



**Universidad**  
Zaragoza

## **Trabajo Fin de Grado**

**Fracturas supracondíleas de húmero tipo II  
infantiles: controversia en el manejo.**

**Supracondylar type II humerus fractures in  
children: management controversy.**

Autora

Paula López Mayor

Director/es

Belén Seral García

Antonio Torres Campos

Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.

Curso académico 2024-2025

# ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
Palabras clave .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	4
2.1. Material y métodos .....	4
3. ANATOMÍA RELEVANTE Y MECANISMOS DE LESIÓN .....	5
3.1. Desarrollo óseo y centros de osificación .....	5
3.2. Anatomía del codo en la infancia y predisposición a fracturas. ....	6
3.3. Mecanismo de lesión en las fracturas supracondíleas .....	7
4. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS.....	7
4.1. Clasificación Gartland .....	7
6. DIAGNÓSTICO.....	9
6.1. Historia clínica y exploración física .....	9
6.2. Pruebas de imagen .....	12
7. TRATAMIENTO .....	15
8. COMPLICACIONES.....	19
8.1. Complicaciones previas al tratamiento. ....	19
8.2. Complicaciones precoces posteriores al tratamiento. ....	20
8.3. Complicaciones tardías posteriores al tratamiento. ....	21
9. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS FUNCIONALES POST-TRATAMIENTO .....	21
9.1 Criterios de Flynn .....	21
9.2. Mayo Elbow Performance Score. ....	22
9.3. Otros .....	22
10. PROPUESTA DE PROYECTO .....	24
11. DISCUSIÓN .....	26
12. CONCLUSIONES .....	31
13. BIBLIOGRAFIA .....	32

## **1. RESUMEN**

La fractura supracondílea de húmero es una de las lesiones óseas más comunes en la edad pediátrica y las más frecuentes en el codo infantil debido, en gran medida, a la vulnerabilidad anatómica del hueso en crecimiento.

A pesar de su elevada incidencia, siguen constituyendo un desafío clínico debido al riesgo significativo de complicaciones que estas presentan a causa, sobre todo, de la proximidad de estructuras neurovasculares, lo que requiere de un diagnóstico preciso y un manejo adecuado.

El abordaje terapéutico de estas fracturas se basa principalmente en la clasificación de Gartland modificada, que las categoriza según el mecanismo de lesión y el grado de desplazamiento. Mientras que el tratamiento de las fracturas tipo I y III está bien definido y ampliamente aceptado, el manejo óptimo de las fracturas tipo II continúa siendo motivo de controversia en la literatura médica. El debate surge a causa de la variabilidad en la estabilidad de estas fracturas, lo que genera discrepancias entre los especialistas respecto a si se debe optar por un tratamiento conservador mediante inmovilización o si, por el contrario, es necesario recurrir a una fijación quirúrgica para mantener su estabilidad.

**Palabras clave:** fracturas supracondíleas de húmero, lesión de codo, Gartland tipo II, fracturas infantiles, manejo.

## **ABSTRACT**

Supracondylar humerus fracture is one of the most common bone injuries in the pediatric population and the most frequent elbow fracture in children, largely due to the anatomical vulnerability of the growing bone.

Despite its high incidence, it remains a clinical challenge due to the significant risk of complications, primarily related to the proximity of neurovascular structures. This necessitates accurate diagnosis and appropriate management.

The therapeutic approach to these fractures is primarily based on the modified Gartland classification, which categorizes them according to the mechanism of injury and degree of displacement. While the treatment of type I and III fractures is well established and widely accepted, the optimal management of type II fractures remains controversial in the medical literature. The debate arises from the variability in the stability of these fractures, leading to discrepancies among specialists regarding whether to pursue conservative treatment through immobilization or, alternatively, surgical fixation to ensure stability.

**Key words:** Supracondylar humeral fractures, elbow injury, Gartland type II, pediatric fractures, management.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Las fracturas supracondíleas de húmero se definen como aquellas localizadas en la metáfisis distal humeral, sobre los cóndilos, por encima de la fosa olecraneana y proximal a la línea fisaria sin sobrepasarla.

Se trata de la fractura de codo más común en los niños<sup>1</sup> y constituye uno de los tipos más frecuentes en la edad pediátrica representando entre el 3% y el 15% de todas las fracturas óseas en esta edad<sup>2,3</sup>. Son más frecuentes en menores de 10 años, presentando un pico de incidencia entre los 5 y los 7<sup>4</sup>.

Clásicamente se había estimado que este tipo de fracturas era más frecuente en el sexo masculino en comparación con el femenino; sin embargo, estudios más recientes han demostrado que la incidencia se ha equiparado entre ambos sexos sin que haya una diferencia significativa entre ellos<sup>4,5</sup>.

El mecanismo de lesión más frecuente son las caídas con el brazo en extensión<sup>1,2,3</sup> y el manejo de estas lesiones se basa en función de la clasificación de Gartland modificada, la cual divide a estas fracturas en cuatro tipos: I, II, III y IV.

El presente trabajo se enfoca en las fracturas tipo II, que representan una cuestión de discrepancia entre la comunidad científica, ya que se trata de un punto intermedio entre lesiones estables y aquellas que requieren intervención quirúrgica inmediata.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar las opciones de manejo disponibles para este tipo de fracturas, evaluando sus ventajas, desventajas y complicaciones asociadas, lo que permitirá discutir las recomendaciones actuales en la literatura y establecer criterios para optimizar el abordaje clínico de estas lesiones, asegurando mejores resultados funcionales.

### **2.1. Material y métodos**

Para el presente trabajo se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre fracturas supracondíleas en niños, enfocándose en el tipo II. Para ello, se consultaron bases de datos como PubMed, Scopus, Google Scholar y Cochrane Library.

Se utilizaron palabras clave y términos MeSH relacionados con el tema como "fracturas supracondíleas de húmero", "tipo II", "pediatría", "manejo" y "tratamiento" combinados mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT) para optimizar la búsqueda.

Se incluyeron estudios observacionales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías de práctica clínica relevantes publicadas preferentemente en los últimos

cinco años en español y en inglés. Además, se analizaron protocolos de manejo aplicados en centros pediátricos especializados. Se excluyeron los estudios en población adulta y artículos no disponibles en texto completo.

Los artículos seleccionados fueron analizados en función de la clasificación de Gartland, opciones de tratamiento (conservador vs. quirúrgico), criterios de estabilidad, complicaciones y resultados funcionales. Se compararon diferentes enfoques de manejo y sus respectivas tasas de éxito, complicaciones y tiempo de recuperación. El resultado del análisis de estos artículos se resume en el **Anexo 1**.

### 3. ANATOMÍA RELEVANTE Y MECANISMOS DE LESIÓN

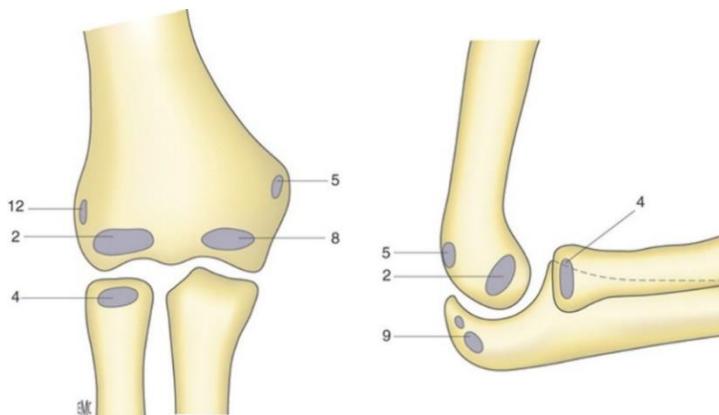
#### 3.1. Desarrollo óseo y centros de osificación

En los niños, el extremo distal del húmero está en desarrollo y contiene varios centros de osificación secundarios que aparecen secuencialmente, lo que es de gran ayuda a la hora de la interpretación radiológica de las lesiones.

Los principales centros de osificación con su respectiva edad promedio de aparición son<sup>6</sup>:

- Capitellum (1 año).
- Cabeza radial (3-4 años).
- Epicóndilo medial (5-6 años).
- Tróclea (7-8 años).
- Olécranon (8-10 años).
- Epicóndilo lateral (10-12 años).

Estos centros de osificación (**Figura 1**) se fusionan gradualmente hasta completar su maduración alrededor de los 14-16 años. La disposición de estos núcleos y su progresión en la fusión pueden generar confusión diagnóstica en las fracturas supracondíleas y deben diferenciarse de variantes anatómicas normales, por lo que es de gran importancia conocerlos.



