

Tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia.

Surgical treatment of supracondylar humeral fractures in children.

EL. JUAN GARCÍA, A. MARTÍNEZ MARTIN, J. DOMINGO CEBOLLADA, J. CUENCA ESPIERREZ, A. SOLA CORDON, A. HERRERA RODRÍGUEZ.
SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL UNIVERSITARIO MIGUEL SERVET ZARAGOZA

Resumen. Presentamos un estudio retrospectivo de 130 niños tratados quirúrgicamente por fractura supracondílea desplazada de húmero. Todos los pacientes tuvieron un seguimiento de al menos 12 meses. Utilizando la clasificación de Gartland, el 16% fueron tipo II (21/130) y el 84% (109/130) tipo III. En 6 casos hubo ausencia de pulso radial, que se recuperó en 4 casos tras la reducción y estabilización de la fractura. El 70% (91/130) fueron tratados con agujas de Kirschner cruzadas. Se estudiaron los resultados siguiendo los criterios de Flynn, siendo éstos satisfactorios en el 85% (111/130). Hubieron 6 fallos de reducción cerrada en el quirófano que requirieron reducción abierta. La secuela más frecuente fue el cúbito varo, en 9 casos, y 3 niños tenían cúbito valgo, con escasa repercusión funcional. El nervio más comúnmente afectado, tras el tratamiento quirúrgico, fue el mediano (5 casos) y el cubital (5 casos), con neuroapraxia resuelta en 6 meses salvo en un caso.

Summary. A retrospective review of 130 children treated surgically for displaced supracondylar humeral fractures was conducted. All patients had a minimum of 12 months follow-up. According to Gartland classification, 16% were type II (21/130) and 84% (111/130) type III. A lack of radial pulse was reported in 6 cases, with a total recovery after the reduction and stabilization of the fracture, except in 2 cases. 70% (91/130) were treated with crossed Kirschner wires. The results were studied following Flynn criteria, 85% (111/130) were considered satisfactory. There were 6 failed closed reductions in the operating room, that required open reduction. The most frequent permanent damage was cubitus varus in 9 cases, and 3 children had cubitus valgus, but with little functional impairment. During the surgery, the most commonly affected nerve was median (5 cases) and ulnar (5 cases), with neurapraxias mostly recovered in 6 months.

Introducción. Las fracturas supracondíleas de húmero ocurren casi exclusivamente en los 10 primeros años de la vida, siendo propias del esqueleto inmaduro, disminuyendo su incidencia hasta los 15 años y siendo casi nulas a partir de entonces (1,2).

Fue ya descrita en los trabajos de Hipócrates, "Senex Divinus" (3), no se hace mención sobre estas fracturas en la literatura clásica médica hasta 1634 por Paré y posteriormente en 1769 por Pott en sus trabajos sobre fracturas y luxaciones. Más adelante, en 1811 Desault obtuvo mejores

resultados con un tratamiento más cuidadoso de las mismas.

Siguen en frecuencia a las fracturas del radio distal, siendo de las más difíciles de tratar en la infancia, y frecuentemente asociadas a complicaciones y pobres resultados (4-6).

Siendo el tratamiento conservador el de elección cuando no existe desplazamiento, fractura tipo I de Gartland, ha planteado mayor controversia el tratamiento de la fractura supracondílea desplazada (7-9), variando desde la manipulación e inmovilización hasta la reducción abierta y fijación

Correspondencia:

Emilio Luis Juan García
C/Silveria Fañanas, 7-1º D
50011 Zaragoza
Tel. 617 477 617
e-mail: drjuan@comz.org

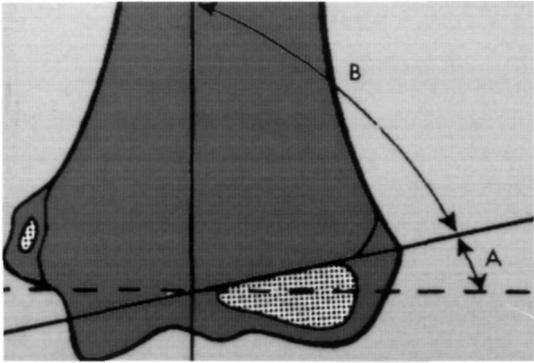


Figura 1. El ángulo de Baumann, actualmente medido entre la línea media de la diáfisis humeral y la línea de la fisura del cóndilo lateral, permanece prácticamente invariable desde el postoperatorio inmediato hasta la consolidación definitiva, y no influye sobre su cálculo la flexión ni la pronación de codo.

