan frecuentes deformidades angulares, aunque para algunos cirujanos tendrían su indicación en aquellas fracturas gravemente desplazadas con importante edema, por tratarse de un método sencillo y seguro (26,28).

La reducción abierta y fijación interna ha tenido muchos detractores en base a las complicaciones que podría ocasionar tales como infección, miositis osificante y, especialmente, rigidez permanente, sobre todo si se utiliza una vía de abordaje posterior (29,30) pero algunos autores han recomendado su utilización de forma rutinaria en fracturas con desplazamiento(31-33).

La reducción cerrada y fijación con agujas percutáneas de Kirschner en disposición cruzada fue descrita inicialmente por

Swenson en 1948 (34) y se ha ido popularizando hasta convertirse en el método más ampliamente aceptado en nuestros días (35-39). Algunos autores han introducido modificaciones técnicas recomendando la introducción de las agujas desde la epitroclea para evitar lesionar el nervio cubital (40,41).

Esta técnica se ha venido realizando de forma predominante en nuestro Servicio en los últimos 18 años para el tratamiento de las fracturas en extensión y con desplazamiento. En el presente artículo se presenta nuestra experiencia en el tratamiento de estas lesiones, con especial atención a las complicaciones vasculonerviosas, secuelas estéticas y funcionales.

Materiales y métodos. Se realiza un estudio retrospectivo de 188 pacientes que presentaron fractura supracondílea de húmero en extensión con desplazamiento, tratados mediante reducción cerrada y síntesis con agujas de Kirschner, entre los años 1986 a 1997, con un seguimiento medio de 5'4 años (mínimo: 1 y máximo: 10). Ciento dieciocho fueron varones (63%) y setenta mujeres (37%). En 116 casos (62%) se afectó el codo izquierdo frente a 72 (38%) el derecho. La edad media fue 7'3 años (mínimo: 2 y máximo: 13).

Las fracturas se clasificaron basándonos en el esquema de Gartland (42) y Wilkins (43): Fracturas tipo I no desplazadas, no incluidas en nuestro estudio. Fracturas tipo II parcialmente desplazadas pero manteniendo algún contacto entre el fragmento proximal y el distal. Se subdividen en tipo IIA con angulación posterior y tipo IIB con traslación posterior. Fracturas tipo III con desplazamiento completo sin algún grado de contacto entre los fragmentos en la radiografía lateral. Esta clasificación considera un mayor daño de las partes blandas en la medida que aumenta el desplazamiento entre los fragmentos, con el consiguiente edema y riesgo aumentado de compromiso neurovascular, así como una mayor dificultad en su manejo. Los resultados de nuestra serie se reflejan en la Tabla 1.

Se emplearon criterios radiológicos y clínicos para la valoración de los resultados obtenidos:

Para el estudio radiológico se revisaron las radiografías AP y lateral en el momento de la lesión, (para estudiar el tipo de fractura y la dirección del desplazamiento de sus fragmentos); radiografías postoperatorias inmediatas y tras la retirada de las agujas. Se valoró el ángulo condilar formado entre el eje longitudinal del húmero y la línea del cartílago yugal que separa el núcleo del cóndilo del resto de la metafisis en la radiografía AP. Su importancia radica en que apenas se modifica durante el proceso de la consolidación y su comparación respecto al lado sano intraoperatoriamente puede ser un índice fiable de la eficacia de la reducción. Se estima que para codos alineados a 0° desde el punto de vista clínico, corresponde un ángulo condilar de 77°. Los valores permisibles para este ángulo serían entre 65° en el sentido de valgo y 77° en el sentido de varo teniendo en cuenta que el valgo fisiológico normal son 5° en varones y 12° en mujeres.

Asimismo, también se valoró el ángulo diafiso-epifisario y su relación con el arco de flexo-extensión medido en la radiografía lateral. Su valor medio está comprendido entre 30° y 40° aunque es menos fiable dado que tiende a corregirse espontáneamente.

Para la valoración clínica de los resultados se emplearon los criterios de Flynn y cols. (35) comparando la movilidad y el ángulo de transporte del codo lesionado respecto al lado sano. La función se evalúa considerando pérdidas en intervalos de 5° del arco total tanto en flexión como en extensión, mientras que el aspecto cosmético se valora en cambios de 5° en el ángulo de transporte y se considera una inversión en el ángulo de transporte (angulación en varo) como un resultado pobre. La más baja de las dos mediciones se considera la valoración final e incluye como resultados satisfactorios los resultados excelentes, buenos y regulares (Tabla 2).

