



MÁSTER INVESTIGACIÓN EN MEDICINA Y CIRUGÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis epidemiológico de las causas postraumáticas
de cubito varo en edad pediátrica y valoración de
tratamiento con osteotomía de cierre lateral y fijación
externa**

CURSO ACADÉMICO: 2021/22

PRESENTADO POR

Alejandro Castillo Sáez

Investigador principal: D. Dr. César Salcedo Cánovas
Investigador colaborador: Alejandro Castillo Sáez
Tutor Académico: Prof. Santiago González Parreño

RESUMEN

Introducción: El cúbito varo es la complicación tardía más frecuente de las fracturas supracondíleas grado III/IV y de las fracturas de cóndilo lateral en niños. La fijación externa es una opción de tratamiento en auge para la fijación de la osteotomía correctora.

Objetivos: Los objetivos de este estudio son realizar un análisis epidemiológico de las fracturas supracondíleas de grado III y IV de Gartland y fracturas de cóndilo lateral humeral intervenidas de urgencias en nuestro hospital, y las deformidades en cúbito varo que derivan de las mismas, analizar nuestra experiencia en el tratamiento de deformidad en cúbito varo postraumática en edad pediátrica con osteotomía de cierre lateral con fijador externo, comparar nuestros resultados con la experiencia recogida en otros estudios y revisar la literatura para dilucidar qué ventajas e inconvenientes existen respecto a otras técnicas quirúrgicas.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio retrospectivo sobre las fracturas de húmero distal en edad pediátrica intervenidas en urgencias del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca en Murcia desde enero del año 2012 hasta enero de 2022. De estos 530 pacientes, se estudió retrospectivamente los 11 casos con cúbito varo postraumático que fueron intervenidos mediante osteotomía de cierre lateral y fijación externa. De estos, 6 eran niños y 5 niñas, con una edad media de $9,45 \pm 2,6$ años.

Resultados: La media de tiempo de fijación externa fue de $56,54 \pm 4,08$ días. El balance articular medio pasó de $124,09 - (-9,54)$ grados a $135,45 - (-2,27)$ grados tras la cirugía. La cirugía consiguió pasar de una situación media de varo de $-18,72 \pm 4,29$ grados a una angulación normal de $4,63 \pm 3,41$ grados. El ángulo de Baumann también se corrigió tras la cirugía (de $98,36 \pm 4,5$ a $78,9 \pm 3,53$ grados). La complicación más frecuente fue la infección superficial de los pines (36,36%).

Conclusión: Las fracturas supracondíleas de alto grado, así como las fracturas de cóndilo lateral humeral en la edad pediátrica, han de vigilarse de cerca ya que son una causa importante de cúbito varo. La osteotomía valguzante de cierre lateral sintetizada con fijador externo es un método terapéutico eficaz y seguro en pacientes pediátricos con deformidad en cúbito varo postraumática.

Palabras clave: Cubito varo, Osteotomía, Fijador externo, Ilizarov.

ABSTRACT

Background: *Cubitus varus is the most frequent late complication of Gartland grade III/IV supracondylar fractures and lateral condyle fractures in children, consisting of varus deformity, internal rotation and hyperextension of the elbow. External fixation is a surgical option for corrective osteotomy fixation that is gaining importance.*

Objectives: *The objectives of this study are to carry out an epidemiological analysis of Gartland grade III and IV supracondylar fractures and lateral humeral condyle fractures operated on in the emergency room at our hospital, and the cubitus varus deformities derived from them, to analyze our experience in the treatment of post-traumatic cubitus varus deformity in pediatric age with lateral closing wedge osteotomy with external fixator, compare our results with the experience gathered in other studies and review the literature to elucidate what advantages and disadvantages exist with respect to other surgical techniques.*

Materials and methods: *A retrospective study was carried out on pediatric distal humerus fractures operated on in the emergency room of in Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca in Murcia from January 2012 to January 2022. Of these 530 patients, we retrospectively study the 11 cases with post-traumatic cubitus varus who underwent surgery with lateral closing wedge osteotomy and external fixation. Of these, 6 were boys and 5 girls, with a mean age of 9.45 ± 2.6 years.*

Results: *The mean external fixation time was 56.54 ± 4.08 days. The mean joint balance went from $124.09 - (-9.54)$ degrees to $135.45 - (-2.27)$ degrees after surgery. The surgery managed to go from a mean varus situation of -18.72 ± 4.29 degrees to a normal angulation of 4.63 ± 3.41 degrees. Baumann's angle was also corrected after surgery (from 98.36 ± 4.5 to 78.9 ± 3.53 degrees). The most frequent complication was superficial infection of the pins (36.36%).*

Conclusion: *High-grade supracondylar fractures, as well as fractures of the lateral humeral condyle in the pediatric age, must be closely monitored since they are an important cause of cubitus varus. Lateral closing wedge osteotomy with external fixator is an effective and safe therapeutic method in pediatric patients with post-traumatic cubitus varus deformity.*

Keywords: *Cubitus varus, Osteotomy, External fixator, Ilizarov*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Etiología del cubito varo	5
1.1.1. Fracturas supracondíleas	5
1.1.2. Fracturas de cóndilo lateral.....	8
1.2. Hallazgos radiológicos	10
1.3. Tratamiento	11
1.3.1. Tipos de osteotomías.....	11
1.3.2. Tipos de fijación	12
1.4. Justificación del tema	16
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	17
2.1. Hipótesis de trabajo	17
2.2. Objetivos	17
3. MATERIAL Y MÉTODOS	18
3.1. Material	18
3.1.1. Población y tipo de estudio.....	18
3.1.2. Criterios de selección	18
3.1.3. Variables observadas	19
3.2. Métodos	20
3.2.1. Revisión bibliográfica	20
3.2.2. Estrategias de tratamiento y técnica quirúrgica	21
4. RESULTADOS	23
4.1. Registros epidemiológicos	23
4.2. Variables relacionadas con el paciente	23
4.3. Variables relacionadas con el tratamiento aplicado	23
4.4. Variables clínico-radiológicas	24
4.4.1. Prequirúrgicas.....	24
4.4.2. Postquirúrgicas	24
5. DISCUSIÓN	26
5.1. Registros epidemiológicos de las fracturas de codo intervenidas de urgencia ...	26
5.2. Aspectos epidemiológicos del cúbito varo	26
5.3. Aspectos intraquirúrgicos del cúbito varo	28
5.4. Aspectos postquirúrgicos del cúbito varo	30
5.5. Limitaciones del estudio	31
6. CONCLUSIONES	33
7. REFERENCIAS	34
8. ANEXO	37

1. INTRODUCCIÓN

El cúbito varo es la complicación tardía más frecuente de las fracturas supracondíleas grado III/IV y de las fracturas de cóndilo lateral en niños, la cual se produce por una mala reducción inicial o por un desplazamiento tras el tratamiento. Debido a la falta de potencial remodelador del codo, que supone únicamente el 15% de crecimiento del miembro superior, la corrección espontánea en estos casos es difícil. Existen una serie de factores que puede predecir el desarrollo de esta deformidad, tales como la deformidad troclear, la hipoplasia parcial o el índice de rotación, el cual se define como el radio resultante de la relación entre el tamaño de la nariz o espigón anterior metafisario proximal sobre el ancho de la metáfisis distal en la radiografía lateral^{1,2}.

Se trata de una deformidad en 3 dimensiones incluyendo el varo, la rotación interna y la hiperextensión de codo. A pesar de tratarse de una deformidad extraarticular, produce una falta de flexión e hiperextensión que condiciona una alteración funcional y también estética¹. Aunque la alteración funcional no suele ser muy relevante, en ocasiones produce cierta dificultad para llevar una carga pesada con el codo extendido, pero el paciente generalmente lo compensa a través de una rotación en el hombro³. También se ha demostrado que tiene otras consecuencias patológicas importantes, algunas de las cuales son un mayor riesgo de fracturas del cóndilo externo, dolor, inestabilidad rotatoria posterolateral tardía, parálisis tardía del nervio cubital, inestabilidad posterior del hombro con una lesión de Bankart, y subluxación del nervio cubital y cabeza medial del tríceps sobre el epicóndilo medial que puede producir dolor, chasquidos y parestesias⁴.

1.1. Etiología del cubito varo

1.1.1. Fracturas supracondíleas

La fractura supracondílea se produce a nivel de la metáfisis distal del húmero, proximal a la fisis de crecimiento, comúnmente a través del centro de la fosa del olécranon. Los núcleos de osificación del codo comienzan desde los 1 a los 11 años, por lo que en el periodo de edad en el que se producen con mayor frecuencia estas fracturas el húmero distal aún se encuentra en periodo de osificación. De hecho, entre los 5 y los 8 años se produce el remodelado óseo de esta región, que propiamente a estas fracturas. Del mismo modo, las características anatómicas del húmero distal también predisponen a ellas.

Epidemiología

La fractura supracondílea es la patología de codo más frecuente en niños³, y comprenden aproximadamente el 10% de todas las fracturas pediátricas y el 65% de las fracturas del codo^{5,6}, con un pico de incidencia entre los 5 y los 10 años^{7,8}.

Estas fracturas se producen por una caída sobre un brazo extendido en hasta el 98% de los casos. Las lesiones en flexión son mucho menos frecuentes, y se producen sobre todo en niños de mayor edad. La extremidad no dominante es la más comúnmente afectada⁹.

Clasificación

Las fracturas supracondíleas en extensión pueden clasificarse según el sistema de clasificación de Gartland¹⁰ (Figura 1):

- Tipo I: fractura sin desplazamiento o mínimamente desplazada (<2 mm) pero con evidencia radiográfica de derrame en el codo. Debido a que el periostio anterior y posterior permanece intacto, la línea humeral anterior (línea que continúa distalmente la cortical humeral anterior en la radiografía lateral de codo) corta el tercio medio del capitellum.
- Tipo II: fractura desplazada (>2 mm) con un periostio posterior intacto. A diferencia de las fracturas de tipo I, la línea anterior del húmero se desplaza anteriormente, ya sea cortando el tercio anterior del capitellum o perdiéndolo por completo, lo que indica un desplazamiento posterior de la fractura del húmero distal. Se subdividen en IIA, sin desplazamiento con rotación, y en IIB, con deformidad en rotación y por lo tanto mayor inestabilidad.
- Tipo III: fractura desplazada con ruptura del periostio anterior y posterior, perdiéndose la continuidad entre los fragmentos de fractura proximales y distales. Suelen desplazarse en dirección posteromedial más frecuentemente.