interna, pasando por la tracción de partes blandas o tracción esquelética y actualmente fijaciones percutáneas tras reducciones cerradas (10-15). Hoy en día, la reducción cerrada y fijación percutánea con agujas de Kirschner, parece la técnica de elección, con variantes técnicas en cuanto a la introducción de estas agujas (16-19).

El propósito de este trabajo es mostrar nuestra experiencia en el tratamiento percutáneo con agujas de Kirschner de las fracturas supracondíleas desplazadas, tratamiento de elección empleado en nuestro servicio, y valorar los resultados obtenidos y las complicaciones observadas en nuestro medio.

Material y método. Hemos realizado un estudio retrospectivo sobre 130 niños tratados en nuestro hospital, todos menores de 15 años, en un período comprendido entre Enero de 1993 y Diciembre de 1999 sobre los que se realizó un control con revisiones periódicas en nuestras consultas externas de al menos 12 meses, excluyéndose de este estudio aquellos niños que no cumplieron este requisito.

Para la clasificación de estas fracturas hemos utilizado la descrita inicialmente por Gartland en 1959 (20), basada en la integridad o no de la cortical posterior, y el desplazamiento de la fractura. Las de Tipo I (cuando no existe desplazamiento), no las hemos incluido en nuestro estudio, puesto que ninguna de ellas fue tratada quirúrgicamente, y la mayoría de ellas siguieron su evolución de forma ambulatoria. Entre las de Tipo II sólo hemos incluido aquellas que se trataron de forma quirúrgica.

El diagnóstico se realizó en el servicio de urgencias, tras estudio radiográfico que siempre incluyó al menos proyecciones (anteroposterior y lateral), y se prestó especial atención al posible compromiso neurovascular a su ingreso.

El tratamiento quirúrgico se realizó en el 100% de los casos revisados y en todos los casos se realizó anestesia general, y en ninguno bloqueo axilar, ni anestesia venosa regional. La reducción fue cerrada en la mayoría de los casos, siguiendo para la fijación de los fragmentos la técnica de Swenson y Casiano (21,22), aunque algún niño requirió tratamiento quirúrgico abierto y otras técnicas de fijación (16,23).

Durante el acto quirúrgico se valoró la reducción con el intensificador de imágenes, dando especial importancia en la proyección de Jones (plano AP, con codo en flexión máxima y rayo perpendicular al húmero), a la ausencia del signo de la "Media Luna" que nos indicaría basculación medial o lateral (24), y en el plano lateral al pico anterior que aparece en las alteraciones rotacionales, debido al desplazamiento posterior del centro de osificación del capitellum respecto a la línea anterior del húmero que nos indicaría reducción en hiperextensión (25,26), y al diámetro que presentan ambos fragmentos de la fractura, con alteración rotacional si éste es distinto (27). Finalmente el ángulo de Baumann y el metafiso-diafisario han sido los que hemos utilizado para valorar en el postoperatorio inmediato la adecuación de la reducción obtenida (Fig. 1).

El ángulo de Baumann, se considera normal cuando se encuentra entre los 64° y 81° (28), planteando dificultades de medición en los niños pequeños y recomendándose entonces hacer un estudio comparativo con el codo contralateral.

El ángulo metafiso-diafisario, de 90° (midiendo el ángulo formado entre la línea metafisaria lateral y la diafisaria proximal), con tendencia al valgo si es menor, o al varo si es mayor. Para algunos autores es más exacto que el de Baumann en la valoración de una correcta reducción (29).

Para valorar el ángulo de transporte verdadero empleamos el ángulo húmero-cúbito-muñeca, en el postoperatorio no inmediato (30).

Se realizó la valoración neuro-vascular en el postoperatorio inmediato y el control

radiográfico al día siguiente. De forma genérica se realizaron nuevos controles radiográficos durante el seguimiento.