Se valoró también la existencia de lesiones asociadas tales como fracturas ipsilate-

rales, fracturas abiertas, lesiones neurológicas o vasculares al ingreso, y complicaciones postoperatorias como pérdidas de reducción, síndrome compartimental, infección de agujas y lesiones yatrogénicas neurovasculares.

El tratamiento de estas fracturas lo realizamos de urgencia bajo anestesia general. Para la reducción utilizamos la maniobra de Judet y para la estabilización de la fractura seguimos la técnica propuesta por Swenson (34). Habitualmente utilizamos dos agujas de kirschner de 2 mm en disposición cruzada que permiten una configuración más estable desde el punto de vista biomecánico, siendo deseable que ambas agujas alcancen la cortical opuesta, comenzando por la aguja epitrocLEAR en caso de desplazamiento postero-interno y viceversa. Si el edema es importante, intentamos "exprimir" las partes blandas que recubren la epitrocLEAR para "palpar" el túnel cubital y mantener el nervio reducido dentro de éste mientras se inserta la aguja. Ocasionalmente, insertamos las agujas desde el epicóndilo, de forma cruzada o paralela según las preferencias del cirujano. La inmovilización se mantiene durante seis semanas, retirándose las agujas a las tres semanas de forma ambulatoria (Fig. 1).

Por último, en caso de no lograr la reducción por procedimientos cerrados o en fracturas abiertas, se practica una reducción abierta por vía posterior y síntesis interna con agujas de kirschner.

Resultados. En todos los pacientes el seguimiento se realizó hasta la consolidación clínica y radiológica de la fractura y la conclusión del período de rehabilitación.

Siguiendo los criterios de Flynn (35) hemos obtenido resultados excelentes en 98 casos (52%); buenos resultados en 41 casos (22%); resultados regulares en 15 casos (8%) y malos resultados en 34 casos (18%). Como secuela funcional, la limitación de la extensión fue más frecuente que la limitación de la flexión (16 casos: 8'5% y 11 casos: 5'7% respectivamente). Veintidós pacientes (11'5%) tuvieron un déficit del arco de movimiento mayor de 10° y cinco