También puede encontrarse descrito en la literatura las fracturas de tipo IV, que se tratan de fracturas desplazadas tanto en extensión como en flexión, siendo las de mayor gravedad

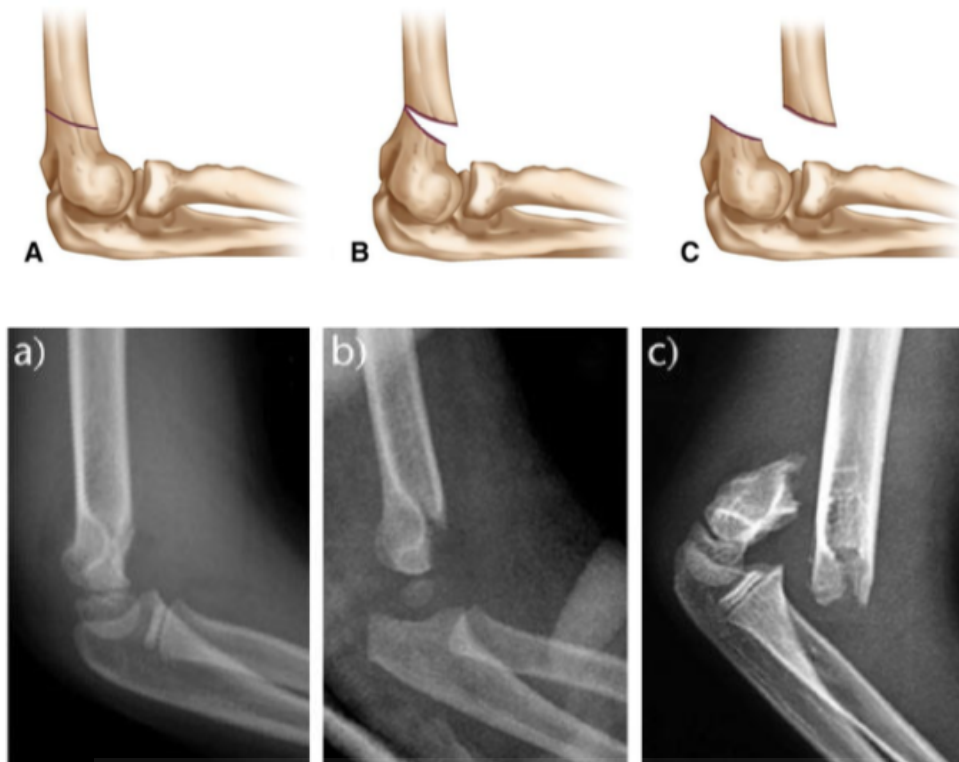


Figura 1: Clasificación de Gartland de las fracturas supracondíleas en niños.

Tratamiento

Inicialmente, las fracturas supracondílea se reducen de forma cerrada bajo anestesia y se inmovilizan con una férula braquial, a excepción de las de tipo I que en ocasiones no es necesaria la reducción. En las tipo IIb en adelante suele ser necesaria además la fijación en quirófano, comúnmente con agujas de Kirschner. Normalmente suelen cruzar la línea de fractura desde el lado radial a través del cóndilo lateral, siendo necesarias 2 o 3 agujas de forma que queden paralelas o levemente divergentes en la proyección anteroposterior, con una separación de al menos 2 mm entre ellas. En ocasiones es necesaria la síntesis adicional con una aguja desde cubital, siendo para ello necesario un pequeño abordaje medial sobre la epitroclea para identificar el nervio cubital y evitar lesionarlo. En determinadas ocasiones, cuando no es posible la reducción cerrada de la fractura por interposición de partes blandas en el foco de fractura, o en caso de lesiones neurovasculares, es necesaria la reducción abierta y posterior fijación con agujas. Finalmente, es necesaria la inmovilización con una férula braquial tras la cirugía hasta la retirada de las agujas que se plantea a partir de las 3-4 semanas.

Complicaciones

Existen numerosas complicaciones de las fracturas supracondíleas y su tratamiento, las cuales se dividen en tempranas como las lesiones neurovasculares o el síndrome compartimental y tardías como el cúbito varo, la miositis osificante o la necrosis avascular de tróclea humeral⁴.

Las lesiones neurovasculares son las más importantes que pueden producirse de forma aguda en el momento de la lesión, siendo de vital importancia su valoración inicialmente. En pacientes con desplazamiento posterolateral de una fractura supracondílea, la arteria braquial puede lesionarse cuando el fragmento proximal del húmero fracturado se desplaza medialmente¹¹.

Las lesiones nerviosas rara vez se pueden asociar con secuelas a largo plazo, la mayoría son neuropraxias con pérdida temporal de la función nerviosa (especialmente la función motora). El nervio interóseo anterior es la rama del nervio mediano que se lesiona con mayor frecuencia^{12,13}.

El cubito varo es, como ya se ha comentado, la complicación tardía más frecuente, con una incidencia del 3-58%. Se produce generalmente por consolidación defectuosa con rotación interna residual del fragmento humeral distal que predispone al colapso con desplazamiento medial tras la fractura supracondílea^{1,14}. También puede producirse por una osteonecrosis troclear, en cuyo caso la deformidad es progresiva, o por una alteración del crecimiento tras una fractura supracondílea^{3,4,14}.

1.1.2. Fracturas de cóndilo lateral

Las fracturas de cóndilo lateral tienen características de las fracturas fisarias Salter-Harris IV porque se extienden desde la metáfisis a través de la fisis y hacia la epífisis. La fractura a través del cóndilo lateral puede extenderse hacia el capitellum, alterando la articulación con la cabeza radial, o hacia la tróclea no osificada, lo que resulta en inestabilidad del codo¹⁵ (Figura 2).



Figura 2: Radiografía anteroposterior de una fractura de cóndilo lateral.

Epidemiología

Las fracturas del cóndilo lateral son las más frecuentes en el codo del niño tras las supracondíleas (17% de las fracturas de húmero distal). La edad máxima de la lesión es de seis años¹⁵.

Suelen ocurrir tras una caída sobre una mano extendida donde la fuerza lateral del antebrazo ejerce una tensión en varo sobre la articulación del codo¹⁶.

Clasificación

La clasificación de Sullivan clasifica estas fracturas en función de la cantidad de desplazamiento: tipo I: desplazada menos de 2 mm, tipo II – Desplazada de 2 a 4 mm, tipo III: completamente desplazada y rotada¹⁶.

Tratamiento

El tratamiento se guía por el desplazamiento¹⁷.

- Tipo I: la mayoría se pueden tratar con una férula braquipalmar y un seguimiento cercano.
- Tipo II: se puede emplear la reducción cerrada con fijación percutánea o la reducción abierta y fijación con agujas de Kirschner
- Tipo III: requieren reducción abierta y fijación con agujas de Kirschner.

Cuando se decide intervenir quirúrgicamente una fractura de cóndilo lateral, comúnmente se utilizan dos agujas de Kirschner de forma que la primera fija el fragmento siguiendo una dirección paralela y proximal a la fisis de crecimiento y otra aguja a 45° respecto a la primera.

Complicaciones

A diferencia de las fracturas supracondíleas en los niños, las lesiones neurovasculares graves son poco frecuentes en las fracturas condilares. Otras complicaciones son el cúbito valgo (sobre todo) o varo por desplazamiento secundario de la fractura, la parálisis tardía del nervio cubital por el cúbito valgo, la pseudoartrosis y la osteonecrosis¹⁷.

1.2. Hallazgos radiológicos

Disponemos de diversos criterios radiográficos que debemos valorar tras la reducción de una fractura de humero distal para comprobar su correcta reducción: la línea humeral anterior, el ángulo de Baumann, el ángulo húmero-cubito-muñeca (HEW) o ángulo de carga y el ángulo metafisio-diafisario.

El ángulo de Baumann, también conocido como ángulo capitellum-humeral, valora la deformidad en el plano anteroposterior. Se define como el ángulo que forman la línea longitudinal a través del eje humeral y la línea fisaria del cóndilo lateral, que en condiciones normales forman un ángulo entre 64° y 81° . En la deformidad en varo encontramos un aumento de este ángulo (Figura 3).

El ángulo húmero-cubito-muñeca (HEW) o ángulo de carga en una radiografía anteroposterior de codo se define como el ángulo entre la línea que sigue el eje de cúbito con la línea que sigue el eje del húmero. El valor normal del mismo se encuentra entre los 5° y 15° . En codos varos encontramos un descenso del mismo hasta valores negativos (Figura 3)

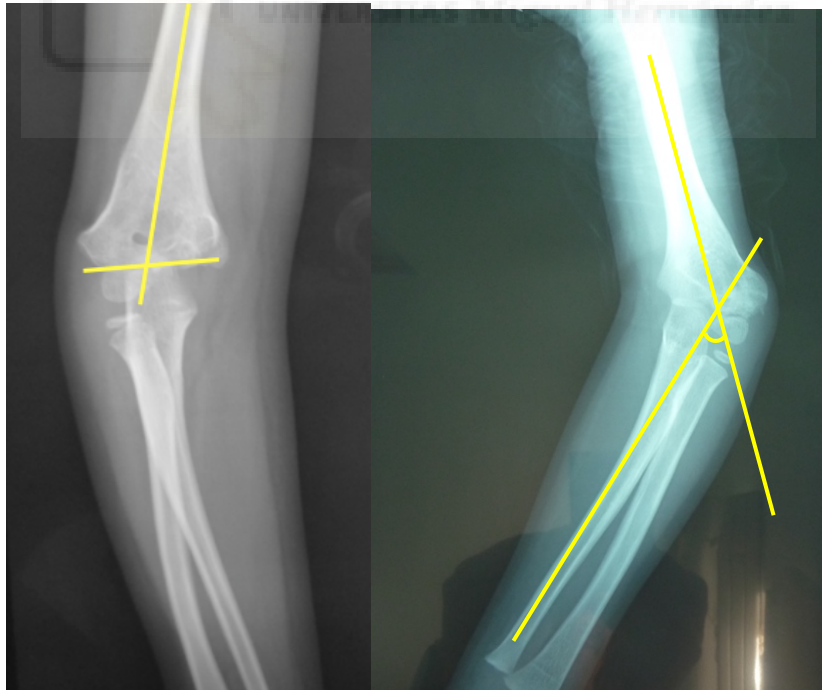


Figura 3: Izquierda: Medición del ángulo de Baumann en una radiografía anteroposterior. Derecha: Medición del ángulo HEW o de carga en una radiografía anteroposterior.

El ángulo metafisio-diafisario es el formado por la bisectriz del ángulo que forman el eje longitudinal del húmero y la línea que atraviesa la metafisis humeral. Su valor normal es de 90 grados, siendo mayor en los casos de codo varo^{1,3}.

1.3. Tratamiento

La incidencia del tratamiento quirúrgico con osteosíntesis en fracturas de húmero distal en edad pediátrica ha aumentado en los últimos años, haciendo que el número de osteotomías correctivas haya disminuido significativamente⁸. La indicación de cirugía ante un cúbito varo no está claramente establecida. El problema estético es el principal motivo de corrección quirúrgica^{1,14}. Sin embargo, la indicación estética a menudo es responsable de resultados aceptables o incluso deficientes, debido mayormente a la prominencia ósea lateral o relacionados con la cicatrización de la herida¹⁴.

El tratamiento quirúrgico consiste en la realización de una osteotomía correctora de la deformidad y estabilización de la misma con el sistema de fijación elegido. Se han descrito muchos tipos de osteotomía y fijación para corregir estas deformidades⁵.

1.3.1. Tipos de osteotomías

Entre los diferentes tipos de osteotomías encontramos la osteotomía de cierre lateral¹, osteotomía de adición medial¹⁴, osteotomía step-cut (la deja un espolón óseo que aumenta la estabilidad de la fijación), osteotomía dome (en cúpula), osteotomía en z¹⁸, pentalateral o la osteogénesis por distracción¹⁹. Cada una presenta sus ventajas y desventajas. En líneas generales, la literatura indica una alta incidencia de complicaciones después de osteotomías correctivas supracondíleas (13% a 34%) que incluyen pérdida de reducción o fijación, estética deficiente, complicaciones neurovasculares y rigidez del codo⁶.

*Siris et al*²⁰ describió por primera vez una osteotomía de cuña de cierre lateral para el cúbito varo en 1939, el cual ha sido el método más comúnmente aceptado debido a su simplicidad y bajo ratio de complicaciones. En 1959, French²¹ recomendó una modificación de la técnica, junto con una corrección simultánea de la rotación interna a través de la preservación de una bisagra perióstica y cortical medial, y fijación con dos tornillos y una banda de tensión. Permite la corrección de la deformidad en el plano coronal, y con mayor dificultad, la corrección de la rotación interna y la hiperextensión.

Aunque la prominencia del cóndilo lateral se produce en ocasiones con esta osteotomía lateral, tiene la ventaja de que con el abordaje lateral se lleva a cabo una mínima disección de partes blandas y la preservación del nervio cubital¹.