**Figura 1:** Centros de osificación: Capitellum (2), cabeza radial (4), epicóndilo medial (5), tróclea (8), olécranon (9), epicóndilo lateral (12). (Tomado de De Boek et al.<sup>6</sup>)

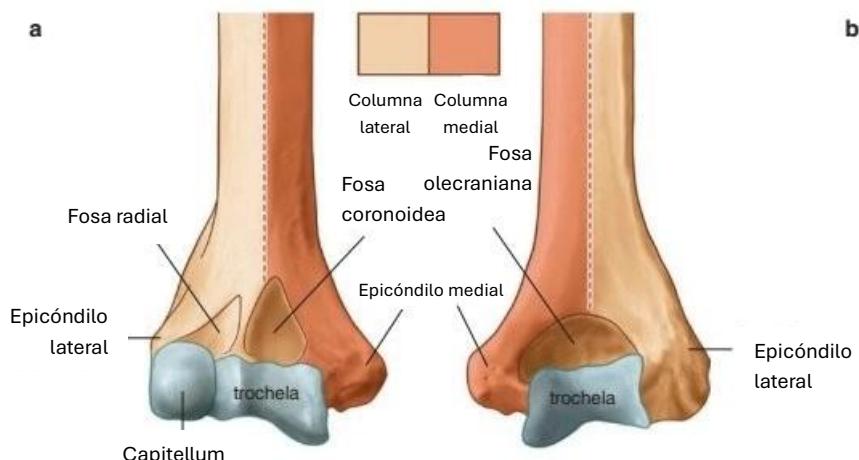
### 3.2. Anatomía del codo en la infancia y predisposición a fracturas.

El codo es una articulación sinovial compleja. Es el punto de unión del húmero con el radio y el cúbito, permitiendo movimientos de flexo extensión y pronosupinación. Su estabilidad depende de la integridad de los diferentes elementos que lo componen, como son la estructura ósea, la cápsula articular, los ligamentos y la musculatura circundante.

El húmero distal podemos dividirlo en dos columnas, una media y otra lateral, las cuales se encuentran unidas mediante una lámina ósea delgada. Esta lámina forma la fosa coronoidea en la cara anterior del húmero y la fosa olecraneana en la posterior (**Figura 2**). Esta zona es un punto de debilidad estructural, sobre todo en la edad pediátrica, ya que, como hemos mencionado anteriormente, presenta mayor proporción de cartílago (los centros de osificación) y porosidad con respecto al tejido óseo maduro del húmero.

Otra característica del codo pediátrico es que los tejidos ligamentosos son más elásticos y resistentes, lo que hace que la energía de un traumatismo se disipe a nivel óseo en lugar de provocar esguinces o luxaciones.

El conocimiento de la anatomía y biomecánica del codo pediátrico es esencial para el diagnóstico preciso y el tratamiento adecuado de estas lesiones, garantizando un manejo óptimo y evitando secuelas funcionales a largo plazo.



**Figura 2:** Anatomía del húmero. (Tomado de Traumacito<sup>7</sup>.)

### **3.3. Mecanismo de lesión en las fracturas supracondíleas**

Las fracturas supracondíleas del húmero se pueden producir por dos mecanismos diferentes:

- **Traumatismo en extensión (>95% de los casos):** Ocurre generalmente por una caída sobre la mano con el codo en extensión. El olécranon actúa como punto de apoyo haciendo de palanca contra la fosa olecraneana, transmitiendo la fuerza hacia la lámina ósea delgada, lo que produce una fractura inicialmente en la parte anterior, extendiéndose luego hacia la parte posterior<sup>1,8</sup>.
- **Traumatismo en flexión (<5% de los casos):** Se producen generalmente debido a una fuerza directa en el codo flexionado (caída sobre la mano con el codo en flexión). La fuerza transmitida genera una fractura con desplazamiento anterior del fragmento distal. En estos casos, el nervio cubital es el más susceptible a lesión<sup>8</sup>.

## **4. CLASIFICACIÓN DE LAS FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS**

Las fracturas supracondíleas de húmero pueden ser clasificadas de diferentes maneras en base a distintos criterios<sup>9</sup>. Estas pueden ser:

- Desplazadas o no desplazadas.
- Abiertas o cerradas.
- No complicadas o complicadas (con lesión vascular y/o nerviosa).
- En extensión (95%) o en flexión (5%).
- Siguiendo la clasificación de Gartland modificada.

### **4.1. Clasificación Gartland**

Gartland et al.<sup>10</sup> clasificaron en 1959 las fracturas supracondíleas de tipo extensión en tres tipos (**Figura 3**) y, a día de hoy, esta clasificación se mantiene vigente. A lo largo del tiempo, diversos autores han propuesto modificaciones con el objetivo de mejorar su precisión y utilidad pronóstica.

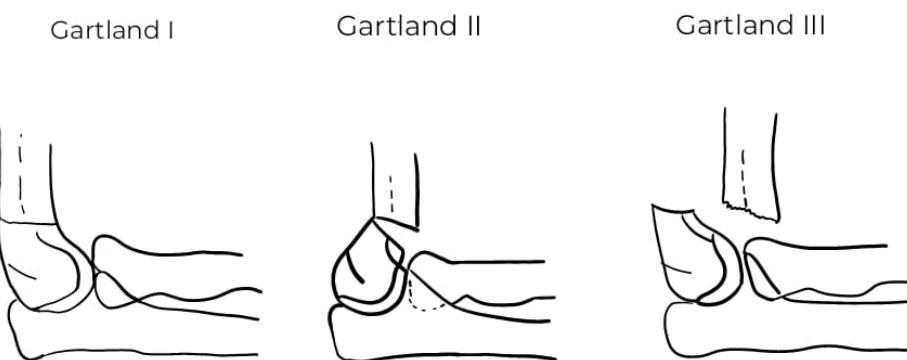
La primera modificación la realizó Wilkins<sup>11</sup>, quien subdividió las fracturas de tipo II en función de si presentaban desviación rotacional o no.

Posteriormente, Leitch et al.<sup>12</sup> incluyeron un nuevo tipo de fractura, el tipo IV, al que definían como una fractura con inestabilidad multidireccional secundaria a una disruptión del periostio circunferencial y la cual presenta mayor inestabilidad que las de tipo III.

Por lo tanto, la clasificación de Gartland original ha sido sustituida por la clasificación de Gartland modificada (**Tabla 1**) quedando en cuatro tipos de fracturas:

- **Tipo I:** no desplazada o mínimamente desplazada (< 2 mm). El periostio se mantiene intacto en toda su circunferencia y mantiene la estabilidad<sup>1</sup>.
- **Tipo II:** fractura desplazada con contacto cortical posterior preservado<sup>13</sup>. Este tipo de fracturas se caracteriza por mantener la bisagra cortical posterior intacta, lo que otorga cierta estabilidad y lo diferencia del tipo III. La subdivisión de Wilkins propone dos tipos<sup>11</sup>:
  - o **Tipo II A:** desplazamiento únicamente en extensión, sin desviación rotacional o angular<sup>9</sup>. Estas fracturas son más estables y pueden ser candidatas a un manejo inicial no quirúrgico.
  - o **Tipo II B:** desviación rotacional o angular visible en la radiografía anteroposterior<sup>9</sup>, aunque en la radiografía lateral se mantiene el contacto cortical posterior. Este subtipo tiende a ser más inestable y con mayor riesgo de pérdida de reducción si no se realiza fijación<sup>2</sup>.
- **Tipo III:** fractura desplazada completamente sin continuidad cortical, inestable. Este tipo es el que presenta mayor riesgo de lesiones neurovasculares e interposición de tejidos blandos.
- **Tipo IV:** inestabilidad multidireccional, el periostio roto en toda su circunferencia hace que la fractura sea extremadamente inestable. Esta lesión puede ser confirmada durante el intento de reducción bajo fluoroscopia, cuando la fractura es inestable tanto en flexión como en extensión.

### CLASIFICACIÓN GARLAND CLÁSICA



**Figura 3:** Clasificación de Gartland clásica. (Dibujo propio elaborado a partir de Alton et al.<sup>13</sup>)

CLASIFICACIÓN GARTLAND MODIFICADA	
TIPO I	No desplazada o mínimamente desplazada.
TIPO II	Fractura desplazada con contacto cortical posterior preservado. - IIA: desplazamiento únicamente en extensión. - IIB: desviación rotacional o angular.
TIPO III	Desplazamiento completo, no continuidad cortical.
TIPO IV	Inestabilidad multidireccional, periostio roto en toda su circunferencia. Inestabilidad tanto en flexión como en extensión confirmada durante el intento de reducción bajo fluoroscopia.