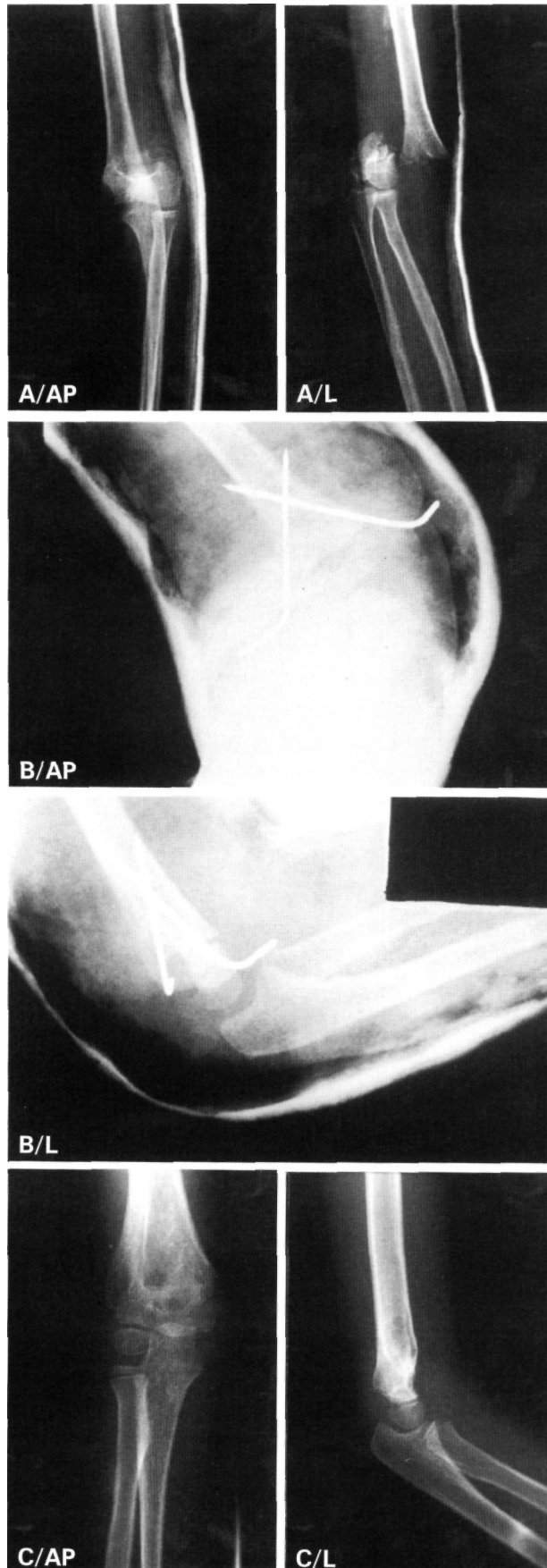


Fig. 1. Radiografías del codo derecho de un niño de 8 años que sufrió una fractura supracondílea al caerse desde un columpio. A: Fractura supracondílea con desplazamiento completo tipo III de Gartland (proyección AP y L). B: Reducción y osteosíntesis de la fractura con agujas de K (proyección AP y L). C: Resultado satisfactorio después de un año del tratamiento (proyección AP y L).

pacientes (2'7%) tuvieron una limitación mayor de 20°.

En cuanto a los resultados radiológicos obtenidos, el ángulo condilar medio fue de 73'6° y el ángulo diafiso-epifisario medio de 14'5°. Se obtuvieron ángulos superiores a 77° en 23 casos (12%) que clínicamente se corresponden con codos varos y resultado pobre; mientras que se constataron 9 casos (5%) de ángulos menores de 65° considerados como cubitos valgus.

En 21 casos (11%) no fue posible obtener la reducción después de tres maniobras de reducción cerrada por lo que se optó por la reducción abierta y síntesis interna. En 9 casos (5%) se requirió una segunda maniobra de reducción dado que el control postoperatorio no fue satisfactorio en un plazo inferior a 5 días.

Diez niños (5'3%) sufrieron una fractura ipsilateral del antebrazo que se trataron mediante fijación percutánea con agujas. Tuvimos también un caso de fractura abierta grado I de Gustilo que fue tratada de forma satisfactoria.

Complicaciones: Las complicaciones vasculares y neurológicas son relativamente frecuentes en las FSH dada la vulnerabilidad de estas estructuras en relación a los fragmentos de la fractura y a las hemorragias.

A) Vasculares. En 22 pacientes se constató al ingreso la ausencia del pulso radial. En 14 de éstos, el pulso se recuperó inmediatamente después de la reducción cerrada de la fractura y estabilización; en el resto de los casos, dado que no se apreciaron otros signos de isquemia, se optó por la vigilancia estrecha de la lesión pudiéndose comprobar la recuperación espontánea del pulso radial en todos los casos en un período comprendido entre uno y tres días tras la reducción. En ningún caso fue necesaria la exploración quirúrgica inmediata de la fosa antecubital. Tampoco se registró ningún caso de "síndrome compartimental".

B) Neurológicas. Se produjeron en 28 casos (14'9%) de los cuales en 14 se valoraron estas lesiones como resultado del traumatismo inicial siendo la más frecuente la

neuroapraxia del nervio mediano (7 casos) seguida de la afectación del nervio radial (5 casos), un caso de afectación del nervio cubital y otro del nervio interóseo anterior. En cuanto a las lesiones yatrogénicas, la más frecuente fue la neuroapraxia del nervio cubital (9 casos), seguido del nervio radial (3 casos) y el nervio mediano en 2 ocasiones. La recuperación fue espontánea en todos los pacientes en un período inferior a seis meses.

C) Alteraciones en el ángulo de transporte. La secuela más frecuente fue el cubito varo, observado en 23 casos; mientras que se constató la presencia de cúbito valgo en 9 casos.

D) Infección. En 15 pacientes se comprobó la infección cutánea superficial en el punto de entrada de las agujas, no siendo necesaria la retirada de las mismas en ningún caso antes de las tres semanas de la intervención. No observamos ninguna migración o rotura de agujas.