La osteotomía de apertura medial es otra de las osteotomías más utilizadas, descrita por King and Secor en 1951 usando injerto óseo tibial y fijación con un fijador externo monolateral. Permite una corrección de la deformidad en su origen, previniendo la prominencia ósea lateral. Con ella no sólo conseguimos corregir la deformidad en varo, también la hiperextensión (dependiendo de la inclinación de la osteotomía) y la rotación. Una de sus desventajas documentadas es la necesidad de injerto óseo y el alargamiento de las estructuras mediales, lo que puede resultar en una neuropraxia cubital. Además, requiere un abordaje medial que precisa de la disección del nervio cubital¹⁴.

Las osteotomías step-cut, dome y pentalateral son otros tipos de osteotomía más complejas que evitan la prominencia condilar lateral pero requieren de resección de cuñas y una planificación preoperatoria y ejecución intraoperatoria precisas⁶. La corrección mediante osteogénesis por distracción es una técnica con múltiples ventajas tales como la corrección tanto en quirófano como postquirúrgica de la deformidad en las 3 dimensiones y también la longitud del miembro, además de realizarse mediante pequeñas incisiones y evitar problemas como la afectación de estructuras neurovasculares²².

Ante la dificultad que supone corregir una deformidad en 3 dimensiones, surge la planificación quirúrgica a base de reconstrucciones de TAC. Para ello se generan modelos de hueso en 3 dimensiones sobre los que se analiza la deformidad por registros de superficie y se calcula la osteotomía a realizar en comparación con el miembro sano contralateral. Después, se desarrolla un método quirúrgico que utiliza una osteotomía hecha a medida y guías de reducción diseñadas sobre la base de esta simulación preoperatoria por computadora en 3 dimensiones⁷.

1.3.2. Tipos de fijación

Disponemos de distintos tipos de fijación tras la osteotomía, cada uno con sus ventajas e inconvenientes.

Fijación interna

La fijación interna es el método tradicionalmente empleado para la fijación de las osteotomías correctoras de cubito varo en niños. A pesar de ser un método seguro con buenos resultados clínicos, presenta ciertos inconvenientes en cuanto al mantenimiento de la fijación, pseudoartrosis, persistente prominencia del cóndilo lateral, rigidez del codo debido a la necesidad de inmovilización tras la cirugía, detención del crecimiento y lesión neurológica⁷. Los sistemas de fijación interna más empleados son las agujas de Kirschner, placas y la técnica descrita por French con tornillos y cerclaje.

Agujas de Kirschner

La fijación con agujas de Kirschner (Figura 4) es un método accesible y barato. No obstante, es también más inestable y es difícil obtener una buena corrección por pérdida de la misma, con índices de malunión mayores y con riesgo de lesión del nervio cubital. Las complicaciones postquirúrgicas más frecuentes son el varo residual (10%), pérdida de fijación (2,6%) o la infección (3,7%)¹.

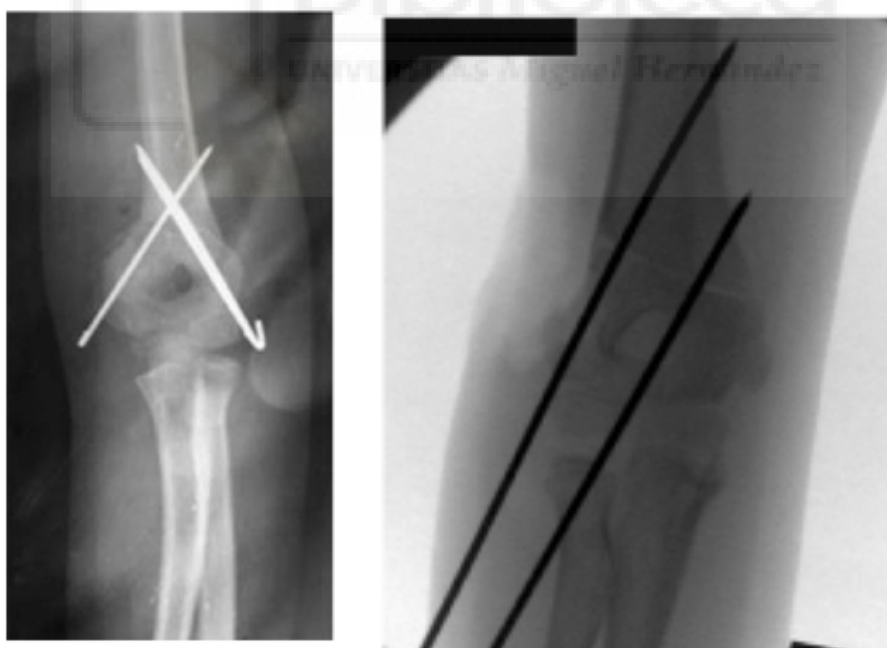


Figura 4: Fijación de una osteotomía valguizante de codo con agujas de Kirschner.

Placas

La fijación con placa es más estable, pero es difícil de ajustar de forma adecuada por lo que suele requerir una nueva cirugía tras la consolidación para su retirada. Como

desventajas encontramos la sobrecorrección, el retraso de la consolidación, detención del crecimiento y rigidez de codo¹.

Tornillos y cerclaje (Técnica de French)

Se realiza mediante la técnica descrita por French²² con dos tornillos con un lazo de alambre en forma de 8 (Figura 5). Proporciona una mejor fijación que los alambres de Kirschner con una menor incidencia de pérdida de corrección. Con este método de fijación se han documentado buenos resultados³, pero presenta la desventaja de una segunda cirugía para la retirada del material.

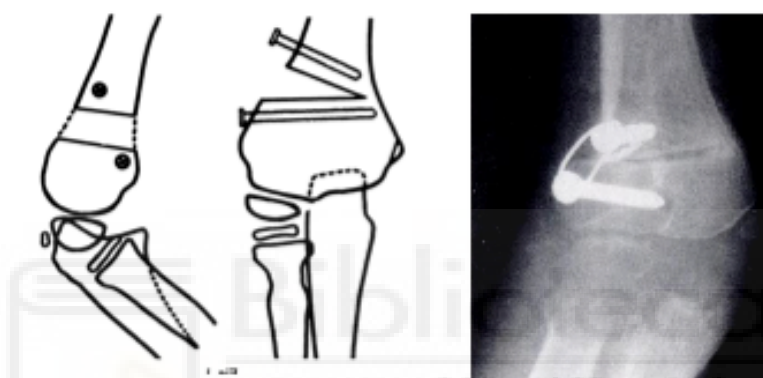


Figura 5: Técnica de French para la fijación de la osteotomía valguizante de codo.

Fijación externa

Se trata de un método de tratamiento basado en el manejo percutáneo y extrafocal de los fragmentos óseos. Consiste en un dispositivo externo que se fija al hueso a través de pines o agujas. Proporciona mayor estabilidad y resistencia frente a la rotación interna del humero distal, evitando la prominencia del cóndilo lateral. Además, se puede ajustar la angulación intraoperatoria con el objetivo de conseguir una corrección deseada, ajustando el fragmento distal desde varo a valgo, de extensión a flexión y desde rotación interna a rotación externa. Presenta también la ventaja de la movilización precoz que evita la pérdida de movilidad en el seguimiento y su fácil retirada una vez consolidada la osteotomía^{1,14}. La principal complicación del fijador externo es la infección superficial en la entrada de los pines en la piel, la cual se soluciona en la mayoría de las ocasiones con antibióticos orales⁷. Otra complicación que podemos encontrar con el fijador externo son las lesiones nerviosas durante la introducción de los pines, sobre todo del nervio radial en la cara lateral del humero y del nervio cubital en la región medial. Como desventaja,

puede suponer un impacto psicológico para el paciente y familiares por el hecho de llevar un dispositivo visible durante el proceso de tratamiento^{23,24}.

En el cúbito varo pueden utilizarse distintas configuraciones de fijación externa, entre las más utilizadas en la literatura distinguimos las siguientes:

- Fijador externo uniplanar: la disposición de los pines de encuentros únicamente en un plano en la región lateral del codo (Figura 6).

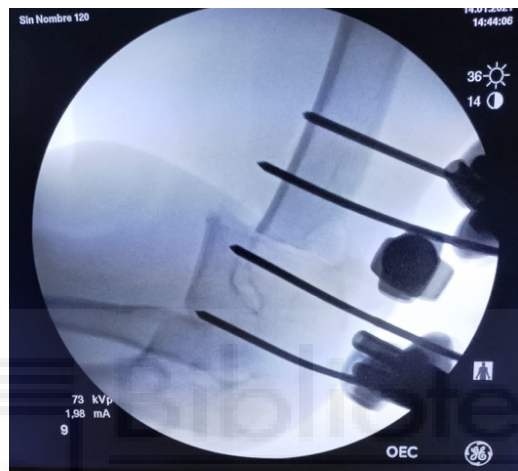


Figura 6: Imagen de escopia intraquirúrgica tras el montaje de un fijador uniplanar.

- Fijador externo multiplanar: se compone de una serie de pines y agujas transfixiantes en distintos planos unidos a través de aros metálicos que se colocan alrededor del miembro y permite realizar correcciones en distintos planos, aportando mayor estabilidad y permitiendo modificaciones en el sistema durante el proceso de consolidación para evitar desplazamientos en los 3 planos. El sistema de Ilizarov es un tipo de fijador externo multiplanar utilizado clásicamente en la literatura (Figura 7).

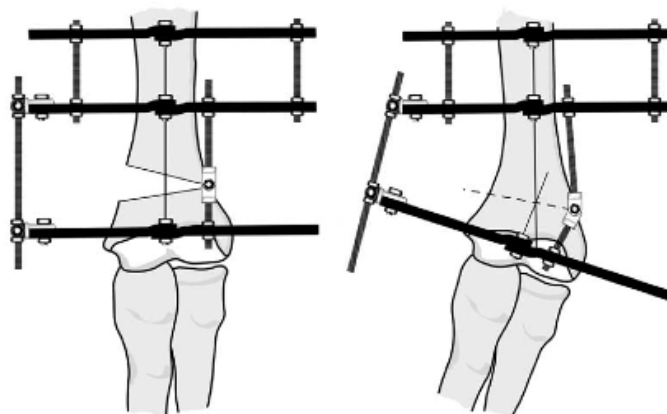


Figura 7: Montaje de un fijador externo multiplanar tipo Ilizarov.

1.4. Justificación del tema

Las fracturas supracondileas de codo constituyen la fractura más frecuente en edad pediátrica. Las de mayor grado (grados III y IV de Gartland), así como las fracturas de cóndilo lateral humeral, pueden consolidar de manera no deseada a pesar de realizar un tratamiento quirúrgico de la fractura. La deformidad más frecuente que pueden dar es el denominado cúbito varo, la cual se trata de una deformidad tridimensional. El tratamiento de esta complicación ha consistido clásicamente en la osteotomía correctora valguizante y fijación con agujas de Kirschner. En los últimos años se ha producido un aumento del uso de la fijación externa para la fijación de la osteotomía correctora de esta deformidad. Debido a su uso en auge más reciente, no disponemos en la literatura de muchos artículos sobre el este tema. Ante la posibilidad de utilizar para la corrección de esta deformidad una técnica de fijación externa, la cual presenta numerosas ventajas que han sido demostradas en el uso de estos dispositivos en otras patologías, se justifica la realización del presente estudio.



2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis de trabajo

La primera hipótesis de este trabajo se centra en que las fracturas supracondíleas de alto grado, así como las fracturas de cóndilo lateral humeral, en pacientes en edad pediátrica que son tratadas quirúrgicamente en quirófanos de urgencias, son causa de la deformidad tridimensional de cúbito varo en un número considerable de pacientes.

La segunda hipótesis es que el uso de la fijación externa para la fijación de la osteotomía correctora valguzante de cierre lateral de humero en pacientes pediátricos con deformidad en cúbito varo postraumático es una técnica eficaz y segura, con bajo ratio de complicaciones mayores.