**Tabla 1:** Resumen de la clasificación de Gartland modificada.

## 6. DIAGNÓSTICO

### 6.1. Historia clínica y exploración física

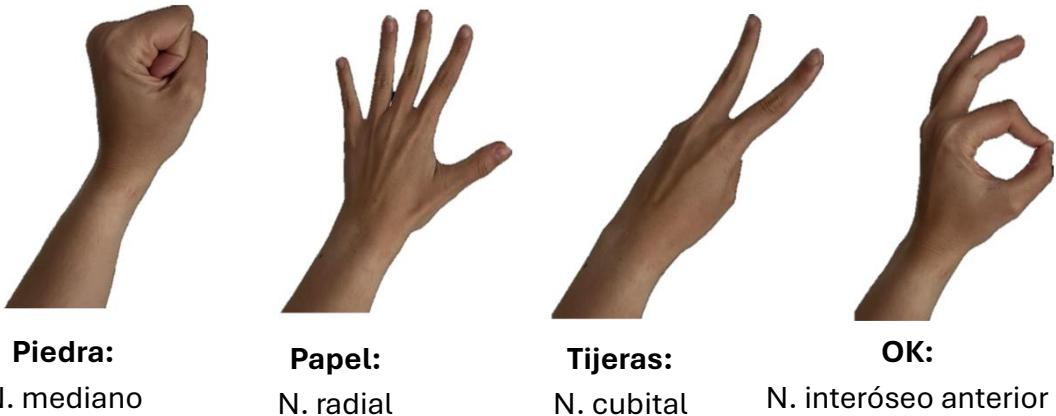
Ante un paciente que acude con una fractura supracondílea podremos apreciar dolor y sensibilidad en la región del codo, edema<sup>14</sup> y posible hematoma, limitación en la movilidad del codo, con dificultad para flexionar o extender<sup>15</sup> y posible afectación neurovascular.

Las fracturas supracondíleas del húmero en niños conllevan un alto riesgo de compromiso neurovascular debido a la proximidad de estructuras críticas en la región del codo. Se pueden producir lesiones vasculares y nerviosas por distintos mecanismos, incluyendo trauma directo por fragmentos óseos desplazados, compresión secundaria a edema y hematoma, o por sobre estiramiento debido a la angulación de los segmentos fracturados. Aunque es más frecuente en las fracturas desplazadas<sup>1</sup> (tipo III y IV), tenemos que evaluar correctamente todos los tipos de fracturas para poder descartar dichas complicaciones antes y después de la reducción y fijación.

Para realizar la **exploración motora** en niños podemos llevarla a cabo mediante juegos como el clásico “piedra, papel tijera” y la realización del signo “OK”<sup>14,16</sup> (**Figura 4**).

- **Piedra:** evalúa la función del nervio mediano, ya que inerva los músculos flexores de la mano.
- **Papel:** permite valorar la función del nervio radial al extender la mano y los dedos, comprobando que no haya debilidad en el mecanismo extensor.
- **Tijera:** ayuda a explorar el nervio cubital, ya que es el encargado de la abducción de los dedos.

- **Signo de OK:** se utiliza para examinar al nervio interóseo anterior, ya que es el nervio implicado en el movimiento de pinza entre el pulgar y el índice<sup>17</sup> y el que más frecuentemente se lesiona<sup>18</sup>.
- **Choca esos cinco:** esta acción complementa la exploración motora, ya que al realizar el gesto de chocar las manos se evalúa la extensión de la muñeca y de los dedos. De este modo, permite descartar posibles lesiones a nivel del nervio interóseo posterior.<sup>17</sup>



**Figura 4:** “Piedra, papel, tijera” y signo OK para la exploración motora. (Elaboración propia a partir de Rueda-Páez et al.<sup>17</sup>)

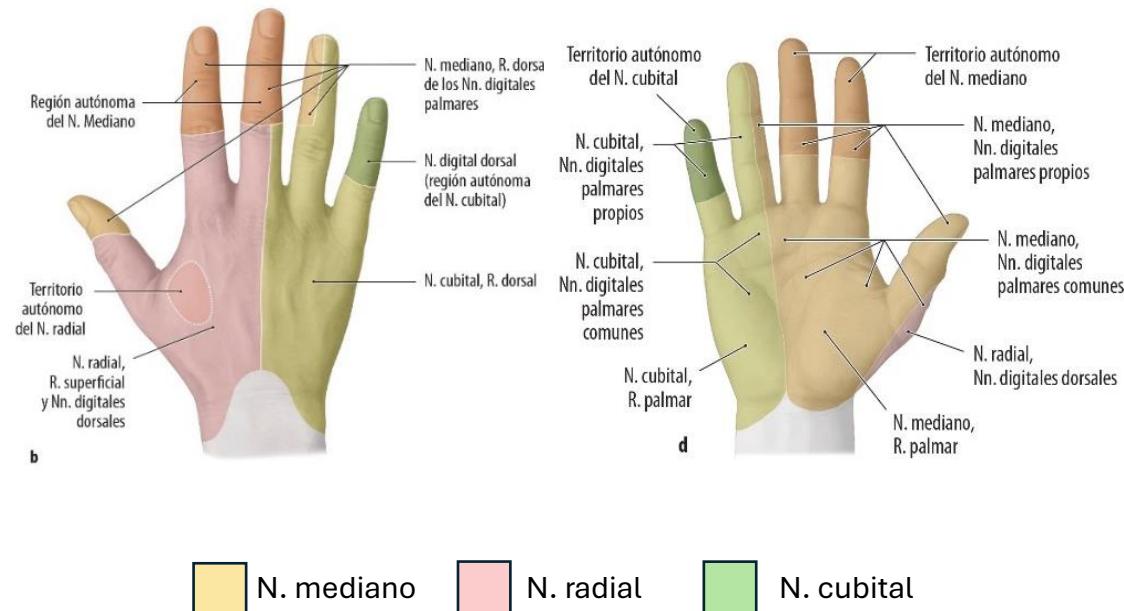
La finalidad de utilizar este juego es poder realizar una evaluación completa y objetiva del estado neurológico de la mano facilitando la colaboración del niño, pudiendo así detectar cualquier déficit o anomalía en la función de los nervios.

Otra forma de explorar el nervio cubital es mediante la prueba de Froment. Esta es utilizada para valorar la integridad funcional del nervio cubital, en particular la fuerza del músculo aductor del pulgar, encargado de realizar la pinza lateral. Esta prueba consiste en solicitar al paciente que sujete una hoja de papel, u otro objeto, entre el pulgar y el índice aplicando una presión lateral. En caso de lesión o disfunción del nervio cubital, se produce una compensación mediante la activación del flexor largo del pulgar, lo que provoca la flexión de la articulación interfalángica del mismo<sup>19</sup>. Esta respuesta anómala se denomina signo de Froment positivo. (**Figura 5**).



**Figura 5:** Maniobra de Froment<sup>20</sup>. A) Maniobra negativa. B) Maniobra positiva. (Fuente: Universidad Católica De Chile<sup>20</sup>).

La exploración sensitiva también es de utilidad para valorar complicaciones nerviosas asociadas. Deben revisarse las zonas autónomas de los nervios (áreas específicas de la piel que están inervadas exclusivamente por un solo nervio periférico) (**Figura 6**) para evitar confusiones. Estas áreas son: la yema del dedo índice para evaluar el nervio mediano, la yema del dedo meñique para el nervio cubital y el dorso del primer espacio interdigital para el nervio radial<sup>3</sup>.



**Figura 6:** Inervación sensitiva de la mano<sup>21</sup>. (Fuente: Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía.<sup>21</sup>)

Por último, deberemos realizar una adecuada exploración vascular comprobando la temperatura, el pulso radial<sup>9</sup>, el relleno capilar y la coloración de la mano<sup>1</sup>.

La mano es el mejor indicador del estado vascular. Se reconocen tres situaciones según la presencia de pulso y la perfusión de la extremidad<sup>1</sup>:

- Buen pulso y extremidad bien perfundida: caliente, rosada, relleno capilar < 3 segundos con pulso distal detectable por eco-Doppler.
- Mano rosada sin pulso: pulso ausente pero la mano bien perfundida: caliente, rosada, relleno capilar < 3 segundos, sin pulso distal detectable por Doppler.
- Mano fría: pulso ausente y mano mal perfundida: pálida, fría y relleno capilar > 3 segundos.

## 6.2. Pruebas de imagen

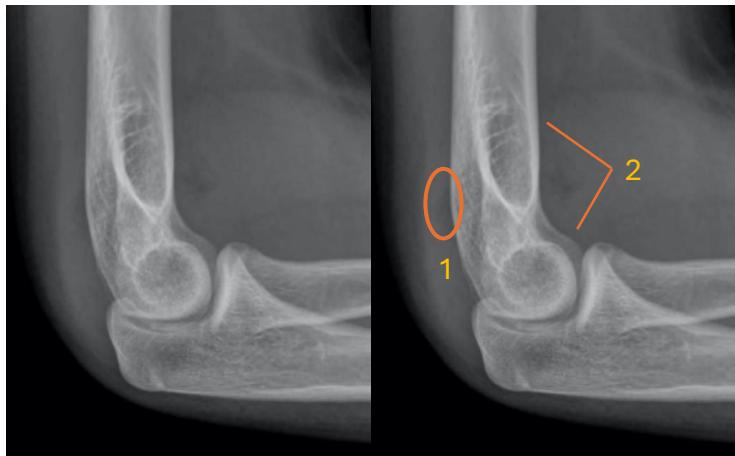
La radiografía simple es la principal prueba a realizar ante un caso de fractura supracondílea. Se debe realizar al menos en dos proyecciones: anteroposterior (AP) y lateral (L) para poder identificar el grado de desplazamiento y la angulación si los hubiera, ya que es una información clave para caracterizar la fractura y determinar cuál es el tratamiento más apropiado.

