



ORIGINAL

Revisión de los resultados a los 10 años del tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de húmero en el niño, tratadas mediante reducción abierta y fijación interna[☆]

E. Holgado Moreno, F. Tomé-Bermejo* y N. Ruiz Micó

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Virgen de la Salud, Toledo, España

Recibido el 25 de febrero de 2012; aceptado el 17 de mayo de 2012

Disponible en Internet el 12 de julio de 2012

PALABRAS CLAVE

Fractura supracondílea;
Húmero;
Niños;
Reducción abierta y fijación interna

Resumen

Objetivo: Evaluar el resultado a largo plazo del tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna de las fracturas supracondíleas de húmero desplazadas en la edad pediátrica.

Pacientes y metodología: Estudio descriptivo retrospectivo sobre 21 pacientes, con una edad media de 5,8 años, intervenidos mediante reducción abierta y fijación interna entre los años 1996-2003 por presentar fractura supracondílea de húmero desplazada según clasificación de Gartland, no reductible por métodos cerrados. Los pacientes fueron valorados según criterios de Flynn (estético y funcional). También fueron evaluados los parámetros radiográficos, complicaciones, rango de movilidad y valoración subjetiva del paciente. El seguimiento medio fue de 11,52 años.

Resultados: Un ángulo de Baumann medio de 17,6° reflejó una satisfactoria reducción postoperatoria de la fractura. Al final del seguimiento, según criterios de Flynn se obtuvieron resultados satisfactorios en el 85,8% de los pacientes. El déficit medio de flexión fue de 5,1° (rango: 0-20°), y de extensión de 0,71° (rango: 0-10°). El 90% de los pacientes presentaron un rango de movilidad del codo con valores dentro de la normalidad. Las complicaciones más frecuentes fueron la infección superficial y la protrusión de las agujas. Al final del seguimiento todos los pacientes menos 2 refirieron estar bastante o muy contentos con el resultado. Ningún paciente refirió dificultades para la realización de sus actividades de la vida diaria, ni para la práctica deportiva.

Conclusiones: En casos de reducción insatisfactoria o fallo para mantener una reducción estable por métodos cerrados, la reducción abierta demuestra resultados comparables al quirúrgico cerrado.

© 2012 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Presentado en el 48 Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. SECOT. Oviedo, septiembre 2011.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: felixtome@hotmail.com (F. Tomé-Bermejo).

KEYWORDS

Supracondylar
fracture;
Humerus;
Children;
Open reduction
and internal fixation

Open reduction and internal fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of results at ten-year of follow-up**Abstract**

Objective: The aim of this study was to evaluate the long term results of the surgical treatment by means of open reduction and internal fixation of displaced supracondylar humerus fractures in a paediatric population.

Patients and methods: Descriptive retrospective study conducted between 1996-2003, which included 21 patients who underwent open reduction and internal fixation for the treatment of displaced, supracondylar humerus fractures according to the Gartland classification, which were irreducible by closed methods. The patients were clinically evaluated according to the Flynn criteria (functional and cosmetic). Data collection also included postoperative radiological evaluation, range of movement, the presence of post-operative complications, and a questionnaire on satisfaction with treatment received. The mean age of the patients was 5.8 years. Mean follow-up was 11.52 years.

Results: The average post-operative Baumann angle was 17.6°. Final loss of flexion averaged 5.1° (range: 0-20°), and loss of extension 0.71° (range: 0-10°), with 90% of patients demonstrating an elbow range of movement within normal limits. According to the Flynn criteria, functional and cosmetic results were satisfactory in 85.5%. Superficial wound infection and metal work migration were the most common post-operative complications. At the final follow-up all patients, except two, were very happy with the result, and no patient complained of difficulties in carrying out normal living activities or their favourite sports.

Conclusions: In cases of unsatisfactory reduction or failure to maintain a stable closed reduction, open reduction and internal fixation demonstrates equivalent results to closed procedures.

© 2012 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

La fractura supracondílea del húmero distal es la fractura más frecuente del miembro superior en la edad pediátrica, llegando a constituir el 75% de todas las fracturas de húmero distal en el niño. La mayoría se producen en niños entre 5 y 7 años de edad, predomina el sexo masculino, siendo el lado izquierdo el lado más frecuentemente afectado¹⁻⁴.

El trazo de fractura puede afectar a toda la paleta humeral y extenderse hacia ambas columnas, lateral y medial, y viene determinado por la posición del antebrazo respecto al brazo en el momento de la caída. En más del 95% de las ocasiones la fractura se produce por un mecanismo de «hiperextensión», con caída y apoyo sobre la mano en dorsiflexión y con el codo extendido. Menos frecuentes son aquellas fracturas que se produce por un mecanismo de «hiperflexión» con caída con el codo flexionado, constituyendo menos del 5% de todas las fracturas⁵⁻⁸.