2.2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo son:

1. Realizar un análisis epidemiológico de las fracturas supracondíleas de grado III y IV de Gartland y fracturas de cóndilo lateral humeral intervenidas de urgencias en nuestro hospital, y las deformidades en cúbito varo que derivan de las mismas.
2. Analizar nuestra experiencia en el tratamiento de deformidad en cúbito varo postraumática en edad pediátrica con osteotomía de cierre lateral con fijador externo, analizando una serie de aspectos epidemiológicos, intraquirúrgicos y postquirúrgicos.
3. Comparar nuestros resultados con la experiencia recogida en otros estudios.
4. Revisar la literatura para dilucidar qué ventajas e inconvenientes existen respecto a otras técnicas quirúrgicas.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Población y tipo de estudio

Se pretende realizar un estudio retrospectivo sobre los datos epidemiológicos de las fracturas supracondileas y de cóndilo lateral en humero distal en pacientes pediátricos y análisis de los casos de cubito varo de causa postraumática en edad pediátrica tratados con osteotomía de cierre lateral y fijación externa, en el Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca en Murcia. Todos los pacientes analizados en el estudio fueron intervenidos en nuestro centro desde enero del año 2012 hasta enero de 2022. Se seleccionaron un total de 11 pacientes para el análisis del tratamiento quirúrgico del cubito varo, a través de la base de datos de la programación quirúrgica de nuestro hospital.

Los datos analizados en este estudio se obtuvieron de la base de datos “SELENE”, herramienta utilizada en el Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca. Se ha mantenido la confidencialidad de todos los pacientes, sin exponer datos personales ni identificativos de los mismos.

Nuestro estudio fue aprobado por nuestro jefe de servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, que permitió el acceso a historias clínicas de los pacientes y pruebas complementarias pertinentes con fin científico e investigador, a través de la mencionada aplicación “SELENE” de nuestro hospital.

3.1.2. Criterios de selección

Los criterios de selección de pacientes aplicados en este estudio fueron los siguientes:

- Edad inferior a 14 años.
- Para el análisis epidemiológico de las fracturas supracondileas y de cóndilo lateral humeral: pacientes intervenidos quirúrgicamente de estas fracturas en el servicio de urgencias de nuestro hospital entre enero de 2012 y enero de 2022. Para el análisis del tratamiento quirúrgico del cubito varo: paciente con cubito varo de causa postraumática tras una fractura supracondilea o de cóndilo lateral de húmero tratados con osteotomía lateral de cierre y fijación externa entre enero de 2012 y enero de 2022 en nuestro hospital.

- Periodo de seguimiento mínimo de hasta 6 meses posteriores a la retirada del fijador externo una vez consolidada la artrodesis.
- Disponibilidad completa de registros clínico-radiológicos para el análisis de los datos.

Entre los criterios de exclusión, cabe destacar los siguientes:

- Edad mayor de 14 años.
- Pacientes tratados con un método diferente al fijador externo.
- Pacientes cúbito varo de causa no traumática.
- Pacientes en cuya historia clínica hubiera falta de registro e imposibilidad de obtención de alguno de los datos analizados en el estudio.

Durante el periodo seleccionado, se realizaron en nuestro hospital un total de, de las cuales se excluyeron del estudio. Por tanto, la muestra del estudio fue de pacientes, con una media de edad de años.

3.1.3. Variables observadas

Con el objetivo de analizar la epidemiología de la patología a estudio y la eficacia del tratamiento empleado, analizaremos una serie de variables en nuestra muestra que servirá también como punto de comparación con la de otros estudios similares. Las variables a estudio son:

- Variables relacionadas con el paciente: Edad, sexo, localización, etiología de la patología y tratamiento inicial de su fractura.
- Variables relacionadas con el tratamiento aplicado: tiempo desde la fractura hasta la cirugía correctiva, tipo de osteotomía, tipo de fijador externo, abordaje, tiempo de unión o de fijación externa, protocolo postquirúrgico empleado, complicaciones asociadas a la cirugía y necesidad de cirugía de revisión.
- Variables clínico-radiológicas: ángulo húmero-cúbito-radio (HEW) o ángulo de carga, ángulo de Baumann y balance articular.

3.2. Métodos

3.2.1. Revisión bibliográfica

En cuanto a la revisión bibliográfica del tema y la búsqueda de estudios utilizada para analizar los diferentes datos clínicos y funcionales, se realizó una revisión bibliográfica en MEDLINE/PubMed, Web Of Science y Google Scholar sobre la artrodesis de rodilla con fijador externo en pacientes con procesos infecciosos de la articulación. Se redujo la búsqueda a artículos publicados en los últimos 25 años y en lengua inglesa.

En MEDLINE/PubMed se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda: "cubitus varus" AND "Osteotomy"[Mesh] AND ("External Fixators"[Mesh] OR "Ilizarov"). Se añadió el filtro "Child: birth-18 years" y el filtro temporal de artículos publicados en los últimos 25 años.

La búsqueda en Web Of Science se realizó utilizando la siguiente ecuación de búsqueda: "cubitus varus osteotomy external" y "cubitus varus osteotomy Ilizarov", aplicándose el filtro temporal de artículos publicados en los últimos 25 años.

En Google Scholar la ecuación de búsqueda fue la siguiente: "intitle:cubitus varus+intitle:osteotomy+intitle:external" y "intitle:cubitus varus+intitle:osteotomy+intitle:Ilizarov", con el filtro temporal de artículos publicados en los últimos 25 años.

En la base de datos MEDLINE/PubMed se obtuvo un total de 11 resultados, de los cuales se seleccionaron un total de 7 artículos para su revisión. En Web Of Science se obtuvo un total de 22 resultados, seleccionándose 8 artículos para añadirlos a la revisión. Por último, en Google Scholar se obtuvo un total de 10 resultados, de los cuales se seleccionó 2 artículo más.

De los 17 estudios seleccionados, se analizaron los siguientes datos:

- Aspectos epidemiológicos: número de pacientes del estudio, edad y sexo de los pacientes, tipo de fractura inicial y lateralidad de la misma, tratamiento inicial de la fractura y tiempo desde la fractura hasta la cirugía correctora.
- Aspectos intraquirúrgicos: tipo de fijador externo, abordaje y tipo de osteotomía realizada.

- Aspectos postquirúrgicos: Tiempo de fijación externa, protocolo postquirúrgico, ángulo HEW o de carga, balance articular y otras escalas funcionales, tiempo total de seguimiento, complicaciones de la osteotomía y de la fijación externa y necesidad de segunda cirugía tras la corrección del varo.

3.2.2. Estrategias de tratamiento y técnica quirúrgica

Bajo isquemia con manguito de presión, se lleva a cabo mediante un abordaje lateral de 3-4 cm sobre el humero distal por encima de la cresta supracondilea para evitar dañar el nervio radial.

Se mide de forma preoperatoria en las radiografías anteroposteriores y lateral de ambos codos tanto el ángulo HEW o de carga y el ángulo de cuña de la osteotomía (el ángulo varo afecto más el ángulo HEW del codo contralateral normal). La línea de osteotomía distal se hace paralela a la línea articular del codo justo por encima de la fosa cubital, y la osteotomía proximal se realiza acorde a la media preoperatoria. Antes de la osteotomía, se insertó una aguja de Kirschner de 2 mm por encima del corte proximal y otra por debajo del corte distal para marcar los sitios de osteotomía. Ambas agujas de Kirschner se pasaron a través de 2 corticales y se retiraron después de retirar la osteotomía en cuña (Figura 9). El fragmento distal se trasladó medialmente para minimizar la prominencia del cóndilo lateral.

Para la fijación de la osteotomía, se utilizaron el fijador externo multiplanar Hoffmann® Compact™ de Stryker y el fijador externo modular Galaxy™ de Orthofix, con pines de Schanz de 2,7 o 3 mm fijados perpendicularmente en el eje longitudinal del humero proximal 2 cm proximales a la osteotomía y en el eje longitudinal del fragmento distal 2 cm distales a la osteotomía y paralelos a la línea articular (Figura 8, 9 y 10). Para evitar la derotación del fragmento humeral distal, se pasan de forma provisional dos agujas de Kirschner de 1,5 mm de forma retrograda desde el epicóndilo lateral atravesando la osteotomía. Finalmente, se comprueba la estabilidad bajo escopia en flexión y extensión máximas.

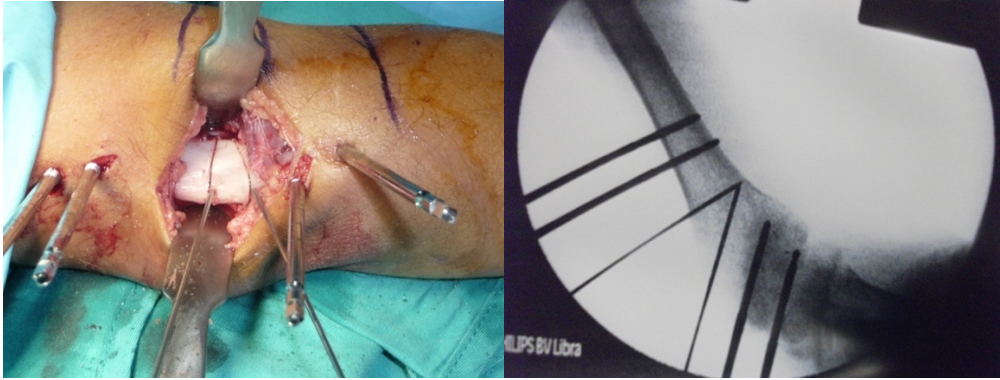


Figura 8: Imágenes intraoperatoria (izquierda) y de escopia (derecha) tras la colocación de los pines del fijador previa a la osteotomía marcada con agujas de Kirschner.



Figura 9: Imagen intraoperatoria tras el montaje del fijador externo.

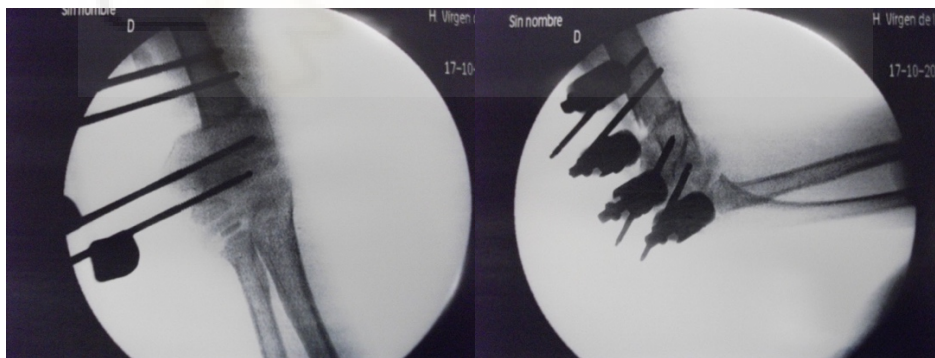


Figura 10: Imágenes de escopia intraoperatoria anteroposterior (izquierda) y lateral (derecha) tras el montaje del fijador externo.

En el periodo postoperatorio, se les educa a los padres de los pacientes sobre los cuidados del fijador externo y la cura de sus pines. La movilidad activa y pasiva se permitía en el posoperatorio inmediato. El fijador externo se retira sobre las 4-8 semanas cuando se objetiva consolidación de la osteotomía en las radiografías. Radiológicamente, la unión se define cuando el espacio de la osteotomía ya no es visible en 3 de las 4 corticales en las imágenes anteroposterior y lateral. Posteriormente se inicia rehabilitación funcional, evitando la carga de peso del miembro afecto hasta los 6 meses postoperatorios.