E) Otras. Miositis osificante del músculo braquial anterior en un paciente que había sufrido repetidas manipulaciones, presentando como repercusión funcional una limitación para los últimos 15 grados de flexión del codo.

Discusión. Las fracturas supracondíleas de húmero con desplazamiento son fracturas de difícil tratamiento y fuente de preocupaciones para el cirujano ortopédico. La estabilización de estas fracturas con dos agujas de Kirschner tal y como describió Swenson (34) permite mantener el codo en una posición de inmovilización que no compromete la perfusión, y de este modo, el "síndrome de Volkman" ha sido prácticamente erradicado. No obstante, las complicaciones neurovasculares, alteraciones en el ángulo de transporte, especialmente el cúbito varo, y pérdidas de movilidad del codo son problemas relativamente frecuentes. Evitar estas complicaciones y conseguir un buen resultado estético y funcional serían las claves del tratamiento.

La exploración urgente del pulso radial es imperativa en todos los pacientes que

ingresan con una fractura supracondílea de húmero, aunque como pudimos comprobar, su ausencia no es indicativa de la exploración quirúrgica inmediata de la fosa cubital siempre que no vaya acompañada con otros signos de isquemia. Aunque existen casos descritos en la literatura de rotura de la arteria braquial (44), en la mayoría de los casos se trata de un síndrome de compresión de la arteria motivado por el desplazamiento anterior del fragmento proximal de la fractura (45) o por un atrapamiento de la misma en el foco de fractura. En ambas circunstancias, la reducción y estabilización de la fractura con agujas de Kirschner casi siempre es suficiente para restablecer la circulación original (46). A pesar de la ausencia de pulso inicial o incluso tras la reducción, la abundante circulación colateral del miembro superior es suficiente para mantener una perfusión adecuada hasta la mano siempre que no se sobrepase un determinado grado de flexión del codo. No consideramos necesaria la realización de una arteriografía para el diagnóstico de estas lesiones. En nuestra serie tuvimos 22 casos de ausencia del pulso radial y recuperación en todos los casos tras la estabilización de la fractura e inmovilización evitando la flexión por encima de 90° y prestando cuidadosa atención a la circulación periférica. Por lo tanto, la técnica del enclavamiento percutáneo con dos agujas de kirschner supone una clara ventaja respecto a otras técnicas ya que permite inmovilizar el codo en suficiente extensión como para evitar la obliteración del pulso radial, sin perder la reducción. No se ha encontrado en la literatura caso alguno de "contractura isquémica de Volkman" asociado a este tipo de tratamiento.

Publicaciones recientes arrojan una incidencia de lesión neurológica en niños con fractura supracondílea de húmero entre un 12-16% (47-49) aunque no parece haber consenso en cuanto al nervio más frecuentemente afectado por el traumatismo inicial (37,49-51). En nuestra casuística, la incidencia fue del 14'9% siendo la afectación del nervio mediano (7 casos) más frecuente

que la afectación del nervio radial (5 casos) aunque en otras series este orden se invierte. Se debe destacar la lesión del nervio interóseo anterior, rama del nervio mediano, cuya lesión probablemente sea más frecuente de lo que se supone (52) y se produce por una isquemia transitoria del nervio motivada por la excesiva flexión del codo. El nervio cubital se afecta casi siempre de forma yatrogénica al introducir la aguja epitrocleea (4'8%). Royce y cols, encontraron una incidencia del 3% de daño yatrogénico del nervio cubital por lo que algunos autores como Zinar (53) recomiendan realizar una "mini" incisión sobre la epitrocleea en casos de edema importante. Además, se recomienda la colocación lo más anterior posible en la epitrocleea, o la utilización de agujas epicondíleas como procedimiento alternativo. Las lesiones neurológicas se trataron en todos los casos de neuroapraxias con déficit sensitivo o motor o ambos y la recuperación fue espontánea en todos los casos antes de pasados seis meses, estableciéndose el período medio de recuperación entre 2-3 meses. Este estudio nos demuestra que se debe esperar al menos seis meses para la realización de una electromiografía y una eventual exploración quirúrgica.