La clasificación de las fracturas supracondíleas de húmero distal deriva de la descrita por Reich en 1936, que las clasificó originariamente según siguieran un trazo en «T» o «Y». Posteriormente, la AO-ASIF (*Association for the Study of Internal Fixation*) describió una clasificación basada en el modelo de fractura y el grado de conminución⁹. Gartland en 1959 describió la clasificación más empleada hoy en día, por ser al mismo tiempo pronóstica y establecer recomendaciones de tratamiento¹⁰. Las fracturas tipo I son fracturas no desplazadas que mantienen íntegro el periostio; las fracturas tipo II teóricamente solo mantienen indemne la cortical posterior que actuaría de bisagra; y las fracturas tipo III muestran un total desplazamiento sin contacto cortical. Omid et al., basándose en la serie publicada por

Leitch et al., realizaron una revisión sobre algunos conceptos en relación al tratamiento de las fracturas supracondílea de húmero en niños, definiendo un nuevo tipo IV no descrito por Gartland: las fracturas supracondílea en hiperextensión desplazadas con inestabilidad multidireccional, tanto en flexión como en extensión, argumentando implicaciones en su tratamiento^{2,11}.

El objetivo del tratamiento de las fracturas supracondílea de húmero distal en la edad pediátrica, es el de conseguir la reducción anatómica de la fractura para evitar la aparición de deformidades angulares a largo plazo, estableciéndose generalmente tratamiento conservador para las fracturas tipo I como primera opción y, quirúrgico, para los restantes tipos².

La reducción cerrada más fijación percutánea se ha convertido en el tratamiento de elección para las fracturas supracondíleas desplazadas en el niño debido a los superiores resultados obtenidos. Sin embargo, en la mayoría de los estudios publicados, el grupo sometido a reducción abierta lo había sido generalmente debido al fracaso previo para conseguir la reducción mediante métodos cerrados, por lo que los pacientes sometidos a reducción abierta resultan ser generalmente aquellos con fracturas más complejas^{6,9,12,13}.

El objetivo de nuestro estudio es evaluar el resultado a largo plazo del tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna de las fracturas supracondíleas de húmero desplazadas según la clasificación de Gartland.

Pacientes y metodología

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo llevado a cabo en el Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología

del Hospital Virgen de la Salud de Toledo, en pacientes menores de 14 años, intervenidos quirúrgicamente mediante reducción abierta y fijación interna, entre los años 1996 y 2003, por presentar una fractura supracondílea de húmero distal desplazada. Durante dicho período se realizaron 52 intervenciones quirúrgicas abiertas en 51 pacientes.

Los pacientes incluidos fueron aquellos sometidos a reducción abierta y fijación interna debido al fracaso del tratamiento mediante métodos cerrados, o por la aparición de complicaciones neurovasculares tras las maniobras de reducción. Fueron excluidos los pacientes con edad superior a los 14 años en el momento de la cirugía (edad aproximada del cierre de las epífisis del húmero distal y olécranon), aquellos que presentaban lesiones previas o acompañantes que pudieran afectar la funcionalidad del codo, los sometidos a una técnica quirúrgica distinta a la revisada en este estudio, y los que no pudieron ser localizados.

De los 51 pacientes inicialmente incluidos en el estudio, 9 no se localizaron con los datos personales disponibles, 17 pacientes no acudieron en sucesivas ocasiones a la revisión concertada, y en 4 casos no encontramos constancia de intento de reducción cerrada previa. Finalmente, fueron 21 los pacientes que fueron localizados y que cumplían los criterios de inclusión. Se recogieron los datos de filiación, sexo, edad, rasgos antropométricos, mecanismo y causa de la lesión, lesiones asociadas, así como la información sobre la intervención quirúrgica y su recuperación postoperatoria, mediante la elaboración de un cuestionario protocolizado. Durante la entrevista a propósito de este estudio se realizó exploración radiológica, también fueron recogidos datos clínicos, de exploración de la articulación intervenida como la medida de rango de movilidad mediante goniómetro universal, de la inestabilidad residual crónica mediante maniobras de estrés articular (prueba de aprehensión lateral para el diagnóstico de inestabilidad posterolateral, y prueba de estrés en valgo para la inestabilidad medial)^{14,15}, y medida del dolor mediante la Escala Analógica Visual (EAV).

Todas las fracturas se tipificaron según la clasificación de Gartland mediante la evaluación de las radiografías preoperatorias. Para evaluar la reducción de la fractura se obtuvo la medida del «ángulo de Baumann»¹⁶ de las radiografías del postoperatorio inmediato (fig. 1), que es el formado por la perpendicular al eje longitudinal del húmero respecto al eje de la línea fisaria (rango normal: 9-26°)¹⁵⁻¹⁸. En las radiografías realizadas al final del seguimiento a propósito de este estudio, se midió el «ángulo húmero-cubital» (ángulo de carga) (fig. 2), que es el ángulo formado por el eje diafisario del húmero respecto al eje diafisario del cúbito (ángulo de carga normal de 13° ± 6°)^{19,20}.