### A) Proyección lateral

En la evaluación radiológica, la proyección lateral del codo es esencial para confirmar la pérdida de alineación del fragmento distal, así como para identificar diversos signos presentes en las fracturas supracondíleas (**Figura 7**).

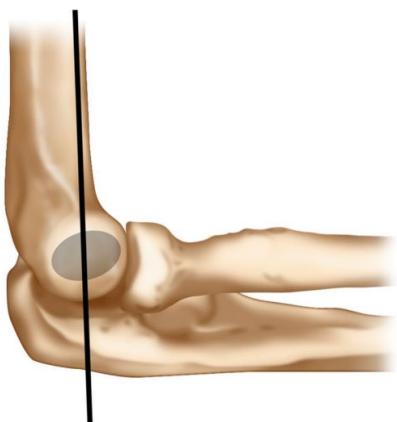
En esta proyección, particularmente en las fracturas no desplazadas<sup>3</sup>, se puede observar **el signo de la almohadilla grasa** tanto en la región anterior como en la posterior del húmero. Esta almohadilla se visualiza como una línea radiolúcida paralela a la cortical. La presencia de este signo en la parte anterior del húmero se considera normal, mientras que si se visualiza en la parte posterior se interpreta como un hallazgo patológico<sup>3,22</sup>.

El **signo de la vela** consiste en el desplazamiento anterosuperior de la almohadilla grasa anterior. Este hallazgo no es específico de fractura ya que cualquier causa de derrame articular puede desplazar las almohadillas grasas del codo; sin embargo, en los niños hasta en un 90% de los casos es secundario a una fractura ósea<sup>22</sup>.



**Figura 7:** 1. Almohadilla grasa posterior y 2. Signo de la vela. (Tomado de “Cómo identificar las fracturas de codo en pediatría”. SERAM.<sup>22</sup>)

La **línea humeral anterior (Figura 8)** se examina también en una radiografía lateral<sup>23</sup>. Se trata de una línea vertical trazada a lo largo de la cara anterior de la diáfisis del húmero distal. Normalmente esta línea debe pasar por el capitellum (o cóndilo lateral) en su tercio medio<sup>3</sup>. En la fractura supracondílea producida por un mecanismo de tipo extensión, esta línea con frecuencia no pasa por el cóndilo lateral (**Figura 9**), lo que la convierte en un marcador útil para determinar la adecuación de la reducción de la fractura.



**Figura 8:** Línea humeral anterior pasando por el capitellum<sup>13</sup>. (Fuente: Alton et al.<sup>13</sup>)



**Figura 9:** Desplazamiento anterior de la línea humeral anterior respecto al capitellum en fractura supracondílea grado II de Gartland en un niño de 4 años (Fuente: SERAM.<sup>45</sup>)

## B) Proyección anteroposterior

Por otro lado, la radiografía anteroposterior (AP) también resulta de gran utilidad para valorar el tratamiento de estas fracturas, siendo el ángulo de Baumann una de las medidas radiográficas más importantes.

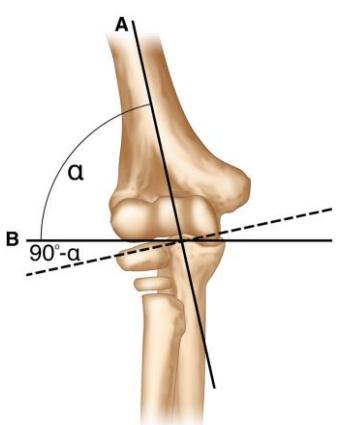
El ángulo de Baumann (**Figura 10**), también conocido como ángulo humerocapitelar, es utilizado para evaluar la alineación del húmero distal.

Este se mide en una radiografía anteroposterior (AP) del codo<sup>1,9,3,2</sup> y se obtiene calculando el ángulo que se forma entre la línea paralela a la placa de crecimiento del cóndilo lateral (línea fisaria del capitellum<sup>23</sup>) y el eje longitudinal (diafisario) del húmero<sup>1,2,9</sup>. Con esta metodología, el valor considerado normal del ángulo de Baumann se encuentra entre 64 y 81<sup>23,24</sup>.

Sin embargo, algunos autores proponen una medición alternativa en la que el ángulo de Baumann se define como el complementario del anterior. Es decir, se mide el ángulo entre la línea paralela a la fisis del capitellum y una línea perpendicular al eje diafisario del húmero. En este caso, los valores normales oscilarían entre 9° y 26°<sup>24</sup>.

Hay que tener en cuenta que éste es susceptible a diferencias individuales, por lo que muchas veces se recomienda comparar la medición con la del codo contralateral no lesionado, si fuera necesario<sup>24</sup>.

Además de ser muy útil para el diagnóstico de las fracturas (permite identificar el desplazamiento angular de las fracturas), también resulta de gran importancia para evaluar la eficacia del tratamiento, confirmar si se ha conseguido la reducción anatómica tras la fijación percutánea con agujas de Kirschner (AK) y para prevenir malformaciones como el cúbito varo (un aumento en el ángulo de Baumann en comparación con el lado opuesto o un valor superior a 80° sugiere una mala alineación en cúbito varo).



**Figura 10:** Ángulo de Baumann: ángulo radiográfico creado por la intersección de una línea dibujada a lo largo del eje diafisario humeral (A) y una línea dibujada a través de la fisis (B) del cóndilo lateral del codo en una vista AP del codo<sup>13</sup> (rango normal 64-81° si  $\alpha$ = ángulo, 9-26° si  $90^\circ - \alpha$ = ángulo). (Fuente: Alton et al.)<sup>13</sup>

Estos parámetros radiológicos son cruciales al decidir entre tratamiento quirúrgico o conservador. La desviación del AB >5° respecto al lado sano o un AB > 80°<sup>25</sup> y una LHA que no biseca el capitellum indican una mala reducción, sugiriendo la necesidad de estabilización quirúrgica.

## 7. TRATAMIENTO

El tratamiento de las fracturas supracondíleas del húmero en niños requiere un enfoque estructurado que garantice una correcta reducción, estabilización y seguimiento para minimizar complicaciones a corto y largo plazo.

El tipo de tratamiento dependerá de la severidad de la fractura, que como hemos mencionado anteriormente, se clasifica según la escala de Gartland.

Las **fracturas de tipo I**, al ser fracturas no desplazadas, pueden manejarse con tratamiento conservador mediante una inmovilización con un yeso por encima del codo o con un cabestrillo con flexión de 90° durante 3-4 semanas<sup>3</sup>. Estas fracturas no requieren de intervención quirúrgica, y el seguimiento radiológico es suficiente para asegurar que no haya desplazamiento secundario<sup>2</sup>.

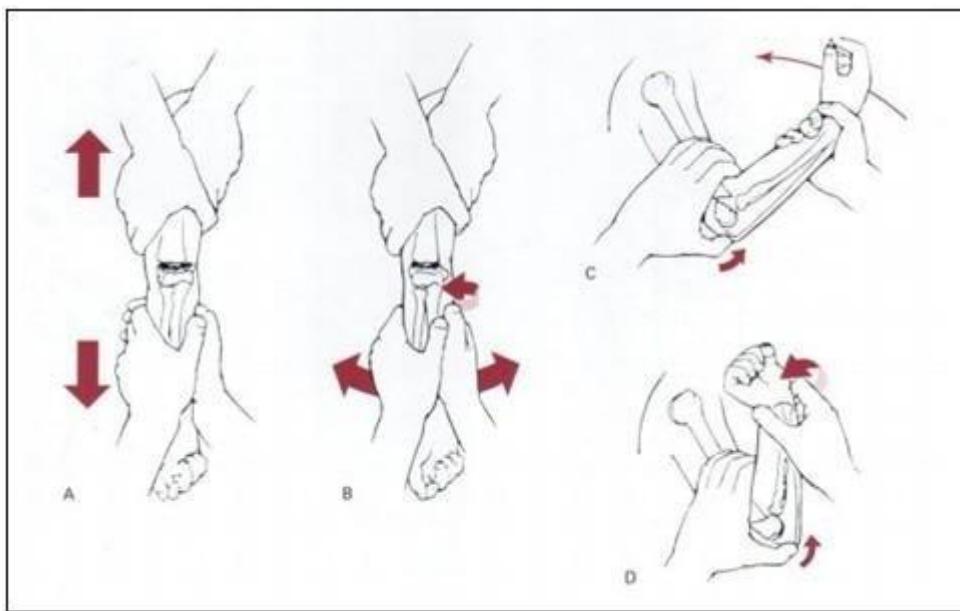
Las **fracturas tipo III y IV**, al ser fracturas inestables con un marcado desplazamiento, no son candidatas al tratamiento conservador con yesos y se opta por el tratamiento quirúrgico, siendo la reducción cerrada y fijación percutánea de agujas Kirschner la opción más aceptada para este tipo de fracturas.

El manejo de las **fracturas de tipo II** sigue generando controversia. Tanto el tratamiento conservador como la reducción cerrada y fijación percutánea han sido empleadas para el tratamiento de este tipo de fracturas.