El conjunto de las complicaciones vasculonerviosas afectó a 50 pacientes (26'5%), estos resultados son superponibles a los encontrados por otros autores en distintas series aunque varían considerablemente de unas a otras (11,50,54,55). El 89% de las complicaciones vasculonerviosas fueron asociadas a fracturas tipo III de la clasificación de Gartland (42) por lo tanto, un desplazamiento completo en una fractura supracondílea nos debe alertar ante la posibilidad de alguna de estas lesiones.

El cúbito varo es la complicación más frecuente de las fracturas supracondíleas de húmero (2 a 33% según las series) (22,30,32,56,57). Dodge (22), por ejemplo, recogió hasta un 37% de deformidades angulares (cúbito varo o valgo). En nuestro estudio, basándonos en la medición del ángulo condilar obtuvimos un 12% de los casos de

cúbito varo y un 5% de cúbito valgo. La consolidación en varo se produce por el desplazamiento medial del fragmento distal, especialmente cuando se asocia, además, a un componente rotacional, tal y como demostró Smith (58), aunque este último, por sí mismo no produce varización (59). Dado que el codo no tiene capacidad de remodelación en el sentido de varo/valgo, la única fórmula para evitar estas alteraciones en el ángulo de transporte sería obteniendo una reducción lo más anatómica posible manteniéndola hasta la consolidación.

Estudios recientes (60,61) sugieren que el cúbito varo es algo más que una deformidad estética. Esto se debe a que se asocia a un componente de hiperextensión que disminuye la flexión del codo, y de rotación interna que disminuye la rotación externa del hombro, por último, la propia deformidad angular predispone a la aparición de fracturas de cóndilo humeral. Creemos que en nuestro estudio la presencia de cúbito varo se debió fundamentalmente a la mala interpretación de los estudios radiológicos no reconociendo la inclinación interna del fragmento distal, sobre todo cuando se asociaba a un componente rotacional. En teoría, el método más exacto para su prevención es la medición intraoperatorias del ángulo condilar, comparándolo con el lado sano, y no aceptando diferencias superiores a 5° tal y como proponen Cheng y cols (38). En la práctica no siempre fue posible la realización de este método de valoración y utilizamos la observación directa del valgo fisiológico tras la reducción y estabilización extendiendo el codo y comparándolo con el lado sano. La valoración del ángulo condilar y del ángulo diafiso-epifisario, a pesar de sus dificultades técnicas, se muestran como dos parámetros útiles para el seguimiento de estos pacientes. Ambos se pueden utilizar para comparar la reducción conseguida a la hora de la cirugía y en el seguimiento postoperatorio, de tal forma que cambios en sus determinaciones implicarían una pérdida de reducción.

La valoración media del ángulo diafiso-epifisario en nuestro estudio (14'5°) se aleja

de forma importante de las cifras consideradas como normales: 30°-40°. Esta hiporreducción de la fractura en el plano lateral y la consiguiente hiperextensión sería la responsable del déficit de flexión encontrado en algunos de nuestros pacientes.

Hemos conseguido resultados satisfactorios (incluyendo los resultados excelentes, buenos y regulares) en 173 casos (92%) e insatisfactorios (malos resultados) en 15 casos (8%). Estas cifras se aproximan a las de otras series teniendo en cuenta los distintos criterios empleados en su valoración (15,35,37,39,40).

En conclusión, la reducción cerrada y enclavamiento percutáneo de las fracturas supracondíleas de húmero permite la consecución de una fijación estable, evi-

tando complicaciones vasculares al no precisar una excesiva flexión del codo; ofreciendo la posibilidad de examinar el ángulo de transporte de forma intraoperatoria y permitiendo que el tratamiento postoperatorio sea más sencillo y seguro, con una eficacia en cuanto a resultados y corta estancia hospitalaria. Por lo tanto, creemos que constituye el método de elección para el tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en niños con desplazamiento.