Todos los pacientes fueron valorados según los criterios de Flynn^{6,21,22}, que valora tanto el resultado funcional como el estético. El componente estético valora el ángulo de carga y su desviación al varo o al valgo, y el componente funcional se valora mediante la medición de la flexo-extensión. El menor de los 2 resultados (estético y funcional) se considera el resultado global. Los resultados «excelente, bueno y regular» se consideran satisfactorios (valoran una pérdida del ángulo de carga y de la movilidad de entre 0-5°, de 6-10°, y de 11-15° respectivamente), mientras que los resultados «malos» (pérdida > 16°) se consideran insatisfactorios. Un

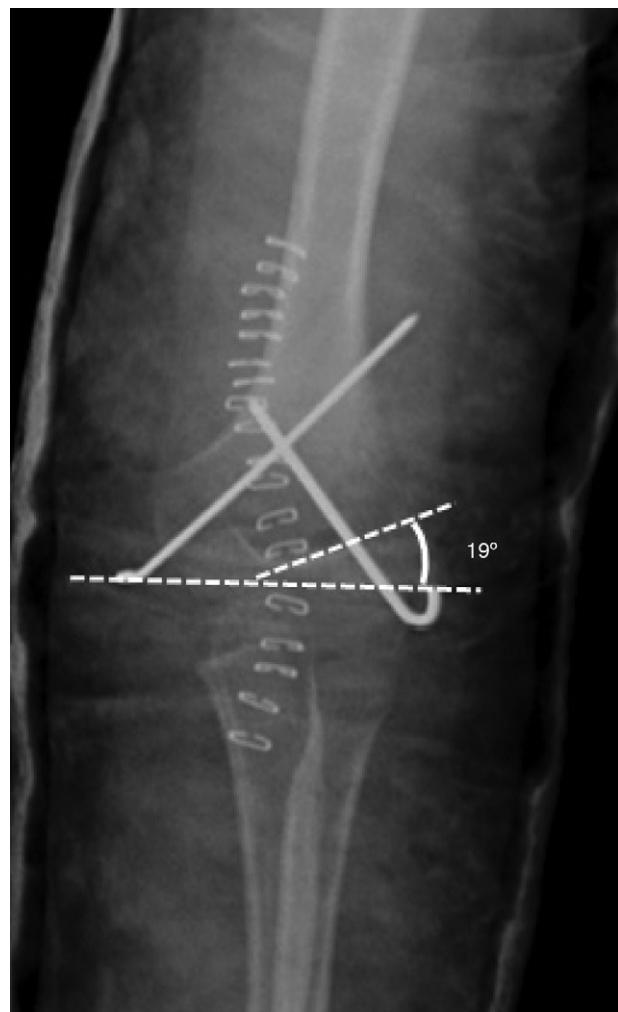


Figura 1 Ángulo de Baumann: empleado en la evaluación de la reducción de la fractura. Es el formado por la perpendicular al eje longitudinal del húmero respecto al eje de la línea fisaria (rango normal: 9-26°).

resultado con cúbito varo es automáticamente un resultado «malo».

También recogimos el índice de satisfacción subjetiva del paciente (muy contento, bastante contento, ni contento ni disgustado, algo disgustado, muy disgustado), y la presencia de dificultades para la realización de sus actividades de la vida diaria en relación a su fractura.

En cuanto a la técnica quirúrgica, en todos los casos se realizó reducción abierta y fijación interna con agujas de Kirschner o clavos intramedulares tipo Rush cruzados. Realizando para ello un abordaje posterior con neurólisis del nervio cubital y osteotomía del olécranon mediante un corte único de la punta de la epífisis cartilaginosa mediante bisturí frío, y desinserción parcial del tríceps en forma de «V» con vértice en el olécranon cartilaginoso incluido, exponiendo la cara posterior del húmero para la reducción y síntesis de la fractura. El cierre de la osteotomía del olécranon se realiza mediante cuidadosa aproximación y sutura de los bordes cartilaginosos de la osteotomía. Con el fin de evitar en lo posible la prominencia del material de osteosíntesis con el inicio de la movilización del codo, las agujas o clavos son