### 7.1. Técnicas de reducción

La técnica de reducción cerrada es la técnica de elección en la mayoría de los casos de las fracturas desplazadas<sup>1</sup>. Se realiza en quirófano, bajo anestesia general con control por fluoroscopia y con el paciente en decúbito supino<sup>26</sup>.

Para realizar la reducción cerrada primero se aplica tracción longitudinal con el antebrazo en supinación y el codo en extensión. Esto permite alinear los fragmentos en el plano coronal<sup>1</sup>. Una vez corregida la longitud, se corrige la angulación del fragmento distal mediante pronación o supinación del antebrazo. Finalmente, se flexiona el codo aplicando presión sobre el olécranon, y en un grado variable sobre los cóndilos distales del húmero<sup>27</sup>, lo cual ayuda a restablecer la alineación en el plano sagital. (**Figura 11**).



**Figura 11:** Pasos a seguir en la maniobra de reducción cerrada. (Fuente: Requeiro Molina et al.)<sup>28</sup>

Otra forma de reducción sería mediante abordaje abierto, sin embargo, este se asocia a una mayor tasa de complicaciones y se indica cuando la reducción cerrada falla (usualmente por interposición de tejidos), si hay compromiso neurovascular grave o se trata de una fractura abierta. Sus desventajas incluyen mayor riesgo de infección, calcificaciones musculares con rigidez, problemas estéticos y pérdida de movilidad<sup>27</sup>.

Se estima que hasta el 8% de estas fracturas necesitan cirugía abierta<sup>3</sup>. Existen varios abordajes quirúrgicos (anterior, medial, lateral, posterior), y la elección depende de la dirección del desplazamiento. El abordaje anterior es preferido para exploración vascular por su facilidad de acceso y buenos resultados. Tras la reducción abierta, la fijación se realiza con agujas de Kirschner<sup>3</sup>.

La evaluación neurovascular debe realizarse de manera sistemática y repetida tras la reducción, asegurando la restauración del flujo sanguíneo y la función nerviosa. En casos de isquemia persistente o déficit neurológico grave, la cirugía está indicada para evitar secuelas funcionales a largo plazo.

## 7.2. Técnicas de estabilización.

Una vez conseguida la reducción anatómica debemos mantener esa reducción. Esto lo podemos conseguir a través de diferentes técnicas de estabilización o fijación.

El tratamiento conservador opta por la inmovilización con yeso o cabestrillo con el brazo en flexión en un ángulo de 90º y el antebrazo en posición neutra. Suele ser la técnica de elección en las fracturas tipo II más estables.

Si tras una reducción de la fractura, esta sigue siendo inestable o se considera que hay un considerable riesgo de pérdida de reducción se recurre a la fijación con agujas Kirschner (AK). Antes de la fijación, se evalúa la alineación angular y rotacional tanto clínica como radiológicamente. Se recomienda realizar varias proyecciones con fluoroscopia, siendo las vistas oblicuas las que nos permiten valorar ambas columnas y asegurar que la rotación esté corregida<sup>1</sup>.

La reducción cerrada seguida de fijación percutánea con agujas de Kirschner constituye el tratamiento estándar para las fracturas supracondíleas desplazadas en la población infantil, al ofrecer óptima estabilidad, mínima hiperflexión del codo y bajo riesgo neurovascular. Posterior a la fijación, se inmoviliza el codo por debajo de 90º para evitar el edema y el síndrome compartimental vinculados a la hiperflexión con yeso<sup>29</sup>.

Este método de fijación ha sido ampliamente estudiado describiéndose varias configuraciones diferentes en cuanto a la colocación de las agujas de Kirschner. (**Figura 12**). Los distintos métodos de colocación son:

**Configuración cruzada (medial y lateral):** Proporciona mayor estabilidad biomecánica, especialmente rotacional, aunque conlleva un mayor riesgo de lesión del nervio cubital<sup>1,30</sup> con una incidencia de hasta el 8%<sup>29,27</sup>. Es por ello que algunas guías como la AAOS (American Association of Orthopedics Surgeons) recomienda, cuando sea posible, el uso exclusivo de clavijas laterales, siempre que proporcionen una fijación adecuada.

**Configuración lateral exclusivamente (divergente o técnica de Dorgan):** Se evita el riesgo iatrogénico al nervio cubital. La técnica de Dorgan ofrece una variante segura y estable: se inserta una aguja lateral como en otros métodos y una segunda aguja también desde lateral, pero apuntando medial y distalmente desde el fragmento proximal. Estudios biomecánicos muestran que esta configuración, aunque ligeramente menos estable que la cruzada, ofrece suficiente rigidez para la mayoría de los casos.

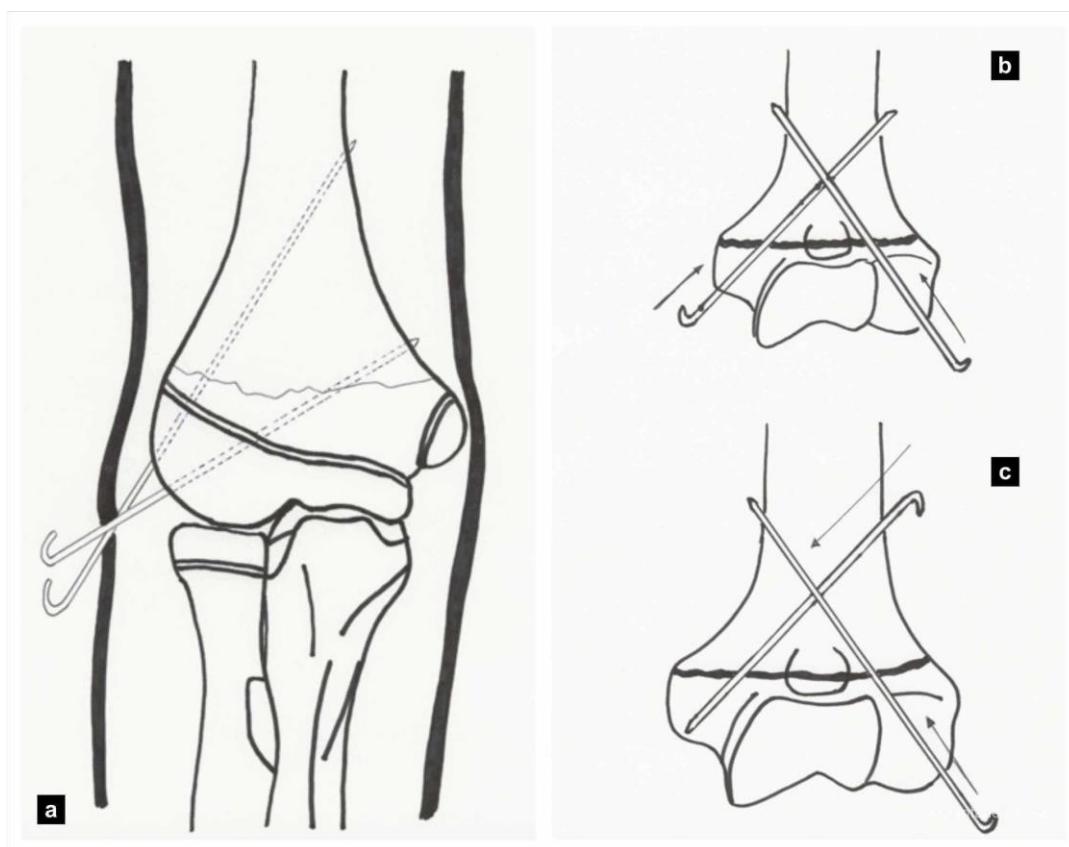
**Uso de tres o más agujas:** En fracturas muy inestables, se pueden usar tres agujas laterales o una configuración mixta de tres o cuatro agujas cruzadas. La combinación de dos laterales y uno medial ha demostrado mantener mejor la reducción, con menor pérdida del ángulo de Baumann en comparación con otras técnicas.

Para asegurar una fijación eficaz, las AK deben estar bien separados en el nivel de la fractura para mantener estabilidad rotacional, abarcar ambas columnas del

húmero y tener una fijación bicortical, es decir, que atraviese las dos corticales del hueso<sup>1</sup>.

En cuanto al grosor de las agujas, las guías BOAST (British Orthopaedic Association Standards for Trauma) recomiendan usar agujas de 2 mm por su mayor estabilidad frente a las de 1.6 mm, especialmente en fracturas oblicuas altas<sup>31</sup>. Se ha demostrado que el uso de agujas más gruesas permite mejor fijación bicortical.

El seguimiento tras la cirugía debe incluir evaluación de posibles complicaciones: pérdida de reducción, rigidez, infección, neuropatías y deformidades residuales. Este es esencial para garantizar la correcta consolidación de la fractura y detectar posibles complicaciones, pero no ha de realizarse de rutina un seguimiento a largo plazo<sup>29</sup>. Se recomienda realizar radiografías de control entre los días 4 y 10 para verificar que la reducción se mantiene estable<sup>2,32</sup>. En ausencia de complicaciones, las agujas pueden retirarse en la consulta ambulatoria a las 3-4 semanas tras confirmar la consolidación radiológica<sup>1,29</sup>. A partir de este momento se permite la movilización progresiva del codo<sup>33</sup>.