4. RESULTADOS

4.1. Registros epidemiológicos

Entre enero de 2012 y enero de 2022 se registraron todas las fracturas supracondíleas y fracturas de cóndilo lateral humeral intervenidas de urgencias en nuestro servicio. En total, se intervinieron un total de 530 pacientes, de los cuales 464 fueron fracturas supracondíleas y 66 fracturas de cóndilo lateral. De las 464 fracturas supracondíleas, 71 fueron consideradas de grado IV y el resto (393) de grado III (Gráfico 1). En total, 378 fueron miembros izquierdos y 152 fueron miembros derechos. 275 fueron varones y 255 fueron mujeres.

De estas 530 fracturas de húmero distal intervenidas en urgencias, 11 de ellos precisaron una cirugía correctiva de la secuela en cúbito varo.

4.2. Variables relacionadas con el paciente

En el presente estudio se incluyeron un total de 11 pacientes (Tabla 1) sometidos a un proceso de corrección de deformidad en cúbito varo postraumática con osteotomía de cierre lateral y fijación externa, con una edad media al momento de la cirugía de $9,45 \pm 2,6$ (6-14). De estos 11 pacientes, 6 eran hombres y 5 mujeres. En cuanto al miembro afecto, 6 fueron derechos y 5 izquierdos.

La causa de cúbito varo en todos los casos fue la traumática como criterio de inclusión. La causa mas frecuente fue tras una fractura supracondílea, con un total de 7 casos (63,6%). De estos, 5 fueron fracturas supracondíleas de grado III y 2 fueron de grado IV. La segunda causa más frecuente fue la fractura de cóndilo lateral, con un total de 4 casos (36,4%) (Gráfico 2).

4.3. Variables relacionadas con el tratamiento aplicado

El fijador externo más empleado en nuestra serie fue el Hoffmann Compact (Stryker), que fue utilizado en un total de 7 casos. En los otros 4 casos el fijador externo utilizado fue el Galaxy (Orthofix). La media de milímetros de la cuña de sustracción de la osteotomía fue de $13,72 \pm 2,1$ milímetros (10-17 mm). La media de tiempo de fijación

externa fue de $56,54 \pm 4,08$ días (50-63 días) y el tiempo medio de seguimiento fue de $4,49 \pm 1,76$ años (1-7,6 años) (Tabla 2).

4.4. Variables clínico-radiológicas

4.4.1. Prequirúrgicas

Se realizaron una serie de mediciones tanto clínicas como radiográficas en todos los pacientes en el momento previo a la cirugía. En cuanto a las variables clínicas se registró como única medida el balance articular, registrando los grados de flexión y de extensión máxima. Como variables radiológicas, se objetivó el ángulo húmero-codo-muñeca (HEW) o ángulo de carga y el ángulo de Baumann (Figura 11).

El balance articular medio prequirúrgico fue de $124,09 - (-9,54)$ grados $\pm 6,25 - (-3,5)$. La media del ángulo HEW o ángulo de carga prequirúrgico fue de $-18,72 \pm 4,29$ grados (-15° - -30°), y la media del ángulo de Baumann prequirúrgico fue de $98,36 \pm 4,5$ grados (92° - 109°) (Tabla 3).



Figura 11: Exploración de un paciente con cúbito varo en la que podemos observar el varo (izquierda), la hiperextensión (centro) y la rotación interna (derecha).

4.4.2. Postquirúrgicas

El balance articular medio postquirúrgico fue de una media de $135,45 - (-2,27)$ grados $\pm 4,72 - (-2,61)$. Las mediciones postquirúrgicas reflejan una media del ángulo HEW o ángulo de carga de $4,63 \pm 3,41$ grados (0° - 10°). La media del ángulo de Baumann postquirúrgico fue de $78,9 \pm 3,53$ grados (74° - 85°) (Figura 11 y 13, Gráfico 3).

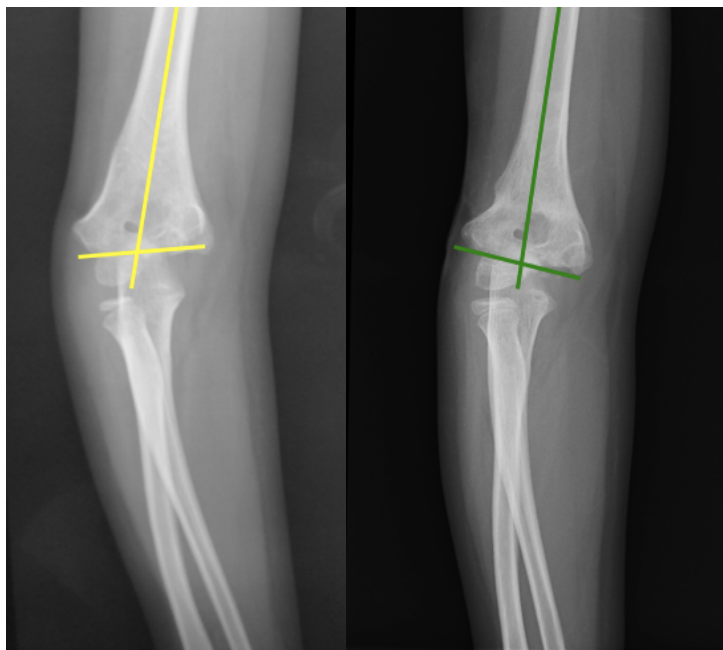


Figura 12: Radiografía anteroposterior en la que podemos observar la situación prequirúrgica de un paciente con cúbito varo (izquierda) y el resultado postquirúrgico con un ángulo de Baumann normal (derecha).

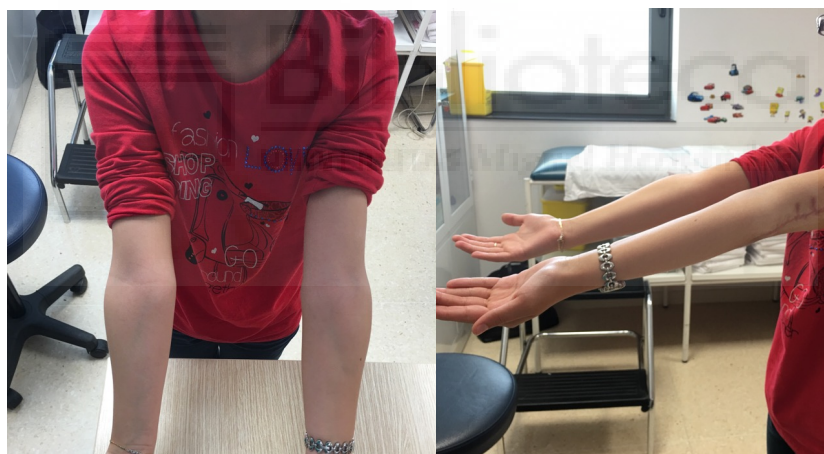


Figura 13: Exploración de un paciente tras la corrección del cúbito varo en la que observamos la corrección del varo (izquierda) y de la hiperextensión (derecha).

En ninguno de los casos de nuestra serie fue necesaria una segunda cirugía relacionada con el déficit de corrección o complicaciones asociadas. Tampoco se produjo ninguna complicación relacionada con la osteotomía, ni a corto ni a medio-largo plazo. La complicación más recuente relacionada con el fijador externo fue la infección superficial de alguno de los pines, la cual se produjo en 4 de los 11 pacientes (36,4%). Todas ellas fueron resueltas con éxito mediante curas locales y antibioterapia oral. En uno de los pacientes se produjo una infección en planos profundos, la cual requirió ingreso hospitalario y antibioterapia intravenosa para resolverse (Tabla 4).

5. DISCUSIÓN

La utilización de fijación externa asociada a la osteotomía correctora del cúbito varo postraumático es una técnica que ha experimentado un aumento en su uso en los últimos años respecto a otras técnicas más utilizadas clásicamente como la fijación con agujas de Kirschner. Por ello, el número de revisiones en la literatura sobre el uso de la fijación externa en este ámbito es limitado, y además, la mayoría de ellas no disponen de un número de pacientes considerables. Esto dificulta sacar conclusiones en cuanto a la superioridad de uno u otro método quirúrgico.

Nuestra serie es de 11 pacientes, similar a la de las demás publicaciones que abordan nuestro tema de trabajo. Nuestros resultados son comparables al de otros autores.

5.1. Registros epidemiológicos de las fracturas de codo intervenidas de urgencia

De este total de 530 pacientes intervenidos se extrajo nuestra serie de 11 pacientes con deformidad postraumática en cúbito varo, por lo cual el 2,07 % de los pacientes intervenidos en urgencias de estas fracturas tuvieron que intervenir posteriormente para corregir la deformidad en varo residual. Podemos ver como, a pesar de que las fracturas de cóndilo lateral supusieron el 12,45% de las fracturas recogidas, estas fueron causa de cúbito varo quirúrgico en el 36,4% de nuestra serie, por lo que en nuestros registros la complicación de deformidad en cúbito varo fue más frecuente tras una fractura de cóndilo lateral que tras una fractura supracondilea de alto grado. Exactamente, las fracturas de cóndilo lateral intervenidas precisaron de cirugía para la corrección de la deformidad en cúbito varo en un 6,06 % de los casos, en comparación con el 1,49% de los pacientes intervenidos de fractura supracondilea que precisaron cirugía correctiva valgizante posterior. También las fracturas supracondíleas de grado IV presentaron proporcionalmente más riesgo de deformidad en varo quirúrgica que las de grado III.

5.2. Aspectos epidemiológicos del cúbito varo

La edad media de nuestra serie fue de 9,45 años, similar a la media de edad de los estudios que se han revisado. Nuestro límite superior de edad para la exclusión de los pacientes en

el estudio fue de 14 años. Alguno de los estudios si incluyen dentro del concepto de pacientes en edad pediátrica a pacientes con edad algo superior a este límite.

La causa más frecuente de cúbito varo postraumático fue, tanto en nuestra serie como en la mayoría de publicaciones revisadas, la fractura supracondilea, sobre todo los grados III y IV de Gartland. Las fracturas de cóndilo lateral también suponen un número considerable de casos en nuestra serie.

El tratamiento inicial de la fractura causante de la deformidad en cúbito varo en nuestro estudio fue el quirúrgico en todos los casos. Esto es debido a que, como hemos mencionado, las causas mas frecuntes son las fracturas supracondileas de grado III y IV y las de cóndilo lateral humeral, y todas ellas son indicación de tratamiento quirúrgico. En otras series publicadas si podemos ver que se incluyen pacientes con deformidad en cúbito varo tras un tratamiento conservador de su fractura inicial. El tratamiento no quirúrgico de las fracturas supracondileas desplazadas se asocia con una tasa de malunión cercana al 50%, siendo esta relación menos clara en pacientes intervenidos. Una amplia revisión mostró que en el 4,5 % de los pacientes intervenidos se produjo una deformidad en cúbito varo con un ángulo de carga superior a 10°²⁵.

Lo ideal es realizar una serie de revisiones tempranas tras una fractura supracondilea, ya sea tratada de forma conservadora o quirúrgica, para detectar precozmente el desplazamiento cuando el foco de fractura aún es móvil y la cirugía de revisión es más simple y menos agresiva, evitando las posibles complicaciones asociadas con las osteotomías.

En nuestra serie no pudo calcularse el tiempo transcurrido desde la fractura y el tratamiento quirúrgico de la deformidad debido a la insuficiencia de esta información en la mayoría de nuestros pacientes en nuestra base de datos Selene. La media de tiempo desde la fractura hasta la corrección quirúrgica va desde los 15 meses a los 5 años en el resto de publicaciones (Tabla 5). Existe controversia en cuanto al momento ideal para la corrección del cubito varo tras una fractura humeral en niños. Parece que la corrección temprana es mejor que la tardía debido a la escasa capacidad de remodelación y adaptación del codo¹. Aunque la alteración del crecimiento es una causa poco frecuente de cúbito varo traumático, puede ser interesante esperar 1 año para descartar esta

posibilidad. Algunos autores sugieren que la mejor edad para corregir la deformidad en varo del cúbito es entre los 6 y los 11 años³.