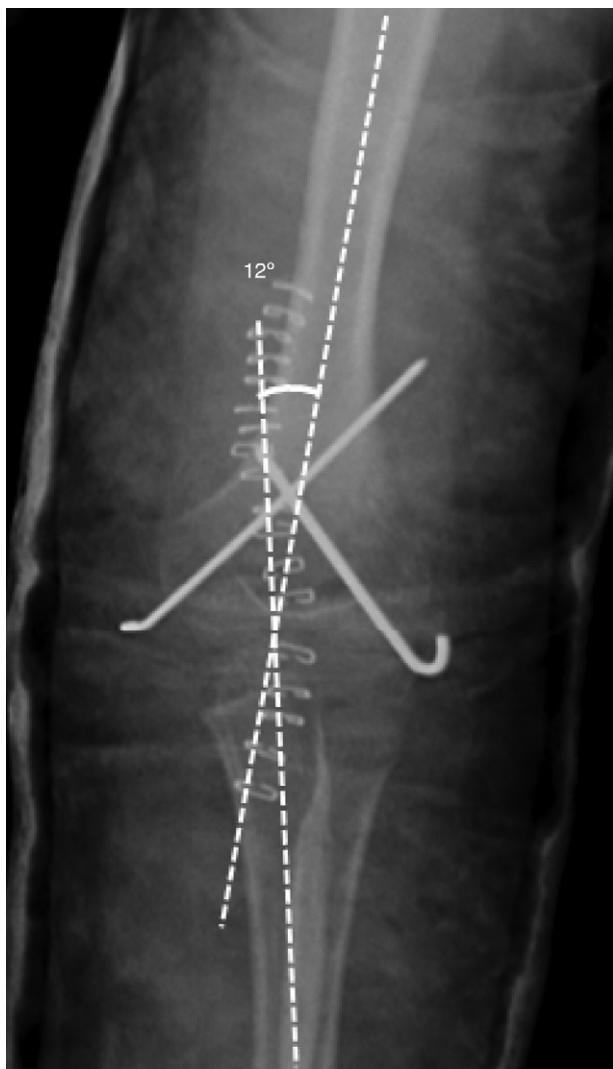


Figura 2 Ángulo húmero-cubital (ángulo de carga): ofrece la medida de la oblicuidad entre el brazo y el antebrazo en extensión y supinación. Empleado en la evaluación radiológica al final del seguimiento. Es el ángulo formado por el eje diafisario del húmero respecto al eje diafisario del cúbito (ángulo de carga normal de $13^\circ \pm 6$).

impactados sobre la cortical del húmero distal y cubiertos por la piel.

En todos los casos, tras la intervención quirúrgica, se inmovilizó el miembro intervenido mediante una venda de yeso o una férula braquiopalmar entre 4 y 6 semanas, procediendo a la retirada del material de osteosíntesis a partir de la octava o novena semana (fig. 3).

Los resultados fueron recogidos mediante la creación de una base de datos Excel y analizados estadísticamente mediante software informático para análisis de datos estadísticos SPSS®, estableciéndose como significativa una diferencia entre grupos con p -valor menor de 0,05.

Se ha empleado el coeficiente de correlación de Pearson para medir la relación lineal entre el resultado obtenido tras la reducción postoperatoria de la fractura y el resultado tras el seguimiento. Mediante el empleo de la t de Student, se

ha estudiado la relación entre la severidad de la fractura y el resultado radiológico del postoperatorio y final.

Resultados

De los 21 pacientes incluidos en el estudio, 14 de ellos fueron varones (66,7%) y 7 mujeres (33,3%) con una media de edad de 5,8 años (rango: 2-13 años). El codo lesionado fue el derecho en 10 casos (47,62%) y el izquierdo en los 11 restantes (52,38%), siendo el brazo dominante en 13 casos. El seguimiento medio en el momento de la revisión fue de 11,52 años (rango: 8-15 años). En cuanto al mecanismo de lesión, fue difícil hacer una valoración de cómo se produjo la fractura, dada la corta edad que presentaban los pacientes en el momento del traumatismo. La mayoría fue por caída desde propia altura, tobogán o caída de la bicicleta.

De acuerdo con la clasificación de Gartland, el 38% ($n=8$) correspondían al tipo II, y el 62% ($n=13$) al tipo III. De todas ellas, solo una fractura fue abierta. En cuanto a las lesiones asociadas al ingreso, 3 casos presentaron ausencia de pulso radial, recuperándose en todos los casos tras la cirugía sin necesidad de exploración quirúrgica vascular. En un paciente pudimos apreciar la asociación con una epifisiolisis tipo II de Salter y Harris de la falange proximal del tercero y cuarto dedo de la mano ipsilateral.

El ángulo de Baumann medio, medido en las radiografías del postoperatorio inmediato fue de $17,61^\circ$ (rango: $12-22^\circ$). El tiempo transcurrido hasta la recuperación de un rango de movilidad satisfactorio del codo fue de 3,6 meses de media, (rango: 1-10 meses). Aquellos pacientes que demostraron una menor colaboración para realizar ejercicios activos, el 28,5% de los pacientes ($n=6$), fueron remitidos a rehabilitación para recuperar el rango de movilidad. El tiempo transcurrido hasta la realización de la extracción de material de osteosíntesis fue de 6,2 meses de media (rango: 2-17 meses), no pudiéndose llevar a cabo la extracción de material de osteosíntesis en un caso, ante las dificultades encontradas durante la cirugía y que desaconsejaron su extracción (fig. 4).