**Figura 12:** (a) Configuración lateral divergente, (b) configuración cruzada, y (c) técnica de Dorgan's. (Fuente: Shenoy et al.)<sup>3</sup>

## 8. COMPLICACIONES

### 8.1. Complicaciones previas al tratamiento.

El pronóstico de este tipo de fracturas es excelente con un manejo apropiado; sin embargo, pueden presentarse complicaciones. Aunque las fracturas tipo I y II muestran una incidencia menor de complicaciones en comparación con las tipo III o IV<sup>1</sup>, no están exentas de riesgos, especialmente si se subestima su inestabilidad. Las complicaciones que podemos encontrar a causa de la fractura son:

Lesión neurológica: se trata de la complicación más frecuentemente reportada en la literatura. Aproximadamente entre el 12% y 20%<sup>14,18,29</sup> de las fracturas desplazadas presentan algún grado de afectación nerviosa, siendo el nervio interóseo anterior (rama del mediano) el más comúnmente afectado<sup>18</sup>, seguido del nervio radial y por último del nervio cubital (este último más común en fracturas de tipo flexión)<sup>14</sup>. La mayoría de estas lesiones se tratan de neuroapraxias secundarias al estiramiento, atrapamiento o compresión del nervio causando una desmielinización segmentaria<sup>34</sup>. Estas neuroapraxias son en su mayoría transitorias y se recuperarán en semanas sin necesidad de intervención quirúrgica<sup>18</sup>.

Lesión nervio mediano: por tracción o compresión por el fragmento proximal en fracturas en extensión. Clínicamente puede manifestarse con alteraciones de la sensibilidad en la cara palmar del primer, segundo y tercer dedo, así como debilidad en la flexión de la muñeca y pérdida de la oposición del pulgar. Como complicación crónica puede aparecer el síndrome del pronador redondo por atrapamiento del nervio en la cicatrización.

Lesión nervio radial: su lesión puede generar la clásica "mano caída" por incapacidad de extender la muñeca y los dedos. También puede cursar con déficit sensitivo en el dorso de la mano y primer espacio interdigital.

Lesión nervio cubital: su lesión es más frecuente en fracturas en flexión<sup>14</sup> o en consolidaciones defectuosas, manifestándose con parestesias en el cuarto y quinto dedo, así como debilidad en los músculos intrínsecos de la mano o deformidad en garra cubital en lesiones tardías. Como complicación a largo plazo se puede producir una neuropatía cubital crónica con atrofia de los músculos hipotenar y lumbricales.

Compromiso vascular: la arteria braquial, principal vaso sanguíneo que irriga el antebrazo, es la estructura vascular más comprometida en este tipo de fracturas<sup>24</sup>. Clínicamente, la afectación vascular se manifiesta con la disminución o ausencia de pulsos distales, relleno capilar retardado, frialdad y palidez de la mano, además de dolor desproporcionado, lo que sugiere isquemia progresiva<sup>3</sup>.

Ante la sospecha de compromiso vascular, la evaluación clínica debe incluir la palpación de pulsos radiales y cubitales, medición del relleno capilar y, en casos de duda, la utilización de un Doppler portátil<sup>8</sup>. Si la perfusión de la extremidad está comprometida, se debe realizar una reducción cerrada urgente de la fractura con evaluación inmediata de la circulación. En la mayoría de los casos se resuelve con la reducción de la fractura<sup>31</sup>. En aquellos casos donde la isquemia persiste a pesar de la reducción está indicada la exploración quirúrgica en colaboración con un equipo de cirugía vascular<sup>8</sup>. Si no se identifica y trata a tiempo, esta alteración puede evolucionar a un síndrome compartimental y posteriormente a la contractura isquémica de Volkmann<sup>35</sup>, caracterizada por fibrosis muscular y deformidad irreversible en flexión de la mano y los dedos.

Síndrome compartimental: se trata de una complicación rara (0.2-0.3%<sup>1,29</sup> de los casos). El aumento de la presión dentro del compartimento muscular puede llevar a una necrosis y daño funcional irreversible. Se debe sospechar si hay dolor desproporcionado, hinchazón progresiva y limitación severa de la movilidad<sup>15,1</sup>. En estos casos, es imprescindible la fasciotomía urgente para liberar la presión y evitar secuelas permanentes.

## **8.2. Complicaciones precoces posteriores al tratamiento.**

Pérdida de reducción: se estima que el tratamiento conservador fracasa en aproximadamente el 20-25%<sup>33</sup> de los pacientes especialmente en aquellos con deformidad rotacional marcada, mala alineación coronal o mayor desplazamiento del fragmento distal, así como en aquellos con dificultades para mantener la inmovilización. El tratamiento quirúrgico mediante fijación percutánea también presenta riesgos, aunque generalmente bajos.

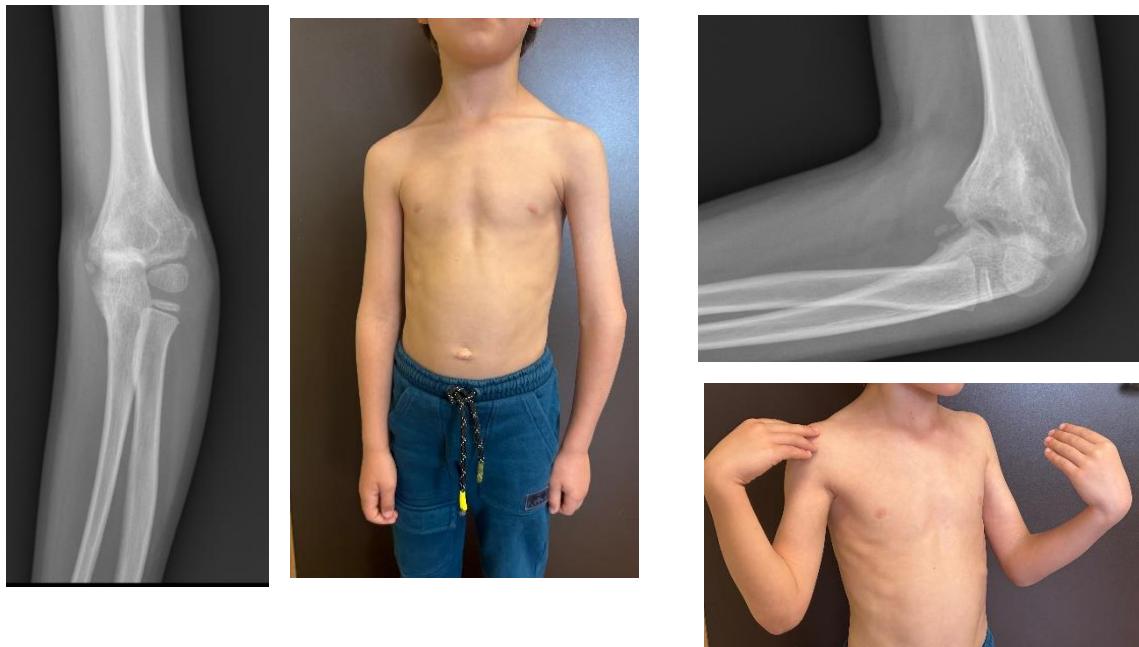
Lesiones nerviosas: también se pueden producir lesiones nerviosas después de la manipulación cerrada, la fijación percutánea o durante procedimientos abiertos para la reducción y exploración vascular<sup>14</sup>. La incidencia de lesiones nerviosas iatrogénicas se ha reportado entre el 2% y el 6%<sup>36</sup>. La fijación cruzada se asocia con un mayor riesgo de lesión del nervio cubital<sup>30</sup>.

Infección y problemas con las agujas: la migración de las agujas de Kirschner es una complicación poco frecuente, pero puede ocurrir si la fijación no es adecuada. También se han reportado infecciones (1-25%) superficiales en el sitio de entrada de las AK, que generalmente responden bien al tratamiento antibiótico y a la retirada de éstas<sup>1</sup>.

### **8.3. Complicaciones tardías posteriores al tratamiento.**

**Deformidades angulares:** la mala consolidación de la fractura por pérdida de reducción o mala alineación puede dar lugar a deformidades como el cúbito varo. (**Figura 13**). En menor medida, puede desarrollarse cúbito valgo. Estas deformidades pueden causar tanto limitaciones funcionales como deformidades estéticas<sup>37</sup>.

**Pérdida de movilidad o rigidez del codo:** se trata de una complicación rara y la mayoría de casos mejoran en pocos meses tras la retirada de las agujas Kirschner<sup>37</sup>.



**Figura 13:** Caso niño de 6 años con codo varo flexo con limitación de la flexión y extensión como complicación tardía posterior a una fractura supracondílea operada hace un año con reducción abierta y agujas de Kirschner. Imágenes cedidas por la Dra. Seral, HCULB.