Las agujas se retiraron de forma ambulatoria entre las 3 y las 4 semanas, siendo la media los 26 días, el yeso entre las 6 y las 9 semanas con una media de 46 días.

Para la valoración clínica final empleamos los criterios de Flynn (31), basándonos por lo tanto en la comparación contralateral del ángulo de transporte y la movilidad del codo, siendo el valor final el más bajo de ambos, con pérdidas de función y alteraciones del eje medidas en intervalos de 5°, considerándose un resultado pobre cualquier angulación en varo. Los resultados excelentes, buenos y regulares, los agrupamos en satisfactorios (Tabla 1). Finalmente valoramos el resto de las complicaciones presentadas.

Resultados. Se ha realizado un seguimiento de al menos 12 meses de evolución, no incluyéndose en el estudio aquellos niños que no tuvieron este seguimiento; la consolidación de la fractura se obtuvo en todos ellos.

De los 130 niños, el 62% (81/130) fueron varones, mientras que el 38% (49/130) fueron niñas. El 58% (76/130) se presentaron en el brazo izquierdo, y el 42% (54/130) en el derecho; la edad media ha sido de 6,4 años con un rango de edad comprendido entre los 2 y los 15 y la mayor incidencia entre los 5 y los 8 años de edad, siendo estos datos muy similares a los hallados en la bibliografía revisada (4,32,33). El mecanismo lesional fundamental ha sido la caída fortuita, bien en el transcurso de actividades deportivas, o durante el juego, ocurriendo la mayoría (73%) en el área urbana.

Siguiendo la clasificación de Gartland correspondieron al tipo II el 16% (21/130) y al tipo III el 84% (109/130) (Fig. 2).

De las 130 fracturas, sólo en 2 casos fueron fracturas abiertas, siendo éstas clasificadas por algunos autores como Gartland tipo IV (34).

Por otro lado hemos tenido 122 fracturas en extensión (con desplazamiento pro-

Tabla 1.

Valoración de los resultados según los Criterios de Flynn

Se calcula la pérdida de movilidad y las desviaciones del eje verdadero de transporte en intervalos de 5°. El resultado global es el más bajo de los 2 obtenidos

Excelente	0-5°	0-5°
Bueno	6-10°	6-10°
Regular	11-15°	11-15°
Pobre	>15°	>15°

Tabla 2.

Tratamiento quirúrgico con Agujas de Kirschner

Tipo de fijación	Casos
2K Cruzados Epicóndilo-Epitroclea	91
2K Epicóndileos y 1 K Epitroclea	21
2 Kirschner Epicóndileos	16
3 Kirschner Epicóndileos	1
1 Kirschner Epicóndileos	1

ximal y posterior del fragmento distal) lo cual supone aproximadamente el 94%, mientras que sólo 8 fueron en flexión, valores muy similares a los de la bibliografía revisada (33,35-37).

La reducción fue cerrada en casi la totalidad de los casos (95,3%), mientras que requirieron reducción abierta 6 casos (4,7%).

La fijación se realizó mayoritariamente con 2 agujas de Kirschner de forma cruzada transepicondílea-transepitroclea 91/130 según la técnica descrita por Swenson (21,22,31), en 16 casos (12%) se realizó con 2 agujas epicondíleas (16), en 21 (17%) fueron 2 agujas epicondíleas y una epitroclea (23), en un caso fueron tres agujas epicondíleas y en otro caso exclusivamente una (Tabla 2).

El tiempo medio de hospitalización ha sido de 2,6 días, con un rango de 1 a 8 días.

Entre las lesiones asociadas más importantes a su ingreso, pudimos apreciar, lesiones neurológicas que afectaron principalmente al nervio mediano (6 casos), y algo menos al nervio radial (4 casos), nervio cubital (4 casos) y asociados los nervios mediano y cubital (2 casos); sólo hemos evidenciado la lesión del interóseo anterior en un caso. Esto varía respecto a las series revisadas, siendo en éstas la lesión del radial la más frecuentemente encontrada. Por otro



Figura 2. Las fracturas tipo III de Gartland, con desplazamiento y sin contacto en la cortical posterior, han sido las más frecuentes, siendo aproximadamente en un 94% fracturas en extensión.

lado, en 6 casos hubo ausencia de pulso distal, que se solucionó tras la manipulación, excepto en 2 casos que requirieron reducción abierta. En un paciente pudimos apreciar la asociación con una fractura proximal de cúbito y de radio de la misma extremidad, codo flotante.