En cuanto a las complicaciones posquirúrgicas, en el 52,38% de los pacientes ($n=11$) se pudo comprobar cierta migración distal de los clavos intramedulares. Cuatro pacientes desarrollaron una infección superficial de la herida. Dos fueron las complicaciones neurológicas postoperatorias aparecidas: un paciente sufrió la neuropraxia del nervio mediano, y un segundo paciente sufrió una paresia mixta de los nervios mediano y cubital. En ambos casos la recuperación del compromiso neurológico fue completa y de forma espontánea. No encontramos ningún caso de infección profunda, contractura isquémica de Volkmann, pseudoartrosis, o miositis osificante. Por último, un paciente tuvo que ser reintervenido por un déficit en la reducción inicial (tabla 1).

Al final del seguimiento, las maniobras de estrés articular no han demostrado inestabilidad del codo intervenido en ningún paciente. El dolor medido mediante EAV ofreció un valor medio de 1,28 (rango: 0-7) sobre un máximo de 10 puntos. Cinco pacientes (23,8%) refirieron la aparición de molestias en el codo en relación a grandes esfuerzos, y solo un paciente manifestaba dolor en reposo de manera ocasional y solo en relación con «determinadas posturas». Ningún

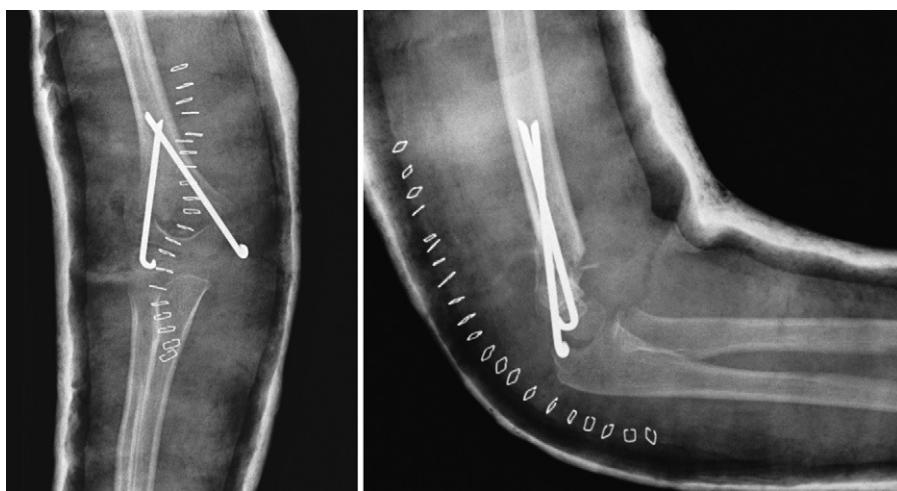


Figura 3 La reducción abierta se realizó en todos los casos mediante abordaje posterior del codo, y síntesis con agujas de Kirschner o clavos intramedulares tipo Rush cruzados. Tras la intervención quirúrgica, se inmovilizó el miembro intervenido mediante una venda de yeso o una férula braquiopalmar.



Figura 4 Radiografía a los 13 años de seguimiento del paciente en el que no se pudo llevar a cabo la extracción de material de osteosíntesis, ante las dificultades encontradas durante la cirugía y que desaconsejaron su extracción.

paciente manifestó la existencia de limitación alguna para la realización de sus actividades de la vida diaria, para el normal desarrollo de su profesión, ni para la práctica deportiva.

Tabla 1 Complicaciones posquirúrgicas

Complicaciones postoperatorias	N.º de pacientes
Migración de las agujas	11
Infección superficial	4
Complicación neurológica	2
Reintervención	1

En 11 de los pacientes se pudo comprobar cierta migración distal de los clavos intramedulares; cuatro pacientes desarrollaron una infección superficial de la herida; 2 complicaciones neurológicas postoperatorias; un paciente tuvo que ser reintervenido por un déficit en la reducción inicial. No encontramos ningún caso de infección profunda, contractura isquémica de Volkman, pseudoartrosis, o miositis osificante.

Según los criterios de Flynn, se obtuvieron unos resultados satisfactorios en el 85,8% (IC del 95%) de los pacientes (n=18). Así, al analizar el factor estético (pérdida del ángulo de carga) independientemente, el 70% de los pacientes

Tabla 2 Según los criterios de Flynn, se obtuvieron unos resultados satisfactorios en el 85,8% (IC del 95%) de los pacientes (n=18)

Criterios de Flynn	N.º de pacientes	Porcentaje
Excelente	6	28,7
Bueno	8	38,1
Regular	4	19
Satisfactorio	18	85,8
Malo	3	14,2
Insatisfactorio	3	14,2
Total	21	100

presentan un resultado estético dentro de los valores establecidos como normales (tabla 2). Y al analizar el factor funcional de forma independiente, el 90% de los pacientes tienen un rango de movilidad del codo cuyos valores se consideran dentro de los valores establecidos como normales (flexión: 140-160°; extensión: (-10)-0°; pronación: 80-90°; supinación: 80-90°)^{23,24}.