## **9. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS FUNCIONALES POST-TRATAMIENTO**

### **9.1 Criterios de Flynn**

Los criterios de Flynn<sup>38</sup> son una herramienta ampliamente utilizada para evaluar los resultados funcionales y estéticos en pacientes pediátricos que han sido tratados por fracturas supracondíleas del húmero. Este sistema considera dos parámetros principales: la pérdida del rango de movimiento del codo (criterios funcionales) y la alteración del ángulo de carga (criterios cosméticos)<sup>39</sup>.

A través de estos dos criterios, los resultados se clasifican en cuatro categorías: excelente, bueno, moderado y malo. Estos criterios permiten una valoración objetiva de los resultados postoperatorios y son ampliamente aceptados en la literatura ortopédica pediátrica.

## **9.2. Mayo Elbow Performance Score.**

El MEPS (Mayo Elbow Performance Score) es un sistema de evaluación funcional diseñado para medir el resultado clínico del tratamiento en lesiones del codo, especialmente útil en fracturas supracondíleas, luxaciones, artrosis y procedimientos quirúrgicos reconstructivos. Este sistema incluye parámetros subjetivos (70 de 100 puntos) y objetivos (30 de 100 puntos).

El puntaje evalúa el rango de movimiento, la inestabilidad, la función (actividades de la vida diaria) y el dolor (**Tabla 3**). Se puede alcanzar un máximo de 100 puntos, los valores entre 90 y 100 se consideran excelentes, mientras que los valores inferiores a 60 se consideran malos (**Tabla 4**).

No está validado específicamente para niños<sup>40</sup>, por lo que en población pediátrica se recomienda complementarlo con criterios de Flynn u otras escalas como el PedsQL.

## **9.3. Otros**

El sistema PedsQL™ (Pediatric Quality of Life Inventory) es una herramienta estandarizada diseñada para medir la calidad de vida relacionada con la salud en niños y adolescentes. Aunque no es específico para fracturas supracondíleas de húmero, se ha utilizado en estudios para evaluar el impacto funcional y la recuperación en diversas condiciones pediátricas, incluyendo lesiones ortopédicas<sup>41</sup>.

El QuickDASH es una versión abreviada del cuestionario DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)<sup>25</sup>, contiene 11 ítems y está diseñado para evaluar la discapacidad y los síntomas en pacientes con afecciones del miembro superior. Esta herramienta es ampliamente utilizada en adultos por su rapidez y facilidad de aplicación. Sin embargo, en pediatría el QuickDASH no está formalmente validado<sup>18</sup>, aunque algunos profesionales lo emplean para obtener una aproximación funcional.

<b>Resultado</b>	<b>Pérdida del rango de movimiento</b>	<b>Pérdida del ángulo de carga</b>
<b>Excelente</b>	0–5°	0–5°
<b>Bueno</b>	6–10°	6–10°
<b>Regular</b>	11–15°	11–15°
<b>Malo</b>	>15°	>15°

**Tabla 2.** Clasificación según los criterios de Flynn<sup>38</sup>.

<b>Parámetro evaluado</b>	<b>Descripción</b>	<b>Puntuaje máximo</b>
<b>Dolor</b>	Ninguno (45 pts)	45 puntos
	Leve (30 pts)	
	Moderado (15 pts)	
	Severo (0 pts)	
<b>Movilidad</b>	>100° (20 pts)	20 puntos
	50–100° (15 pts)	
	<50° (5 pts)	
	Sin movilidad (0 pts)	
<b>Estabilidad articular</b>	Estable (10 pts)	10 puntos
	Inestable moderadamente (5 pts)	
	Inestable severamente (0 pts)	
<b>Función (actividades cotidianas)</b>	Peinarse, alimentarse, higiene personal, vestirse, y calzarse (5 pts cada una)	25 puntos
<b>Total máximo</b>		100 puntos

**Tabla 3:** Criterios del Mayo Elbow Performance Score (MEPS). Elaborado a partir de Umur et al.<sup>40</sup>)

<b>Clasificación final</b>	<b>Puntuaje total MEPS</b>
<b>Excelente</b>	90–100 puntos
<b>Bueno</b>	75–89 puntos
<b>Regular</b>	60–74 puntos
<b>Malo</b>	<60 puntos

**Tabla 4:** Clasificación MEPS. Elaborado a partir de Umur et al. (2021)<sup>40</sup>

## **10. PROPUESTA DE PROYECTO**

### **OBJETIVOS.**

1. Evaluar aspectos clínicos y radiológicos del paciente.
2. Mejorar el conocimiento de las fisis del codo según edad, localización y traumatismo.
3. Analizar los resultados a fin de crecimiento en pacientes esqueléticamente inmaduros.
4. Establecer un consenso en el estudio y tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de humero.

### **HIPÓTESIS DEL TRABAJO.**

1. El peso y el mecanismo de producción influyen en el tipo de fractura.
2. En niños las técnicas de osteosíntesis y el mecanismo de fractura afectan al cierre de la fisis de crecimiento.
3. La fractura supracondílea de humero tipo I es el tipo más frecuente en las fracturas alrededor del codo.

### **MATERIAL Y MÉTODOS.**

- Se plantea un estudio observacional retrospectivo, con 30 pacientes tratados de fractura supracondílea de codo, con una evolución a 10 años de seguimiento medio.
- Factores de inclusión:
  - Fracturas supracondíleas del húmero.
  - Pacientes esqueléticamente inmaduros.
  - Tratamiento ortopédico o quirúrgico.
- Factores de exclusión:
  - Fracturas cóndilo lateral o medial.
  - Pacientes esqueléticamente maduros.
  - No han tenido seguimiento en consultas.
- Datos epidemiológicos:
  - Edad.
  - Sexo.
  - Actividad deportiva.
  - Madurez esquelética.
  - Menarquia sí/no.
  - Peso.
  - Episodios previos de fracturas.
  - Remitido por: médico de atención primaria, colegio, fisioterapeuta, podólogo, traumatólogo.

- Clínica:
  - Dolor.
  - Derrame.
  - Inestabilidad.
  - Limitación funcional flexo-extensión, pronosupinación. Criterios de Flynn y Mayo Elbow Performance Score.
- Exploración:
  - Derrame articular.
  - Varo/valgo.
  - Codo flexo.
- Pruebas de imagen:
  - Rx simple de codo en: Proyección anteroposterior y lateral valorando AB y LHA.
  - Valorar Rx codo contralateral.
  - TAC.
  - RM.
- Tiempo de tratamiento y de seguimiento.
- Estadística:
  - SPSS versión 20.0, 2016.
  - Análisis descriptivo:
    - Variables cuantitativas: media, mediana, desviación estándar (DE). El intervalo de confianza al 95% (IC 95%) y los valores máximos y mínimos (Min-Máx).
    - Variables cualitativas: se expresan en frecuencias absolutas.
  - Análisis univariante:
    - T de Student para muestras independientes relacionando escalas cualitativas con cuantitativas.
    - Chi-cuadrado cuando las variables son cualitativas.
  - Análisis multivariante:
    - Test de correlación múltiple para evaluar de forma independiente cada una de las medidas.

## 11. DISCUSIÓN

Las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia representan una de las lesiones más comunes tratadas en ortopedia pediátrica y su abordaje terapéutico continúa siendo motivo de debate, especialmente en las tipo II. Numerosos estudios han evaluado los resultados funcionales y radiológicos de los diferentes tipos de manejo. Este apartado analiza y sintetiza los hallazgos más recientes en torno a esta controversia teniendo en consideración diferentes variables.

En este contexto, el estudio de Yap et al.<sup>42</sup> constituye una importante contribución al análisis del tratamiento conservador. Los investigadores realizaron una serie de casos retrospectiva en un centro de trauma de nivel 1, incluyendo 42 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero tipo II, cerradas y sin compromiso neurovascular. El tratamiento inicial consistió en inmovilización mediante cabestrillo y brazalete, con el codo en flexión superior a 90°, aplicado sin maniobra formal de reducción en la mayoría de los casos. Solo dos pacientes (4.8%) requirieron intervención quirúrgica posterior debido a una alineación radiográfica insatisfactoria tras la inmovilización. El resto de los pacientes mostró una evolución favorable, con una reducción considerada aceptable y sin pérdida significativa de alineación hasta el seguimiento final. En base a estos resultados, los autores concluyen que la inmovilización en alta flexión representa una opción terapéutica no quirúrgica segura y efectiva para fracturas Gartland tipo II. Asimismo, sugieren que una flexión superior a 100° podría contribuir a una mejor alineación y a una reducción de la incidencia de deformidad en varo clínicamente significativa. Este enfoque conservador presenta la ventaja de evitar los riesgos inherentes a la cirugía, siempre que se mantenga un seguimiento radiográfico estrecho y se cumplan criterios de inclusión específicos.