En el postoperatorio inmediato se presentaron como complicaciones, en niños que no tenían lesiones asociadas a su ingreso, la neuroapraxia del mediano como la más frecuente en 5 casos, junto con la del cubital en otros 5 casos, mientras que el radial sólo se lesionó en 3 niños. También pudimos evidenciar la ausencia de pulso distal en uno de los niños que sí tenía pulso previo y sobre el se fue expectante al no tener clínica de compromiso isquémico, recobrando de forma espontánea el pulso a las pocas horas de evolución (Tabla 3).

No tuvimos ningún caso de síndrome compartimental, ni de infección, aunque sí reacciones cutáneas en la puerta de entrada de las agujas, que en ningún caso requirió la retirada de las mismas antes de tiempo.

A los 6 meses había desaparecido el compromiso neurológico en la totalidad de los niños, salvo una paresia del radial, que requirió reintervención quirúrgica, con exoneurolisis microquirúrgica e injertos fasciculares del nervio Sural.

Fueron precisos 7 casos de reintervención en el postoperatorio inmediato, por reducción insuficiente o pérdida de la misma y 1 caso de reintervención en el postoperatorio no inmediato, por paresia del radial no solucionada con tratamiento conservador.

Entre las complicaciones tardías, destacaron 9 cúbito varos y 3 cúbito valgus, basándonos en el ángulo húmero-cúbito muñeca descrito por Webb y Shermann (30), y teniendo en cuenta que el ángulo de transporte normal es de 15° hasta los 4 años y casi 18° después (38).

Para valorar los resultados funcionales hemos empleado los criterios de Flynn (31), y hemos obtenido unos resultados

excelentes en el 55% (72/130), buenos en el 21% (27/130), regulares en el 9% (12/130) y malos en el 15% (19/130), considerándose por lo tanto un resultado satisfactorio en el 85% de los casos. El mayor déficit del arco de movimiento lo hallamos en la extensión.

Discusión. Muchos son los trabajos que se han publicado sobre el tratamiento de las fracturas supracondíleas debido fundamentalmente a la alta incidencia de lesiones asociadas y complicaciones. Siendo el tratamiento conservador el de elección cuando no existe desplazamiento, plantea mayores problemas cuando está desplazada. Evitar la aparición de complicaciones y conseguir un buen resultado funcional y estético deben ser los fines a conseguir tras el tratamiento quirúrgico de este tipo de fracturas.

Para la valoración una correcta reducción es indispensable un óptimo estudio radiográfico, tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio inmediato, así como durante el propio acto quirúrgico con ayuda del intensificador de imágenes, y muchas son las referencias que estiman la mayor o menor bondad de la proyección radiográfica a realizar.

Durante el acto quirúrgico, y gracias al intensificador de imágenes, podemos distinguir varios signos que nos indican el grado de satisfacción de la reducción que se está consiguiendo, nosotros hemos elegido de entre todos la proyección de Jones, el pico anterior que aparece en las alteraciones rotacionales en el plano lateral, el signo de la media luna (24), el desplazamiento del capitellum respecto a la línea anterior del húmero (25,26), y al diámetro de ambos extremos de la fractura (27), por la facilidad que tienen estos signos para ser valorados durante el acto quirúrgico y su relación con la reducción lograda.

El ángulo de Baumann y el metafisio-diafisario, guardan una estrecha correspondencia con el ángulo de transporte verdadero, y por ello los hemos utilizado en el postoperatorio inmediato, para valorar la adecuación de la reducción obtenida. El ángulo

lo de Baumann, quizás por ser el más citado en la bibliografía revisada, además de su particularidad de permanecer prácticamente invariable desde el postoperatorio inmediato hasta la consolidación definitiva, nos ha sido el más útil, recordando además que no se ve influenciado por la flexión o pronación del codo, pero sí por una incorrecta orientación del haz de rayos que invalidaría la medición (39).