5.3. Aspectos intraquirúrgicos del cúbito varo

Tipo de fijación

Bajo nuestra experiencia, nos decantamos por el uso la fijación externa por sus numerosas ventajas, como son la estabilidad que confiere, la posibilidad de realizar correcciones intraquirúrgicas sin necesidad de una exhaustiva planificación preoperatoria y la posibilidad de movilización precoz sin inmovilización. En nuestra serie utilizamos dos tipos de fijador monolateral, el Hoffmann CompactTM de Stryker y el GalaxyTM de Orthofix. En las publicaciones revisadas emplean otros fijadores, aunque mayormente monolaterales. Una de las variaciones que se observan en las publicaciones es el número de pines que se emplean en el fragmento humeral distal. Algunos autores utilizan dos pines para su fijación, aunque otros autores como *Jain et al*³ utilizan únicamente 1 pin distal con una estabilidad adecuada.

Se han informado resultados deficientes hasta en un 30% de los casos con fijación interna debido a la pérdida de la corrección o a la imposibilidad de lograr una corrección inicial precisa. La anatomía de la región supracondílea hace que sea difícil mantener la corrección de cualquier deformidad de esta forma, motivo por el cual surge la fijación externa⁵. Un estudio comparativo reciente entre fijador externo lateral y fijación interna con placa simple tras la osteotomía lateral de cierre llevado a cabo por *Tang X et al*, sugiere que, aunque ambos métodos de fijación son fiables, con una baja tasa de complicaciones y resultados funcionales satisfactorios, la fijación externa fue más ventajosa en términos de una planificación preoperatoria más sencilla, tiempos operatorios más breves, costos más bajos y extracción posoperatoria más sencilla de la fijación⁷.

Tipo de osteotomía

Aunque se han descrito numerosas técnicas de osteotomía, se ha informado que ninguna técnica por sí sola fuera significativamente mejor o más segura que las otras técnicas⁷. Lo que si es cierto que cada una presenta una serie de ventajas e inconvenientes que han de ser considerados.

En nuestra serie, todos los pacientes se sometieron, mediante un abordaje lateral, a una osteotomía de cierre lateral. Consideramos la opción quirúrgica más adecuada ya que permite la corrección de la deformidad en sus tres planos: varo, rotación interna e hiperextensión. Aunque la prominencia del cóndilo lateral se produce en ocasiones con esta osteotomía lateral, tiene la ventaja de que con el abordaje lateral se lleva a cabo una mínima disección de partes blandas y la preservación del nervio cubital.

La planificación quirúrgica sobre modelos 3D obtenidos tras la realización de TAC es una opción que está cobrando importancia en los últimos años y que se piensa que será una de las opciones de tratamiento estándar para la osteotomía correctiva de la deformidad en cúbito varo. Estudios como el de *Omori et al* concluyen que esta corrección 3D de la deformidad en cúbito varo se puede realizar con precisión dentro de los límites de error permitidos, suponiendo una herramienta muy útil²⁷.

Tipo de abordaje

El abordaje de la osteotomía también es un tema discutido. Nosotros empleamos un abordaje lateral debido a que la osteotomía que realizamos es de cierre lateral. (Tabla 6) Este abordaje, como hemos comentado, lleva a cabo una mínima disección de partes blandas lejos del trayecto de estructuras neurovasculares.

El abordaje medial que se utiliza en la osteotomía de apertura presenta la ventaja de realizar una cicatriz menos visible al encontrarse en la región medial del codo, aspecto a tener en cuenta cuando la indicación de la cirugía es estética. Además, en caso de una alteración dinámica del tríceps debida a las fuerzas de tracción (complicación documentada del cúbito varo), el abordaje medial permite su corrección mediante un refuerzo lateral²⁸⁻³⁰. Como inconveniente, destaca la disección del nervio cubital, siendo necesaria su referenciación durante la cirugía³.

Otras consideraciones

Más allá del tipo de osteotomía y abordaje empleado, existen algunas consideraciones técnicas que se discuten en la literatura. La corrección concomitante de la rotación en el momento de la osteotomía disminuye la prominencia del epicóndilo lateral al rotarla posterolateralmente y, por lo tanto, posiblemente mejorando los resultados estéticos^{1,3}. Muchos autores consideran la mala rotación como el factor más importante para evitar

una desalineación residual y malos resultados⁴. Nos obstante, la necesidad de correlación de la rotación interna con la deformidad en varo es un aspecto controvertido, siendo ignorada por algunos autores²⁰. Podemos por tanto decir que la corrección del componente de rotación interna de la deformidad, aunque muy deseable, aún no es ampliamente aceptada, probablemente por la complejidad y complicaciones que agrega al procedimiento quirúrgico⁴.

Con el objetivo de disminuir esta prominencia ósea lateral, *Levine et al* recomienda la sección completa del hueso para permitir el desplazamiento medial del fragmento distal³². No obstante, este gesto interrumpe el periostio en el lado medial, lo que lleva a una mayor inestabilidad.

5.4. Aspectos postquirúrgicos del cúbito varo

El ángulo HEW o ángulo de carga medio preoperatorio fue de -18,72 grados, pasando a un ángulo postquirúrgico de 4,29 grados, por lo que pasamos de una situación patológica de varo a una situación dentro de los márgenes de la normalidad. En las publicaciones revisadas, también se da la misma situación, por lo que podemos ver que el uso de la fijación externa asociado a la osteotomía correctora es un método eficaz.

En cuanto al balance articular, en nuestra serie se pasa de una flexión máxima de 124,09 grados a 135,45 después de la cirugía, disminuyendo también la hiperextensión de 9,54 a 2,27 grados. En el resto de estudios también se objetiva esta mejoría en el balance articular con disminución del grado de hiperextensión.

Quang Shi et al realizaron un estudio comparativo sobre el tratamiento del cubito varo postraumático tras fracturas supracondíleas de codo en edad pediátrica mediante osteotomía de cierre lateral y fijación bien con agujas de Kirschner o con fijador externo. Obtuvieron unos resultados estadísticamente significativos a favor del grupo de fijación externa en cuanto al ángulo HEW y los resultados clínicos según los criterios de Bellemore, sugiriendo que, a pesar de que ambas son técnicas efectivas y seguras, la fijación externa podría tener un mejor resultado funcional¹.

En cuanto a las complicaciones derivadas de la osteotomía, como podría ser la pérdida de fijación o lesiones neurovasculares derivadas del abordaje o de la osteotomía, en nuestra

serie no notificamos ninguna. Únicamente en la serie de *Bari et al* se notifica un caso de un paciente que un proceso inflamatorio postquirúrgico mayor de lo habitual³³.

La complicación más frecuente de la fijación externa es la infección superficial de la entrada de los pines en la piel, y a si lo demuestra nuestro estudio y el resto de publicaciones revisadas. Únicamente un caso de nuestra serie presentó una infección de planos más profundos que requirió ingreso hospitalario y antibioterapia oral, pero como observamos en el resto de serie, no es una complicación habitual. No se ha documentado ningún caso de necesidad de reintervención ni en nuestra serie ni en la del resto de estudios de la literatura.

Solfelt et al llevó a cabo una revisión sistemática sobre los diferentes estudios disponibles que utilizaron diferentes tipos de osteotomías y sistemas de fijación. La tasa general de buenos a excelentes resultados fue del 87,8%. El riesgo de complicaciones en todas las clases de osteotomía fue del 14,5%. Se produjeron parálisis nerviosas en el 2,53% de los casos, aunque el 78,4% fueron transitorias. Concluyeron que ninguna técnica fuera estadísticamente más segura o más efectiva que cualquier otra³⁴.

El tiempo medio de fijación externa fue de 56,54 días, un periodo de tiempo similar al del resto de estudio, aunque en algunas series como la de *Al-Sayyad et al*²² o *Karatosun et al*¹⁹ el tiempo de fijación externa es considerablemente mayor.

Nuestro protocolo postquirúrgico permite la movilización precoz tanto activa como pasiva desde el primer día postquirúrgico, sin necesidad de inmovilización en el periodo postoperatorio inmediato, siendo una de las ventajas de la fijación externa. No obstante, algunos autores como *Koch et al*¹⁴, *Acar et al*² o *Xin Tang et al*⁷ si prefieren la inmovilización con férula durante los primeros días tras la cirugía (Tabla 7).

5.5. Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones de este estudio son su carácter retrospectivo basado en los registros médicos disponibles y el tamaño de la muestra. En nuestro estudio, al no disponer un número considerable de pacientes, no se realizó un análisis estadístico. Otras de las limitaciones del estudio la encontramos en la recogida de datos de los pacientes en nuestra base de datos (Selene). Un ejemplo lo encontramos en las complicaciones relacionadas con las curas, como la infección de los pines del fijador, se registran en

formularios realizados por enfermería que en ocasiones no son completos, por lo que posible que algún paciente tuviese alguna complicación menor no registrada en el programa. Las osteotomías correctoras se realizaron en base a los hallazgos de radiografías anteroposteriores y laterales de codo y no en base a pruebas como la TAC o la RMN que puedan ofrecer una anatomía en 3 dimensiones.

Por último, para obtener unos resultados de mayor firmeza, convendría disponer de un grupo comparativo sometido a un tratamiento diferente con el que comparar los resultados, como por ejemplo un grupo tratado con fijación externa y otro con Agujas de Kirshcner o placa. En este caso no fue posible dado el bajo tamaño de la muestra.



6. CONCLUSIONES

1. Las fracturas supracondíleas grado III y IV de Gartland, así como las fracturas de cóndilo lateral humeral en la edad pediátrica, a pesar de una adecuada reducción y fijación quirúrgica, han de vigilarse de cerca en el postoperatorio ya que pueden acabar dando una deformidad en cúbito varo en un porcentaje no despreciable.
2. La osteotomía valguizante de sustracción lateral, sintetizada con fijador externo, ha resultado ser un método terapéutico válido en pacientes pediátricos con deformidad en cúbito varo postraumática, obteniendo unos resultados óptimos clínico-radiológicos con un porcentaje bajo de complicaciones mayores.
3. Nuestros resultados, tanto clínicos como quirúrgicos, radiológicos y funcionales, son comparables con los obtenidos en otros estudios recogidos en la literatura.
4. La fijación externa presenta ciertas ventajas frente a otros métodos como las agujas de Kirschner o la placa que pueden hacernos decantarnos por este método de fijación, como por ejemplo la posibilidad de realizar correcciones intraquirúrgicas sin necesidad de una exhaustiva planificación preoperatoria, ofreciendo una síntesis estable y la movilización precoz sin inmovilización con férula postquirúrgica.