El déficit medio de flexión al final del seguimiento fue de 5,1° (rango: 0-20°); de extensión de 0,71° (rango: 0-10°); de pronación 0,83° (rango: 0-35°); y de supinación de 2,85° (rango: 0-20°). El paciente que fue reintervenido es el que presenta un rango de movilidad más alejado de los valores considerados normales, especialmente de flexión y de pronación (-20 y -35° respectivamente). En las radiografías al final del seguimiento, de acuerdo con la medición del ángulo de carga o ángulo húmero-cubital, se hallaron 4 casos de cúbito valgo (19,04%), con un valgo medio final del grupo de 11,85° (rango: 4-30°).

Se ha estudiado la posible relación lineal entre el resultado obtenido tras la reducción postoperatoria de la fractura (ángulo de Baumann posquirúrgico inmediato) y el resultado tras el seguimiento (ángulo de carga al final del seguimiento). No pudiéndose demostrar una relación directa ($r=0,302$) entre los resultados radiológicos de ambos ángulos. Sin embargo, los resultados si muestran una tendencia de relación positiva, es decir, con el incremento del tamaño muestral, probablemente si hubiéramos encontrado una asociación directa que relacionara ambos ángulos.

No se han podido encontrar diferencias estadísticamente significativas entre la severidad de la fractura según la clasificación de Gartland (tipo II o tipo III), y el resultado radiológico del postoperatorio y final (ángulo de Baumann posquirúrgico y ángulo de carga al final del seguimiento), por lo tanto, no podemos afirmar que el resultado radiológico postoperatorio y final (ángulos de Baumann y de carga) sea distinto en función de la severidad de la fractura según la clasificación de Gartland ($p=0,751$).

De igual modo, se ha estudiado la relación entre la severidad de la fractura, según la clasificación de Gartland y el resultado funcional final (incluyendo todas las variables independientemente), sin encontrar resultados significativos ($p>0,05$), salvo de forma límite en los valores para la extensión ($p=0,047$).

Dentro de los niveles de satisfacción global, 19 pacientes refirieron estar bastante contentos o muy contentos con el resultado final del tratamiento quirúrgico de su fractura; un paciente no se encontraba ni contento ni disgustado; e igualmente otro paciente manifestó estar algo disgustado, pero no tanto por los resultados funcionales/estéticos, sino por el trato recibido durante el seguimiento. Ningún paciente manifestó la existencia de limitación alguna para la realización de sus actividades de la vida diaria, para el normal desarrollo de su profesión, ni para la práctica deportiva. Esto se traduce en un nivel excelente/bueno de satisfacción en el 90,47% de los casos.

Discusión

El tratamiento de las fracturas supracondíleas del húmero distal en la edad pediátrica debe tener como objetivo conseguir la reducción anatómica, mantener una reducción

estable en el tiempo, restablecer la función articular y evitar la aparición de deformidades angulares a largo plazo. Así, en las fracturas tipo I de Gartland, se establece generalmente el tratamiento ortopédico como la primera opción y, el tratamiento quirúrgico abierto o cerrado para los tipos II, III (y IV), para prevenir la consolidación defectuosa².

La reducción cerrada más fijación percutánea se ha convertido en el tratamiento de elección debido a los superiores resultados obtenidos. Los principales argumentos empleados por aquellos autores^{25,26} que muestran su preferencia por el tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta y fijación interna de entrada son: la visualización directa de una reducción anatómica abierta; el peligro de lesión del nervio cubital tras el empleo de agujas cruzadas percutáneas, o una teórica fijación menos estable tras el empleo de agujas percutáneas laterales únicamente (sistemas con 2 o 3 agujas). Sin embargo, en la última década, la reducción cerrada más fijación percutánea con agujas de Kirschner se ha convertido en el tratamiento de elección para las fracturas supracondíleas desplazadas en el niño, debido a los superiores resultados obtenidos sobre la reducción abierta y síntesis interna que refleja la literatura en términos de rigidez postoperatoria y cosmesis. Incluso algunos autores prefieren tolerar reducciones cerradas menos anatómicas, en lugar de abrir la fractura. Sin embargo, en la mayoría de estos estudios^{6,12,22,25,26}, el grupo sometido a reducción abierta lo había sido generalmente debido al fracaso para conseguir la reducción o para mantener una reducción estable mediante métodos cerrados, en presencia de lesión neurovascular tras la manipulación, edema importante (fracturas de varios días de evolución), o en casos de fractura abierta para poder realizar el lavado y desbridamiento primario^{22,26,27}. Es decir, los pacientes sometidos a reducción abierta resultan ser generalmente aquellos con fracturas más complejas en los que los resultados finales probablemente serán menos satisfactorios de los esperados.

En el análisis de los resultados radiológicos del postoperatorio inmediato, el ángulo de Baumann se ha demostrado un buen indicador para valorar la reducción postoperatoria. Todos los pacientes menos uno de la presente serie (que fue reintervenido por déficit en la reducción primaria) muestran un ángulo de Baumann satisfactorio, reflejando la correcta reducción anatómica postoperatoria obtenida, que es por otra parte una de las principales ventajas que permite la reducción abierta. En su estudio comparativo entre reducción cerrada/abierta, Oh et al.²⁵ publican mejores resultados en el ángulo de Baumann entre el grupo abierto, aunque las diferencias no eran significativas. La mayoría de estudios publicados sin embargo, no demuestran dichas diferencias^{27,28}.