Webb y Shermann en 1989 hallaron mayor exactitud en el ángulo húmero-cúbito-muñeca para evaluar el ángulo de transporte verdadero, que el de Baumann y el metafiso-diafisario, pero es muy difícil de precisar en el acto quirúrgico y en el postoperatorio inmediato, siendo por ello el más útil en el postoperatorio no inmediato para valorar las desviaciones en varo o valgo del cúbito (30).

En cuanto al tratamiento, las fracturas supracondíleas desplazadas son muy inestables, y ya Pirone (35) afirmó que la reducción cerrada de éstas, sin fijación interna, suponía un desplazamiento de las mismas y la necesidad de manipulaciones repetidas, que conducirían a una rigidez del codo y lesiones fisarias en un porcentaje mayor que con el tratamiento quirúrgico; por este motivo, sólo se recomienda el tratamiento conservador con yeso en aquellas fracturas supracondíleas no desplazadas o con un mínimo desplazamiento. Podemos decir que en las fracturas tipo II y dado que su mayor angulación se debe a la hiperextensión, la clave está en determinar si hay o no suficiente estabilidad intrínseca una vez reducida la fractura y mantenida en una flexión de unos 100°, siempre mayor de 90° para evitar la pérdida de flexión del fragmento distal (vigilando el compromiso vascular); recordando además que hay muy poca remodelación de la angulación posterior residual (20), y que desplazamientos puros posteriores sin angulación remodelan mejor (40). No debemos olvidar tampoco las angulaciones en el plano coronal u horizontal, que aunque generalmente se corrigen al mismo tiempo, nos obligan a una valoración del eje del codo tras la reducción.

Tabla 3.

Lesiones Asociadas y Complicaciones

Lesiones Asociadas	Complicaciones
2K Cruzados Epicóndilo-Epitroclea	91
2K Epicondíleos y 1 K Epitroclea	21
2 Kirschner Epicondíleos	16
3 Kirschner Epicondíleos	1
1 Kirschner Epicondíleos	1

Las fracturas tipo III son las más frecuentes, tanto en las series revisadas, como en la nuestra (84%), aunque en nuestro caso esta diferencia es mayor, puesto que sólo hemos incluido las fracturas que sufrieron tratamiento quirúrgico. Estas fracturas se caracterizan, como consecuencia de su desplazamiento, por la afectación de partes blandas y la posibilidad de tener tejidos interpuestos, siendo la reducción cerrada difícil no sólo de conseguir, sino de mantener debido a la delgadez del hueso a ese nivel (41). Múltiples han sido las técnicas quirúrgicas propuestas para el tratamiento de estas fracturas, pero lo que es invariable, es que el resultado último sólo puede ser tan bueno como la reducción inicial, por lo que si la fractura no se ha reducido bien, las agujas la fijarán en una posición anómala y el resultado será desfavorable.

El tratamiento de elección en estas fracturas es la reducción cerrada y la fijación percutánea con agujas de Kirschner, y aunque distintos autores optan por 2 agujas divergentes laterales (42), una oblicua lateral y otra vertical transolecránica (43), 2 laterales y una medial (23), 2 laterales (16), etc., tras los estudios biomecánicos experimentales de Herzemberg, se ha llegado a la conclusión de que la fijación con agujas laterales y mediales proporciona mayor estabilidad que la fijación exclusivamente lateral (44), añadiendo Wilkins que la primera aguja debería ser la medial para colaborar a la reducción de la fractura (33) teniendo en cuenta que el 75% tienen un desplazamiento postero-medial (35-37), y debiendo coger estas agujas la cortical opuesta. El principal argumento para usar la fijación exclusivamente lateral o lateral y axial ha sido evitar la lesión del nervio cubital, aunque en la mayoría de las series revisadas,