La principal desventaja de este método radica en su dificultad técnica y la necesidad de un control radiográfico intraoperatorio; la posibilidad de lesionar el nervio cubital con la aguja medial y la necesidad de retirar las agujas. ■■■■■

Bibliografía

1. **Maylahn DJ, Fahey JJ.** Fractures of the elbow in children. Review of three hundred consecutive cases. *JAMA* 1958; 166:220-8.
2. **Hanlon CR, Estes WL.** Fractures in childhood: a statistical analysis. *Am J Surg* 1954; 87:312-23.
3. **Cheng JCY, Shen WY.** Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study of 3350 children. *J Orthop Trauma* 1993;7:15-22.
4. **Carcassonne M, Bergoin M, Hornung H.** Results of operative treatment of severe supracondylar fractures of the elbow in children. *J Pediatric Surg* 1972; 7:676-9.
5. **Buhl O, Hellberg S.** Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand* 1982; 53:67-71.
6. **Damsin JP, Langlais J.** Fractures supracondyleennes. *Rev Chir Orthop* 1987; 73:421-35.
7. **Merchan ECR.** Supracondylar fractures of the humerus in children. Treatment by overhead skeletal traction. *Orthop Rev* 1992; 21:475-82.
8. **Culp RW, Osterman AL, Davison RS, Skirven T, Bora FW Jr.** Neural injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:1211-5.
9. **Havranek P, Vele F, Hajkova H, Zwingerova H.** Peripheral paresis of upper extremity nerves following supracondylar fracture of the humerus in children. *Acta Univ Carol* 1989;35:243-53.
10. **Setton D, Khouri N.** Paralysie du nerf radial et fractures supracondyliennes de l'humerus chez l'enfant. Etude d'une serie de 11 cas. *Rev Chir Orthop* 1992; 78:28-33.
11. **Shaw BA, Kasser JR, Emans JB, Rand FF.** Management of vascular injuries in displaced supracondylar humerus fractures without arteriography. *J Orthop Trauma* 1990;4:25-9.
12. **Blount WP.** Fractures in children. Baltimore: Williams and Wilkins, 1955.
13. **Charnley J.** The closed treatment of common fractures. Ed. 3. Edinburgh: E. and S. Livingstone, 1961.
14. **Tachdjian MO.** Pediatric Orthopedics. Philadelphia: W. B. Saunders, 1972.
15. **Watson-Jones R.** Injuries of the elbow. Fractures and joint injuries. Edinburgh: E. and S. Livingstone, 1956.
16. **Walloe A, Egund N, Eikelund L.** Supracondylar fractures of the humerus in children. Review of closed reduction and open reduction leading to a proposal for treatment. *Injury* 1985; 16:296-9.
17. **Mitchell WJ, Adams JP.** Supracondylar fractures of the humerus in children. A ten year review. *J Am Med Assn* 1961;175:573-7.
18. **Piggot J, Graham HK, McCoy GF.** Supracondylar fractures of the humerus in children. Treatment by straight lateral traction. *J Bone Joint Surg* 1986; 68B:577-83.
19. **Dunlop J.** Transcondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1939; 21A:59-73.
20. **Graham HA.** Supracondylar fractures of the elbow in children. *Clin Orthop* 1967; 54:93-102.
21. **Bosanquet JS, Middleton RW.** The reduction of supracondylar fractures in children treated by traction in extension. *Injury* 1983; 14:373-80.
22. **Dodge HD.** Displaced supracondylar fractures of the humerus in children, treatment by Dunlop's traction. *J Bone Joint Surg* 1972; 54A:1408-18.
23. **Ippolito E, Caterini R, Scola E.** Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone and Joint Surg* 1986; 68A:333-44.
24. **Smith L.** Deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1960; 42A:235-52.
25. **Orniandy L.** Olecranon screw for skeletal traction of the humerus. *Am J Surg* 1974; 127:615-6.
26. **Worlock PH, Colton CL.** Displaced supracondylar fractures of the humerus in children treated by overhead olecranon traction. *Injury* 1984; 15:316-21.
27. **Celiker O, Pestilci F, Tuzuner M.** Supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of the results of 142 patients. *J Orthop Trauma* 1990; 4:265-9.