7. REFERENCIAS

1. Shi Q, Yan H, Yang M, et al. Comparative evaluation of pinning and cast fixation vs. external fixation after lateral closing-wedge osteotomy for cubitus varus in children. *J Shoulder Elbow Surg.* 2022 Mar;31(3):481-487.
2. Acar MA, Yildirim S, Elmadag NM, et al. Treatment of posttraumatic cubitus varus with corrective supracondylar humeral osteotomies using the methyl methacrylate external fixator. *J Pediatr Orthop.* 2014 Apr-May;34(3):253-9.
3. Jain AK, Dhammi IK, Arora A, et al. Cubitus varus: problem and solution. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(7-8):420-5.
4. Tanwar, Yashwant S, Habib, Masood, et al. Triple modified French osteotomy: a possible answer to cubitus varus deformity. A technical note. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 2014;23(11), 1612–1617.
5. Piskin, A, Tomak, Y, Sen, C, et al. The management of cubitus varus and valgus using the Ilizarov method. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume.* 2007;89-B(12), 1615–1619.
6. Belthur, Mohan V, Iobst, et al. Correction of Cubitus Varus After Pediatric Supracondylar Elbow Fracture. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2015;1–30.
7. Tang, X, Wang, J, Slongo, T, et al. Comparison of internal fixation vs. external fixation after corrective osteotomy in children with cubitus varus. *Journal of shoulder and elbow surgery.* 2020;29(4), 845-852.
8. Salonen A, Niemi ST, Kannus P, et al. Increased incidence of distal humeral fracture surgery and decreased incidence of respective corrective osteotomy among Finns aged 0 to 18 years between 1987 and 2016: A population-based study. *Journal of Children's Orthopaedics.* 2019;13(4):399-403.
9. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 1998; 18:38.
10. Shrader MW. Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. *Orthop Clin North Am* 2008; 39:163.
11. Baratz M, Micucci C, Sangimino M. Pediatric supracondylar humerus fractures. *Hand Clin* 2006; 22:69.
12. Villarin LA Jr, Belk KE, Freid R. Emergency department evaluation and treatment of elbow and forearm injuries. *Emerg Med Clin North Am* 1999; 17:843.
13. Fletcher N, Schiller JR, Sumeet G, et al. Increased severity of type III supracondylar humeral fractures in the preteen population. *J Pediatr* 2012; 32:567.

14. Koch PP, Exner GU. Supracondylar medial open wedge osteotomy with external fixation for cubitus varus deformity. *J Pediatr Orthop B.* 2003 Mar;12(2):116-22.
15. Della-Giustina K, Della-Giustina DA. Emergency department evaluation and treatment of pediatric orthopedic injuries. *Emerg Med Clin North Am* 1999; 17:895.
16. Gogola GR. Pediatric humeral condyle fractures. *Hand Clin* 2006; 22:77.
17. Mirsky EC, Karas EH, Weiner LS. Lateral condyle fractures in children: evaluation of classification and treatment. *J Orthop Trauma* 1997; 11:117.
18. Burnei G, Gavrițiu Ș, Nepaliuc I, et al. Pesamosca osteoplasty: surgical procedure for the spatial correction of cubitus varus or valgus post malunited supracondylar fractures of the humerus. *J Med Life.* 2014 Oct-Dec;7(4):595-600.
19. Karatosun V, Alekberov C, Alici E, et al. Treatment of cubitus varus using the Ilizarov technique of distraction osteogenesis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume.* 2000;82-B(7), 1030–1033.
20. Oppenheim WL, Clader TJ, Smith C, et al. Supracondylar humeral osteotomy for traumatic childhood cubitus varus deformity. *Clin Orthop* 1984; 188:34–39.
21. French PR. Varus deformity of elbow following supracondylar fractures of the humerus in children. *Lancet.* 1956;2 : 539.
22. Al-Sayyad, Mohammed J. Taylor Spatial Frame in the Treatment of Upper Extremity Conditions. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2012;32(2), 169–178.
23. Azzam W, Catagni MA, Ayoub MA, et al. Early correction of malunited supracondylar humerus fractures in young children. *Injury.* 2020.
24. Handelsman JE, Weinberg J, Hersch JC. Corrective supracondylar humeral osteotomies using the small AO external fixator. *J Pediatr Orthop B.* 2006;15:194–197.
25. Brauer CA, Lee BM, Bae DS, et al. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2007;27(2): 181–6.
26. Ozkan C, Dogramaci Y, Kalaci A, et al. Results of using Ilizarov distraction osteogenesis technique for the treatment of cubitus varus deformities in adults. 2010;130(4), 489–495.
27. Omori S, Murase T, Oka K, et al. Postoperative accuracy analysis of three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with a custom-

- made surgical guide based on computer simulation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2015;24(2), 242–249.
28. Sandhu HS, Madaan R. Open wedge osteotomy and triceps release in the management of cubitus varus deformity. *Indian J Orthop*. 1982;16:1
 29. Blasier RD. The triceps-splitting approach for repair of distal humeral malunion in children. A report of technique. *Am J Orthop*. 1996; 25:621-4
 30. Raney EM, Thielen Z, Gregory S, et. al. Complications of supracondylar osteotomies for cubitus varus. *J Pediatr Orthop*. 2012; 32:232-40.
 31. Devnani AS. Lateral closing wedge supracondylar osteotomy of humerus for post traumatic cubitus varus in children. *Injury* 1997;28: 643-7.
 32. Bari MM, Munshi MH, Rahman MW, et al. The management of cubitus varus using Ilizarov method. *Mymensingh Med J*. 2013 Jul;22(3):504-7.
 33. Solfelt DA, Hill BW, Anderson CP, et al. Supracondylar osteotomy for the treatment of cubitus varus in children: a systematic review. *The bone & joint journal*. 2014;96(5), 691-700.



8. ANEXO

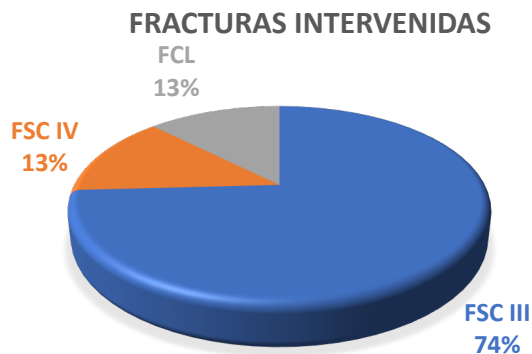


Gráfico 1: Fracturas de codo intervenidas en el servicio de urgencias entre enero de 2012 y enero de 2022.

	SEXO	EDAD	LOCALIZACIÓN	ETIOLOGÍA
1	M	9	D	FSC III
2	M	9	D	FSC III
3	M	12	I	FCL
4	M	12	I	FSC III
5	H	7	D	FCL
6	H	12	I	FSC III
7	H	8	D	FSC IV
8	H	14	I	FCL
9	M	6	I	FSC IV
10	H	8	D	FCL
11	H	7	D	FSC III

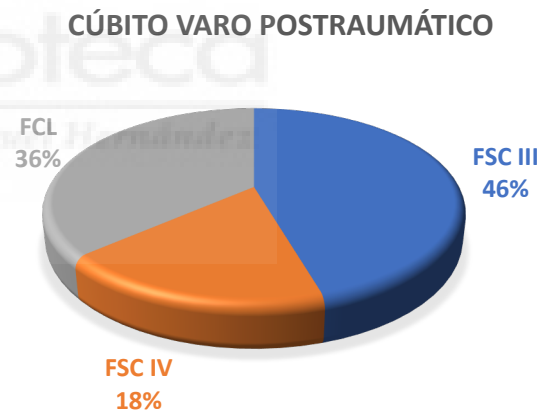


Tabla 1: Variables relacionadas con el paciente. Gráfico 2: Causas de cúbito varo posttraumático en nuestra serie. M: mujer, H: hombre, D: derecha, I: Izquierda, FSC: Fractura supracondílea, FCL: Fractura de cóndilo lateral.

	TIPO FE	MM OSTEOTOMIA	TIEMPO FE	SEGUIMIENTO
1	60 días	14 mm	Hoffmann	6 años
2	58 días	12 mm	Hoffmann	5,1 años
3	52 días	16 mm	Galaxy	4,2 años
4	63 días	12 mm	Hoffmann	4,5 años
5	53 días	10 mm	Galaxy	7,6 años
6	59 días	16 mm	Hoffmann	4,9 años
7	50 días	12 mm	Hoffmann	5,8 años
8	61 días	14 mm	Hoffmann	4,4 años
9	55 días	17 mm	Galaxy	3,1 años
10	54 días	14 mm	Hoffmann	2,8 años
11	57 días	14 mm	Galaxy	1 año

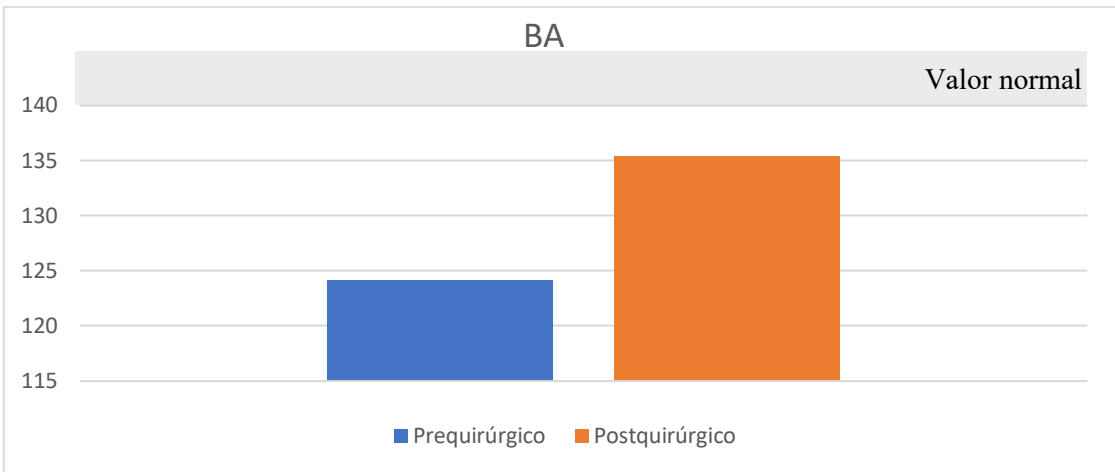
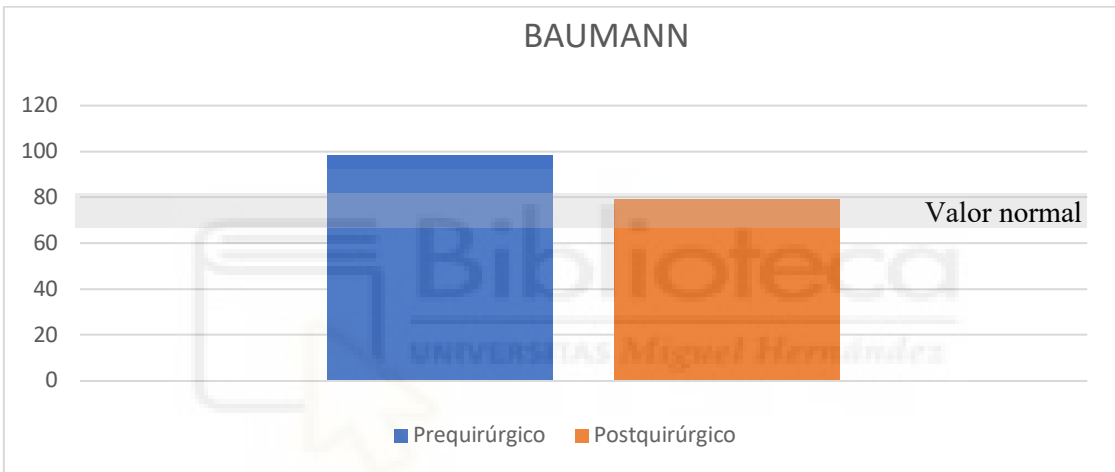
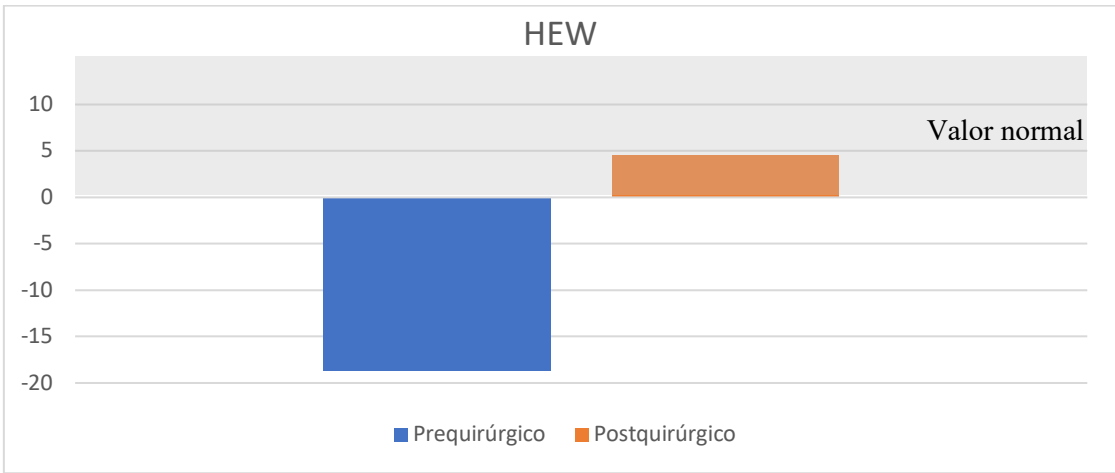
Tabla 2: Variables relacionadas con el tratamiento aplicado. FE: fijador externo.