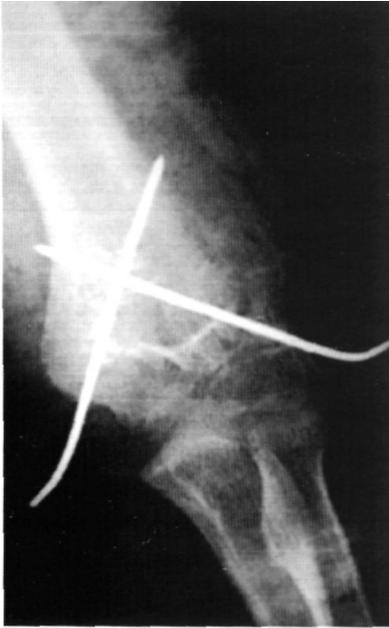


Figura 3. La fijación con agujas de Kirschner cruzadas desde epicóndilo y epitroclea, según la técnica descrita por Swenson y Casiano, es la técnica de elección para la fijación de estas fracturas, procurando un ángulo de introducción de 30°-40° respecto al eje humeral y que las agujas atraviesen la cortica opuesta para mayor fijación.

sadas, la lesión de este nervio es prácticamente inexistente (23,31,45,46) con valores de 2-3% como los presentados por Royce (47) solucionándose espontáneamente al retirar el pin; en nuestra serie esto ocurrió en 5 casos, lo cual supone el 3,8%, y ninguna de forma definitiva, con lo que nos parece que la técnica original descrita por Swenson y Casiano con 2 pines cruzados (medial-lateral) es la de elección (21,22) (Fig. 3). Aún así el propio Royce recomienda una pequeña incisión cutánea y la colocación de la guía de broca a modo de protección de partes blandas, a través de la que se introduce la aguja medial (47).

Las complicaciones precoces más importantes son la lesión de la arteria braquial y el síndrome compartimental. El síndrome de Volkmán, es muy poco frecuente o casi inexistente (en nuestra serie no hemos tenido ningún caso), aunque de muy serias repercusiones, siendo recomendable la fasciotomía ante la mínima duda, dado que la morbilidad de esta fasciotomía es mucho menor que la que provocaría el daño tisular hipóxico del propio síndrome. La afectación de la arteria braquial, más frecuente en las fracturas con desplazamiento postero-lateral, ocurre hasta en el 10% (4,6% en nuestra serie) corrigiéndose la mayoría tras la manipulación y reducción de la fractura (en nuestra serie se mantuvo en 2 casos). En general no se recomienda el realizar una arteriografía salvo que se sospeche atrapamiento o sección del vaso. Lo fundamental en el diagnóstico del déficit de riego sanguíneo, está en la valoración del funcionamiento de la musculatura del antebrazo con movimientos activos y voluntarios de los dedos, tanto de flexión como de extensión, y en la ausencia de dolor a la extensión pasiva de los mismos; teniendo en cuenta que puede haber flujo sanguíneo adecuado sin pulso palpable digital (siendo útil entonces el Doppler) (39,48), y que por el contrario, la presencia de pulso palpable no siempre indica un correcto flujo sanguíneo (49).

Otra de las complicaciones precoces, y que se presentan con mayor frecuencia (hasta en un 22% para algunos autores), son las neurológicas, que generalmente lo hacen como neuroapraxias, afectando a cualquier nervio (mediano, radial, cubital, interóseo anterior) y recuperándose completamente aunque a veces requieran varios meses, siendo su revisión quirúrgica excepcionalmente necesaria (un caso en nuestra serie); ante esto Culp (50) en 1990 concluye diciendo que la actitud inicial debe ser la observación, indicándose la neulolisis tras 5 meses de lesión sin signos clínicos ni electromiográficos de mejoría. La lesión del nervio interóseo anterior (rama del mediano) generalmente se produce por isquemia del mismo debida a una excesiva flexión del codo, y quizás sea la lesión más frecuentemente desapercibida, siendo en realidad más frecuente de lo que se supone (sólo se apreció en un caso en nuestra serie).

Con el fin de poder precisar qué lesiones se presentan de forma asociada, o pudieran ser consecuencia de la intervención quirúrgica, es fundamental la valoración minuciosa prequirúrgica de la función motora, neurológica, pulso y relleno capilar, anotando los hallazgos en la historia clínica tanto la ausencia como la presencia de los mismos, para volver a valorarlos tras el acto de la manipulación de los fragmentos.