- 28. Rodríguez Merchán EC.** Supracondylar fractures of the humerus in children: Treatment by overhead skeletal traction. *Orthop Rev* 1992; 21:475-82.
- 29. Hart GM, Wilson DW, Arden GP.** The operative management of difficult fractures of the humerus in children. *Injury* 1977;9:30-4.
- 30. Kekomaki M, Luoma R, Rikalainen H, Vilkki R** Operative reduction and fixation of a difficult supracondylar extension fracture of the humerus. *J Pediatric Orthop* 1984; 4:13-5.
- 31. Cramer KE, Devito DP, Green EN.** Comparison of closed reduction and percutaneous pinning versus open reduction in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1992; 6:407-12.
- 32. Ramsey RH, Griz J.** Immediate open reduction and internal fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop* 1973; 90:130-2.
- 33. Weiland AJ, Meyer S, Tolo VT, Berg HL, Mullen J.** Surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of 52 cases following five to fifteen years. *J Bone Joint Surg* 1978; 60A:657-61.
- 34. Swenson AL.** The treatment of supracondylar fractures of the humerus by Kirschner wire transfixation. *J Bone Joint Surg* 1948; 30:993-7.
- 35. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL.** Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1974; 56A:263-72.
- 36. Gerardi JA, Houkom JA, Mack GR.** Treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children by closed reduction and percutaneous pinning. *Orthop Rev* 1989; 18:1089-95.
- 37. Haddad RJ Jr, Saer JK, Riordan DC.** Percutaneous pinning of displaced fractures of the elbow in children. *Clin Orthop* 1970;71:112-7.
- 38. Cheng JC, Lamb TP, Shem WY.** Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1995; 9:511-5.
- 39. Natch JL, Ecker ML, Chung SMK, Lotke PA, Das M.** Supracondylar fractures of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Clin Orthop* 1983; 177:203-9.
- 40. Ariño AL, Lluch EE, Ramirez AM, Ferrer J, Rodriguez L, Baixauli F.** Percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A:914-6.
- 41. Gjerloff C, Shobjerg JO.** Percutaneous pinning of supracondylar fractures of the humerus. *Acta Orthop Scand* 1978; 49:597-9.
- 42. Gartland JJ.** Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet* 1959; 109:145-54.
- 43. Wilkins, KE.** Fractures and dislocations of the elbow region. In *Fractures in children*, edited by CA Rockwood Jr, Philadelphia: KE Wilkins and RE King, 1984, Vol.3, p. 363-575.
- 44. Kamal AS, Austin RT.** Dislocation of the medial nerve and brachial artery in supracondylar fractures of the humerus. *Injury* 1980; 12:161-4.
- 45. Limpcomb PR, Burleson RJ.** Vascular and neural complications of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1955; 37A:487-92.
- 46. Staples OS.** Dislocation of the brachial artery: A complication of supracondylar fracture of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1965; 47A:1525-32.
- 47. Culp RW, Osterman AL, Davidson RS.** Neural injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:1211-5.
- 48. McGraw JJ, Akbarnia BA, Hanel DP.** Neurological complications resulting from supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 1986; 6:647-50.
- 49. Vugt AB, Severijnen RM, Festen C.** Neurovascular complications in supracondylar humeral fractures in children. *Arch Orthop Trauma Surg* 1988; 107:203-5.
- 50. Pirone AM, Graham HK, Krabjich JI.** Management of displaced extension-type supracondylar fracture of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A: 641-50.
- 51. Webb AJ, Sherman FC.** Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop* 1989; 9:315-25.
- 52. Bramford DJ, Stanley D.** Anterior interosseous nerve paralysis: an underdiagnosed complication of supracondylar fracture of the humerus in children. *Injury* 1989; 20:294-5.
- 53. Brown IC, Zinar DM.** Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15:440-3.
- 54. Culp RW, Osterman AL, Davidson RS, Skirven T, Bora FW.** Neural injuries with supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1990; 72A:1211-15.
- 55. Dormans JP, Squillante R, Sharf H.** Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. *J Hand Surg* 1995; 20A:1-4.
- 56. Kramhoft.** Displaced supracondylar fracture of the humerus in children. *Clin Orthop* 1987; 221:215-20.
- 57. Millis.** Supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop* 1984; 188:90-7.
- 58. Smith L.** Deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1960; 42:235-42.
- 59. Hhare GN, Gautam VK, Kochhar VL, Anand C.** Prevention of cubitus varus in supracondylar fractures of the humerus in children. *Injury* 1991; 22:202-6.
- 60. Davids JR, Magnire MF, Mubarak SJ, Wenger DR.** Lateral condylar fracture of the humerus following posttraumatic cubitus varus. *J Pediatr Orthop* 1994; 14:466-70.
- 61. Uchida Y, Ogata K, Sugioka Y.** A new three dimensional osteotomy of cubitus varus deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Pediatr Orthop* 1991; 11:327-31.