En cuanto a los resultados funcionales, la literatura refleja una tasa de buenos resultados tras la reducción abierta entre el 85-60%^{12,25-27}. El 90% de nuestros pacientes presentan excelentes y buenos resultados. Flynn et al.²¹ recomienda analizar los factores estético y funcional por separado, argumentando que un paciente puede presentar deformidad con una buena función, y viceversa, no tener deformidad y sin embargo una mala función. Los 4 casos de cúbito valgo (19,04%) de nuestra serie, son en porcentaje algo superior a lo que refleja la literatura en general¹⁷. Sin embargo, los 4 pacientes aludidos sí presentan una reducción radiológica adecuada de la fractura, como lo

demuestran las mediciones en rango del ángulo de Baumann del postoperatorio inmediato. Este hecho, junto con la no demostración de una relación directa entre el ángulo de Baumann y el ángulo de carga, podrían sugerir la existencia de cierto grado de remodelación del húmero distal desde el postoperatorio hasta el final del crecimiento, hipótesis que también han señalado otros autores^{2,3,18}.

La rigidez de codo es otra de las secuelas más frecuentes. En el presente estudio no se han podido encontrar diferencias estadísticamente significativas entre la severidad de la fractura según clasificación de Gartland y el resultado radiológico del postoperatorio y final, ni con el resultado funcional ($p > 0,05$). La contusión de las partes blandas, la fibrosis capsular, o la edad superior a los 10 años, han sido descritas como algunas de las causas asociadas a la aparición de rigidez. Sin embargo, el propio tratamiento quirúrgico mediante la realización de manipulaciones forzadas, excesivos intentos de manipulación, o la reducción abierta de la fractura (sobre todo mediante el abordaje posterior con desinserción del tríceps según descripción de Hernández-Ros), podrían ser incluso más determinantes en su aparición²⁸⁻³⁰, incluso más que la propia severidad de la fractura. Mediante la osteotomía del olecranon con un corte único de la punta de la epífisis cartilaginosa a bisturí frío, empleada en los pacientes de esta serie, se han obtenido unos resultados funcionales con rangos de movilidad satisfactorios en el 90% de pacientes, con un déficit medio de flexión 5,1°, y de 0,71° de extensión, comparables a las series con tratamiento cerrado.

Las complicaciones postoperatorias más importantes derivadas del tratamiento de esta fractura son las lesiones neurovasculares, viéndose afectada según la literatura hasta en un 15% la arteria radial, y produciéndose afectación nerviosa entre un 10-20% de los casos, siendo la mayoría neuroapraxias y recuperándose favorablemente sin necesidad de tratamiento^{2,31,32}. En nuestra serie, un paciente presentó neuroapraxia del nervio mediano, y un segundo paciente neuroapraxia mixta de los nervios mediano y cubital. Todos ellos se recuperaron en los meses siguientes a la cirugía de manera espontánea. Otra complicación precoz y frecuente es la infección superficial. Los 4 casos que presentaron infección superficial de la herida (19%), suponen una tasa de infección algo más alta que la encontrada en la literatura^{12,26,27}, sin embargo todos los casos se resolvieron simplemente con antibioterapia oral. Sin duda la complicación más frecuente de la presente serie ha sido la migración del material de osteosíntesis. En nuestra serie, algo más del 50% de los pacientes sufrieron algún grado de migración del material de osteosíntesis, lo que posiblemente esté en relación con el retraso en su extracción. La penetración de la cortical contralateral al introducir las agujas, la utilización de agujas roscadas, o la localización por fuera de la piel de parte de las mismas para una más sencilla extracción tras la consolidación de la fractura, pudieran ser algunas de los recursos a emplear para evitar la migración distal del material de osteosíntesis, a pesar de la localización subcutánea del mismo.

La presente serie demuestra unos resultados radiológicos, clínicos y funcionales, y de satisfacción subjetiva comparables a las series con tratamiento quirúrgico cerrado. Los autores expresamos nuestra preferencia por los métodos cerrados de reducción y síntesis como primera opción,

sin embargo, en casos de reducción insatisfactoria, o fallo para mantener una reducción estable por métodos cerrados, abogamos por la reducción abierta, no encontrando justificación a aceptar reducciones no adecuadas «con tal de no abrir la fractura» como defienden otros autores.

Nuestro estudio cuenta, sin embargo, con una serie de limitaciones, tales como el tamaño de la muestra obtenida, es un estudio retrospectivo con una elevada pérdida de pacientes, no hemos efectuado un estudio comparativo con otra técnica o método de tratamiento, y no se han investigado las posibles repercusiones clínicas ni radiológicas de una osteotomía a través del cartílago epifisario del olecranon. El estudio solo presenta datos de revisión de los resultados con un tratamiento quirúrgico determinado a largo plazo.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Dr. Enrique Gil Garay, por su cooperación en la elaboración y desarrollo del manuscrito.