El cúbito varo es la más frecuente de las complicaciones tardías (39,51-54), con valores de hasta el 33% en algunas series; en nuestro trabajo hemos podido apreciar 9 casos de cúbito varo al año de revisión (7%) y 3 casos de cúbito valgo (2,3%) atendiendo al ángulo húmero-cúbito-muñeca (30). Este cúbito varo se puede presentar por un desplazamiento en varo del fragmento distal, por un crecimiento excesivo del cóndilo lateral, o por una osteonecrosis de la tróclea y no sólo plantea un problema estético, sino que predispone a la fractura del cóndilo lateral (55). La rotación del fragmento distal, no causa cúbito varo, aunque es por sí solo el factor que más influye para la inclinación medial (56,57), siendo bien compensada por la

rotación del hombro. Sabemos que el ángulo húmero-cúbito-muñeca parece ser el más íntimamente relacionado con el ángulo de transporte verdadero (30), pero en el acto quirúrgico y en el postoperatorio inmediato éste es muy difícilmente valorable, por ello utilizamos el ángulo de Baumann y el metafiso-diafisario como

referencias (28,29) del grado de reducción obtenido, y quizás por este motivo, a pesar de los 7 casos de reintervención quirúrgica que hemos tenido por mala reducción o pérdida de la misma en el postoperatorio inmediato, aún presentamos casi un 10% de alteraciones del ángulo de transporte (7% varo y 2,3% valgo). ■■■■■

Bibliografía

- Fathey JJ.** Fractures of the elbow in children. Instr. Course Lect. 1960; XVII:13-46
- Henrikson B.** Supracondylar fracture of the humerus in children. Acta Chir Scand 1966 (Suppl) 369:1-72
- Adams F.** Genuine works of Hippocrates (translated from Greek). Baltimore: Williams and Wilkins, 1939
- D'Ambrosia R, Zink W.** Fractures of the elbow in children. Pediatr Ann 1982 11:541-53
- Cheng JCY, Shen WY.** Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study of 3350 children. J Orthop Trauma 1993; 7:15-22
- Carcassonne M, Bergoin M, Hornung H.** Results of operative treatment of severe supracondylar fractures of the elbow in children. J Pediatr Surg 1972; 7:676-9
- Buhl O, Hellberg S.** Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Acta Orthop Scand 1982; 53:67-71
- Damsin JP, Langlais J.** Fractures supracondyleennes. Rev Chir Orthop 1987; 73:421-35
- Merchan ECR.** Supracondylar fractures of the humerus in children. Treatment by overhead skeletal traction. Orthop Rev 1992; 21:475-82
- Dunlop J.** Transcondylar fractures of the humerus in childhood. Bone Joint Surg 1939; 21A:59-73
- Tachdjian MO.** Pediatric Orthopedics. Philadelphia: W.B. Saunders, 1972.
- Bosanquet JS, Middleton RW.** The reduction of supracondylar fractures in children treated by traction in extension. Injury 1983; 14:373-80
- Ippolito E, Caterini R, Scola E.** Supracondylar fractures of the humerus in children. J Bone Joint Surg 1986; 68A:333-44
- Ormandy L.** Olecranon screw for skeletal traction of the humerus. Am J Surg 1974; 127:615-6
- Worlock PH, Colton CL.** Displaced supracondylar fractures of the humerus in children treated by overhead olecranon traction. Injury 1984; 15:316-21
- Ariño VL, Lluch EE, Ramírez AM, Ferrer J, Rodríguez L.** Percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. J Bone Joint Surg 1977; 59A:914-6
- Gerardi JA, Houkon 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
- Cheng JC, Lamb TP, Shem WY.** Close reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. J Orthop Trauma 1995; 9:511-5
- Gjerloff C, Shoberg JO.** Percutaneous pinning of supracondylar fractures of the humerus. Acta Orthop Scand 1978; 49:597-9
- Gartland JJ.** Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obstet 1959; 109:145-54
- Swenson AL.** The treatment of supracondylar fractures of the humerus by Kirschner wire fixation. J Bone Joint Surg 1948; 30A:993-7
- Casiano E.** Reduction and fixation by pinning "banderillero". Milit Me 1961; 125:262
- Haddad RJ, Saer JK, Riordan DC.** Percutaneous pinning of displaced supracondylar fractures of the elbow in children. Clin Orthop 1970; 71:112-7
- Marion J, La Grange J, Faysse R, Rigault P.** Les fractures d l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'enfant. Rev Chir Orthop 1962; 48:337-413
- Rogers LF.** Fractures and dislocations of the elbow. Semin Roentgenol 1978; 13:97-107
- Silberstein MJ, Brodens AE, Graviss ER.** Some vagaries of the capitellum. J Bone Joint Surg 1979; 61A:244-7
- Norman O.** Roentgenological studies on dislocations in supracondylar fractures of the humerus. Ann Radiol 1975; 18:395-9
- Williamson DM, Cortes 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
- O'Brien WR.** The metaphyseal-diaphyseal angle as a guide to treating supracondylar fractures of the humerus in children. Paper presented at the 54th Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. San Francisco; Jan 1987
- Webb AJ, Shermann FC.** Supracondylar fractures of the humerus in children. J Pediatr Orthop 1989; 9:315-25
- 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
- Landin LA.** Fractures patterns in children. Analysis of 8682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish Urban population 1950-1979. Acta Orthop Scand 1983 (Suppl)202:1-109
- 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