	HEW	BAUMANN	BA
1	-15	94	120 - (-10)
2	-30	100	130 - (-15)
3	-18	95	125 - (-5)
4	-20	98	135 - (-10)
5	-15	99	115 - (-10)
6	-20	96	125 - (-10)
7	-15	92	130 - (-15)
8	-18	109	120 - (-5)
9	-17	101	115 - (-10)
10	-17	98	125 - (-5)
11	-21	100	125 - (-10)

Tabla 3: Variables clínico-radiológicas prequirúrgicas. HEW: ángulo húmero-cúbito-muñeca o de carga, BA: balance articular.

	HEW	BAUMANN	BA	NECESIDAD 2ºQX	COMPLICACION OST	COMPLICACION FE
1	2	77	130 - (-5)	NO	NO	
2	1	80	140 - (-5)	NO	NO	Infección superficial
3	7	75	135 - 0	NO	NO	Infección superficial
4	5	81	140 - 0	NO	NO	
5	10	82	130 - 0	NO	NO	Infección profunda
6	2	74	130 - (-5)	NO	NO	
7	3	83	140 - (-5)	NO	NO	Infección superficial
8	0	77	140 - 0	NO	NO	
9	6	76	135 - 0	NO	NO	
10	5	85	140 - 0	NO	NO	Infección superficial
11	10	78	130 - (-5)	NO	NO	

Tabla 4: Variables clínico-radiológicas postquirúrgicas. HEW: ángulo húmero-cúbito-muñeca o de carga, BA: balance articular, QX: cirugía, OST: osteotomía, FE: fijador externo.



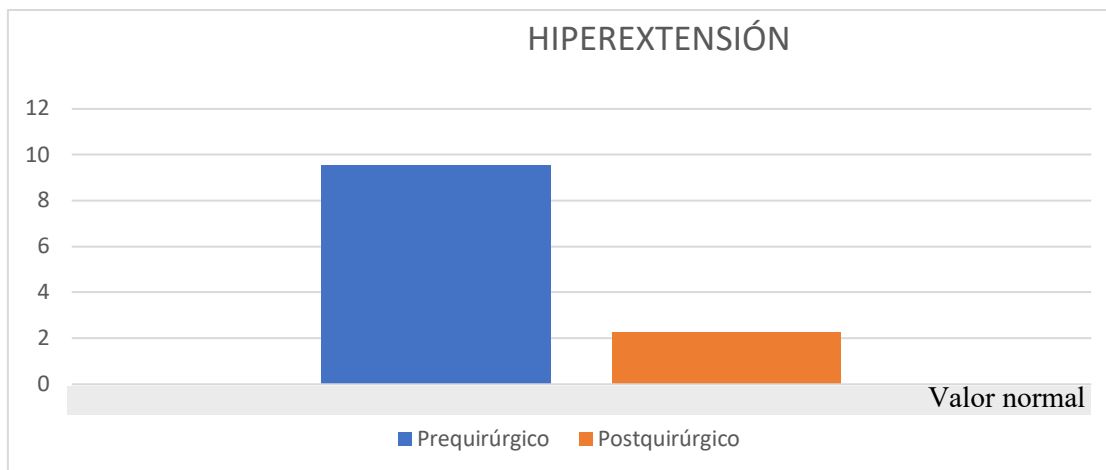


Gráfico 3: Comparativa de ángulo HEW o de carga, el ángulo de Baumann, el balance articular (BA) y el grado de hiperextensión prequirúrgico y postquirúrgico.

ESTUDIO	n	EDAD	SEXO	LOCALIZACIÓN	ETIOLOGÍA	TTO Qx INICIAL	TIEMPO HASTA Qx
QUIANG SHI	19	6,6 ± 2,2	16H 3M	-	FSC III/IV	-	15 meses (7-36)
KOCH	4	9,85	4H	-	FSC III/IV	3/4 Qx	4,18 años (2,08-8,66)
ACAR	14	5,7 (3-9)	8H 6M	7D 7I	Post fx	2/14 Qx	14,64 meses (8-24)
KARATOSUN	7	11 (6-15)	3H 4M	-	FSC	7/7 Qx	5 años
XIN TANG	16	6,9 ± 3,5	11H 5M	-	FSC	-	-
BARI	18	12,11 (2-24)	10H 8M	10D 8I	FSC	-	4 años
MOHAN	12	8,66 (5,33-21)	8H 8M	7D 5I	FSC	1/12 Qx	-
AL-SAYYAD	4	14,8 (8 a 18)	-	3D 1I	Post fx	3/4 Qx	-
HANDELSMAN	5	6 (4-10)	4H 1M	-	4 FSC, 1 FCL	-	-
HCUVA	11	9,45 ± 2,6 (6-14)	6H 5M	6D 5I	7 FSC III/IV, 4 FCL	11/11 Qx	-

Tabla 5: Aspectos epidemiológicos del cúbito varo de los diferentes estudios. n: número de pacientes del estudio, M: mujeres, H: hombres, D: derechos, I: izquierdos, FSC: fractura supracondílea, FCL: fractura de cóndilo lateral, Post fx: posterior a fractura (sin especificar) Qx: cirugía.

ESTUDIO	TIPO FE	TIPO OSTEOTOMIA	ABORDAJE
QUIANG SHI	Carefix	Osteotomía de cierre lateral	Lateral
KOCH	AO system o Monotube TRIAX system	Osteotomía de apertura medial (1 con autoinjerto de cresta)	Medial
ACAR	Methyl Methacrylate FE + AK multiplanares	Osteotomía de cierre lateral	Lateral
KARATOSUN	Ilizarov	Osteogénesis por distracción	Incisión en ápex de deformidad
XIN TANG	-	Osteotomía de cierre lateral	Lateral
BARI	Ilizarov	Osteotomía de apertura medial	Medial
MOHAN	Taylor Spatial Frame (en 5 agujas-Ilizarov)	Osteotomía transversa (sin cuña)	Lateral
AL-SAYYAD	Taylor Spatial Frame	Osteotomía percutánea (sin cuña)	Percutáneo
HANDELSMAN	AO System	Osteotomía de ángulo recto	Lateral
HCUVA	Hoffmann o Galaxy	Osteotomía de cierre lateral	Lateral

Tabla 6: Aspectos intraquirúrgicos de los diferentes estudios: FE: fijador externo, AK: agujas de Kirschner.

ESTUDIO	HEW	BA
QUIANG SHI	Preop -18,8 ± 8,3 Postop 12,5 ± 4,5.	Preop 126,8 ± 10,2 Postop 127,1 ± 3,7
KOCH	preop -15,5 (10-24) Postop 6,3 (-4 - 15)	Preop 126 - 4 Postop 145 - 6
ACAR	Preop -18,6 (-27 - (-10)) Postop 16,3 (10-23)	preop 134,5 - (-1,4) postop 130,9 - (-1,7)
KARATOSUN	preop -15,1 (-11 - (-24)) Postop 9 (4-13)	preop 132,3 - 8,4 postop 138 - 5,3
XIN TANG	preop -19,9 ± 7,6 postop 11,4 ± 3,9	BA: Preop 125,9 ± 9 Postop 127,2 ± 5,2
BARI	-	-
MOHAN	Preop -23 (-16 - (-30)) Postop 5,8 (0-15)	Preop 125 (115-135) - (-6,7(0- -15)) Postop 131(125-140)- (-0,4(0- -5))
AL-SAYYAD	Preop -20,8 (-15 - (-31)) Postop 0	Preop 133,8 (125-140) - 6,5(-10-40) Postop 137,5(125-145) - 11,25(0-40)
HANDELSMAN	Preop -22,6 (-16- (-33))	BA postop comparable con el lateral en todos los casos
HCUVA	Preop -18,72 ± 4,29 Postop 4,63 ± 3,41	Preop 124,09 - (-9,54) Postop 135,45 - (-2,27)

ESTUDIO	OTROS	NECESIDAD 2ºQx	COMPLICACION OST	COMPLICACION FE
QUIANG SHI	Bellemore rate: 95 ± 2,8 (15 excelente, 3 bueno, 1 pobre)	no	no	2 inf pin
KOCH	Pron/sup: Preop 51-0-100, Postop 81-0-91	no	no	2 inf pin
ACAR	Bellemore rate: 13 excelentes, 1 bueno	no	no	1 inf pin
KARATOSUN	Bellemore rate: excelente 7/7	no	no	2 inf pin
XIN TANG	MEPS (Mayo Elbow Performance Score): 93,8 ± 3,4	no	no	1 inf pin
BARI	Bellemore rate: 18/18 excelente	no	1 inflamación	1 inf pin
MOHAN	Indice Rot Int: Preop 0,105 (0,03-0,43) Postop -0,086 (-0,14 - -0,027)	no	no	2 inf pin
AL-SAYYAD	Pron/sup: Preop 71,2-0-71,2, Postop 73,7-0-71,2	no	no	2 inf pin
HANDELSMAN	-	no	no	no
HCUVA	Baumann: Preop 98,36 ± 4,5 Postop 78,9 ± 3,53	no	no	4 inf sup, 1 inf prof

ESTUDIO	TIEMPO FE/UNION	POSTQx	SEGUIMIENTO
QUIANG SHI	7,9 ± 1,2 semanas	No férula, no carga hasta 6 meses	41,8 ± 10,2 meses
KOCH	43 días (40-49)	Férula a 90º	3,2 años
ACAR	7 semanas (6-8)	1ª sem: férula, 2ª sem: mov pasivos, 3ª sem: retirada férula y activos	28,2 meses (24-48)
KARATOSUN	13,4 semanas (10-16)	Correcciones distracción por Herzenberg & Waaders	66,7 meses (34-98)
XIN TANG	10,1 ± 1,5 semanas	Férula a 90 se retira entre las 1ª-3ª sem	38,6 ± 12,4 meses
BARI	12,5 semanas (8-15)	Movilidad activa y pasiva desde día 1	30 meses (18-50)
MOHAN	10 semanas (8-13)	Movilidad al día 2	2,5 años (0,5-5)
AL-SAYYAD	14 semanas (11-17)	Correcciones distracción según programa informático	4,2 años (2-7)
HANDELSMAN	8 semanas	Movilidad activa y pasiva desde día 1	12 años (1-18)
HCUVA	56,54 ± 4,08 días	Movilidad activa y pasiva desde día 1	4,49- ± 1,76 años (1-7,6)

Tabla 7: Aspectos postquirúrgicos de los diferentes estudios: HEW: ángulo húmero-cúbito-muñeca o de carga, BA: balance articular, Preop: preoperatorio, Postop: postoperatorio, Pron/sup: prono-supinación, Rot Int: rotación interna, Qx: cirugía, OST: osteotomía, FE: fijador externo, Inf: infección, Mov: movimientos.