Bibliografía

1. Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997;5:19-26.
2. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg (Am).* 2008;90:1121-32.
3. Diméglio A. Growth in pediatric orthopaedics. En: Morrissey RT, Weinstein SL, editores. *Lovell and Winter's pediatric orthopaedics*, 1, 6th ed. Filadelfia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 35-65.
4. Cheng JC, Ng BK, Ying SY, Lam PK. A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6,493 fractures. *J Pediatr Orthop.* 1999;19:344-50.

5. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 1998;18:38–42.
6. Topping RE, Blanco JS, Davis TJ. Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 1995;15:435–9.
7. Cheng JC, Lam TP, Shen WY. Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma.* 1995;9:511–5.
8. Mahan ST, May CD, Kocher MS. Operative management of displaced flexion supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 2007;27:551–6.
9. Juan García EL, Martínez Martín A, Domingo Cebollada J, Cuenca Espírrez J, Sola Cordón A, Herrera Rodríguez A. Tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia. *Rev Esp Cir Osteoart.* 2011;36:205–12.
10. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet.* 1959;109:145–54.
11. Leitch KK, Kay RM, Femino JD, Tolo VT, Storer SK, Skaggs DL. Treatment of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children. A modified Gartland type-IV fracture. *J Bone Joint Surg (Am).* 2006;88:980–5.
12. Ozkoc G, Gonc U, Kayaalp A, Teker K, Peker TT. Displaced supracondylar humeral fractures in children: open reduction vs closed reduction and pinning. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:547–51.
13. Heras de las J, Durán D, Cerdá de la J, Romanillos O, Martínez-Miranda J, Rodríguez-Merchán EC. Supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop Rel Research.* 2005;432:57–64.
14. O'Driscoll SW, Lawton RL, Smith AM. The moving valgus stress test for medial collateral ligament tears of the elbow. *Am J Sports Med.* 2005;33:231–9.
15. Antuña SA, O'Driscoll SW. Inestabilidad del codo: etiología, diagnóstico y tratamiento. *Rev Ortop Traumatol.* 2000;44:67–77.
16. Williamson DM, Coates CJ, Miller RK, Cole WG. Normal characteristics of the Baumann (humerocapitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures. *J Pediatr Orthop.* 1992;12:636–9.
17. Canale ST. Fracturas y luxaciones en la infancia. En: Campbell, editor. *Cirugía ortopédica.* Tomo II. Madrid: Elsevier; 2004. p. 1437–1451, 10.^a edición en español.
18. Rodiño-Padín J, Castaño-Montón V, Uriarte-Hernández I, Justo-Terrazo C. Resultados a largo plazo de las fracturas supracondíleas de húmero en niños. *Acta Ortop Gallega.* 2009;5:13–7.
19. Paraskevas G, Papadopoulos A, Papaziogas B, Spanidou S, Argiriadou H, Gigis J. Study of the carrying angle of the human elbow joint in full extension: a morphometric analysis. *Surg Radiol Anat.* 2004;26:19–23.
20. Beals RK. The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;119:194–6.
21. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Sixteen years' experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg (Am).* 1974;56:263–72.
22. Ababneh M, Shnnak A, Agab S, Hadidi S. The treatment of displace supracondylar fractures of the humerus in children. A comparision of three methods. *International Orthopaedics.* 1998;22:263–5.
23. Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *J Bone Joint Surg.* 1979;61A:756–9.
24. Morrey BF, Askew U, An KN, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg.* 1981;63A:872–7.
25. Oh CW, Park BC, Kim PT, Park IH, Kyung HS, Ihn JC. Completely displaced supracondylar humerus fractures in children: results of open reduction versus closed reduction. *J Orthop Sci.* 2003;8:137–41.
26. Celiker O, Pestilci FI, Tuzuner M. Supracondylar fractures of the humerus in children: analysis of the result in 142 patients. *J Orthop Trauma.* 1990;4:265–9.
27. Cramer KE, Devito DP, Grenn NE. Comparision of closed reduction and percuaneous pinning versus open reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma.* 1992;6:407–12.
28. Sibly TF, Briggs PJ, Gibson MJ. Supracondylar fractures of the humerus in childhood: range of movement following the posterior approach to open reduction. *Injury.* 1991;22:456–8.
29. Kaewpornsawan K. Comparision between closed reduction with percutaneous pinning and open reduction with pinning in children with closed totally displaced supracondylar humeral fractures: a randomized controlled trial. *J Pediatr Orthop B.* 2001;10:131–7.
30. Smith L. Deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg (Am).* 1960;42:235–52.
31. 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.
32. Lipscomb PR. Vascular and neural complications in supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg (Am).* 1955;37-A:487–92.