34. Mehlman CT, Crawford AH, MC Million TL, Roy DR. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children: The Cincinnati experience. *Acta Orthopaedica Belgica* 1996; 62(Suppl 1):41-50

35. Pirone AM, Graham HK, Krajbich JI. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg* 1988; 70A:641-50

36. Boyd DW, Aronson DD. Supracondylar fractures of the humerus in children: A prospective study on closed pinning. Unpublished data 1990

37. Aronson DD, Prager BI. Supracondylar fractures of the humerus in children: a modified technique for closed pinning. *Clin Orthop* 1987; 219:174-84

38. Beals RK. The normal carrying angle of the elbow. *Clin Orthop* 1976; 119:1946

39. Dodge HS. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children: Treatment by Dunlop's traction. *J Bone Joint Surg* 1972; 54A:1408-18

40. Mann TS. Prognosis in supracondylar fractures. *J Bone Joint Surg* 1963; 45B:516-22

41. Dameron TB. Transverse fractures of the distal humerus in children. *AAOS Instr Course Lect* 1981; 30:224-35

42. Kallio PE, Foster BK, Paterson DC. Difficult supracondylar elbow fractures in children: analysis of percutaneous pinning technique. *J Pediatr Orthop* 1992; 12:11-5

43. Fowles JV, Kassab MT. Displaced supracondylar fractures of the elbow in children. *J Bone Joint Surg* 1974; 56B:490-500

44. Herzemberg JE, Korseka J, Carroll NC, Rang M. Biomechanical testing of pin fixation techniques for pediatric supracondylar elbow fractures. *Orthop Trans* 1988; 12:678

45. Nacht J, Ecker M, Chung S. Supracondylar fractures of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Clin Orthop* 1983; 177:203-9

46. Prietto CA. Supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1979; 61A:425-8

47. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurological complications after Kirschner wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1991; 11:191-4

48. Gruber MA, Hudson OC. Supracondylar fracture of the humerus in childhood. *J Bone Joint Surg* 1964; 46A:1245-52

49. Skolnick MD, Hall JE, Micheli U. Supracondylar fractures of the humerus in children. *Orthopedics* 1980; 3:395-406

50. 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

51. Kekomaki M, Luoma R, Rikalainen H, Vilki P. Operative reduction and fixation of a difficult supracondylar extension fracture of the humerus. *J Pediatr Orthop* 1984; 4:13-5

52. Ramesy 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

53. Kramhof. Displaced supracondylar fracture of the humerus in children. *Clin Orthop* 1987; 221:215-20

54. Millis. Supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop* 1984; 188:90-7

55. Davids JR, Maquire MF, Mubarak SJ, Wenger DR. Lateral condylar fracture of the humerus following post-traumatic cubitus varus. *J Pediatr Orthop* 1994; 14:466-70

56. Smith L. Deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg* 1960; 42A:235-42

57. Khare GN, Gautam VK, Kochhar VL, Anand C. Prevention of cubitus varus in supracondylar fractures of the humerus. *Injury* 1991; 3:2026