Por otro lado, el trabajo de Samaila et al.<sup>43</sup> aporta una perspectiva diferente. Se trata de un estudio observacional retrospectivo que compara los resultados funcionales a corto y medio plazo del tratamiento conservador frente al quirúrgico en una cohorte de 31 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas tipo II y III. De los 19 pacientes con fracturas tipo II, 9 fueron clasificados como IIA y 10 como IIB. Ocho de los pacientes con fracturas tipo IIA fueron tratados de forma conservadora (reducción cerrada seguida de inmovilización con yeso), aunque uno de ellos requirió conversión a cirugía por pérdida de la reducción. Los 10 pacientes con fracturas tipo IIB, en cambio, fueron tratados quirúrgicamente desde el inicio, principalmente mediante reducción cerrada y fijación percutánea con agujas de Kirschner. Al evaluar los resultados, observaron que los pacientes tratados quirúrgicamente (10 IIB y 1 IIA) presentaron mejores resultados funcionales a medio plazo, medidos mediante ángulos de flexión y carga, comparados con los pacientes tratados conservadoramente (todos IIA). Según los criterios de Flynn, el 91% de los casos tratados quirúrgicamente obtuvo resultados buenos o excelentes, mientras

que solo el 50% de los casos tratados de forma conservadora alcanzó resultados satisfactorios. A pesar del pequeño tamaño muestral y de la falta de seguimiento a largo plazo, los autores concluyen que el tratamiento quirúrgico produce mejores resultados funcionales, lo que sugiere su superioridad en este tipo de fracturas cuando se comparan con el tratamiento conservador.

Iorio et al.<sup>25</sup> realizaron un estudio comparativo retrospectivo con un seguimiento de 4 años. Incluyó a 79 pacientes comparando el tratamiento quirúrgico (reducción cerrada y fijación con 2-3 agujas de Kirschner laterales divergentes, n=38) con el tratamiento conservador (reducción cerrada (RC) e inmovilización con yeso a 90° de flexión, n=41) para fracturas supracondíleas de húmero Gartland tipo II en pacientes pediátricos.

Las medidas radiográficas utilizadas fueron el ángulo de Baumann (AB), la línea humeral anterior (LHA) y el ángulo de carga (AC). Encontraron resultados satisfactorios en ambos enfoques, aunque el tratamiento quirúrgico mostró una mejor alineación radiológica postoperatoria (la LHA atravesó el cóndilo en el 73.2% del grupo quirúrgico frente al 42.1% del conservador).

La evaluación de la movilidad articular del codo reveló resultados comparables entre ambos grupos; sin embargo, el grupo tratado quirúrgicamente mostró una discreta ventaja, con una menor pérdida tanto en la flexión como en la hiperextensión del codo. Para la valoración funcional se emplearon los criterios de Flynn y/o el rango de movimiento, sin encontrar diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo, reportaron complicaciones, incluyendo dos malformaciones en cúbito varo en el grupo conservador y una infección de AK en el grupo quirúrgico.

Las conclusiones sugieren que ambos tratamientos son satisfactorios, pero para decidir el tipo de tratamiento se deben tener en cuenta la LHA y el AB en las radiografías para optimizar resultados estéticos y evitar deformaciones en varo.

La clasificación de Wilkins<sup>11</sup> que diferencia entre tipo IIA (sin rotación) y IIB (con rotación o traslación significativa) ha sido propuesta como herramienta orientadora en la toma de decisiones clínicas.

En este contexto, Ariyawatkul et al.<sup>44</sup> analizaron en su estudio retrospectivo de casos y controles a 84 niños con fracturas supracondíleas de húmero tipo II divididos en dos grupos según la diferencia en el ángulo de Baumann respecto al lado sano (menos de 5° para el subtipo IIA, 5° o más para el subtipo IIB). Los resultados de su estudio sugieren que las fracturas IIB deben ser tratadas quirúrgicamente debido a su mayor inestabilidad, mientras que las IIA podrían beneficiarse de un tratamiento conservador, dependiendo de los parámetros

radiográficos como el ángulo de Baumann y la alineación de la línea humeral anterior.

Esta idea ha sido reforzada por los hallazgos recientes de Booker et al.<sup>33</sup>, quienes plantean que no todas las fracturas tipo IIA requieren intervención quirúrgica. Su estudio identifica un subgrupo de fracturas tipo IIA que presentan características específicas que pueden manejarse con éxito mediante reducción cerrada y enyesado sin necesidad de fijación percutánea. Estas características son un desplazamiento limitado de entre 2 y 15 mm, una extensión moderada entre 15 y 20 grados, y una cortical posterior parcialmente intacta. Este enfoque conservador se basa en la estabilidad intrínseca de la fractura y permite evitar los riesgos asociados a la cirugía, siempre que se acompañe de un seguimiento clínico y radiológico estrecho durante las primeras semanas tras la lesión.

La evaluación funcional es un componente fundamental para valorar el éxito terapéutico más allá de los parámetros radiológicos. Tradicionalmente, los criterios de Flynn y el Mayo Elbow Performance Score (MEPS) han sido las herramientas más empleadas. Sin embargo, otros cuestionarios de resultados reportados por pacientes (PROMs), como el QuickDASH y el Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL), han surgido como alternativas valiosas.

El estudio de Liebs et al.<sup>18</sup> representa una de las series más extensas publicadas hasta la fecha en este campo, con un seguimiento de 775 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas tratadas. Los autores utilizaron el QuickDASH y el PedsQL como medida secundaria para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud a medio y largo plazo, con una media de seguimiento de 6.3 años. En los resultados del QuickDASH las puntuaciones medias fueron muy bajas en todos los grupos indicando mínima discapacidad percibida. En el PedsQL (función física) todas las fracturas mostraron valores cercanos al máximo, indicando excelente calidad de vida funcional.

Por otro lado, el estudio retrospectivo comparativo de Umur et al.<sup>40</sup> se centró exclusivamente en fracturas tipo IIB, comparando 43 pacientes tratados de forma conservadora mediante reducción cerrada e inmovilización con 43 pacientes tratados quirúrgicamente mediante reducción cerrada y osteosíntesis con agujas de Kirschner. Los pacientes tuvieron un seguimiento clínico de al menos 24 meses. La evaluación funcional se realizó mediante el MEPS y los criterios de Flynn. En el grupo tratado conservadoramente, el 72% alcanzó resultados excelentes siguiendo los criterios Flynn, frente al 60% del grupo quirúrgico. El puntaje MEPS medio fue de 94 en el grupo conservador y 93 en el quirúrgico.

Ambos estudios respaldan que, si se alcanza una reducción anatómica satisfactoria, los resultados funcionales a medio-largo plazo son comparables entre tratamientos conservadores y quirúrgicos, incluso en fracturas

potencialmente inestables como las tipo IIB. Esto subraya la importancia de la calidad de la reducción más que del tipo de intervención en sí.

Por otro lado, Muslu et al.<sup>39</sup> realizaron un estudio retrospectivo de 100 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero tratados entre enero de 2015 y febrero de 2022 mediante reducción cerrada y enclavado percutáneo. Se incluyeron fracturas Gartland tipo IIA (n=21), IIB (n=12), III y IV. En total, las fracturas tipo II (IIA + IIB) constituyeron el 33% de la cohorte del estudio. El estudio evaluó los resultados clínicos (según criterios funcionales y cosméticos de Flynn) y radiográficos (ángulo de Baumann, ángulo humerocapitelar, valgo, y deformidades sagitales y rotacionales).

Los resultados del estudio de Muslu et al.<sup>39</sup> para las fracturas Gartland tipo II, tanto IIA como IIB, tratadas con reducción cerrada y fijación percutánea, fueron muy favorables, con el 100% de resultados funcionales excelentes y un alto porcentaje (si no el 100% también para IIB) de resultados cosméticos excelentes, y con una baja incidencia de deformidad residual significativa en el plano sagital. Este estudio muestra que la reducción cerrada y el enclavado percutáneo son un método eficaz y confiable que proporciona resultados satisfactorios cuando se realiza adecuadamente.

Desde el punto de vista técnico-quirúrgico, la elección del tipo de fijación también influye en los resultados. El metaanálisis de Zhao et al.<sup>30</sup> analizó a 933 niños de 12 estudios y comparó los resultados de la fijación percutánea con pines laterales y la fijación con pines cruzados para las fracturas supracondíleas de húmero desplazadas en niños (421 en el grupo de pines cruzados y 512 en el grupo de pines laterales). La conclusión de Zhao et al. sugiere que la fijación lateral con pines tuvo tasas bajas de lesiones iatrogénicas del nervio cubital, pero una tasa más alta de pérdida de reducción mientras que la fijación cruzada ofrece mayor estabilidad con menor pérdida de reducción, pero a costa de un mayor riesgo de lesión del nervio cubital, riesgo que puede ser mitigado mediante incisión protectora o elección de entrada lateral única. Sin embargo, no encontró diferencias significativas entre los grupos de pines cruzados y laterales en cuanto a resultados radiográficos (como el ángulo de Baumann o el cambio en el ángulo de Baumann), resultados funcionales y otras complicaciones.

La heterogeneidad de los diseños (retrospectivos, observacionales, series de casos) y la variabilidad en los criterios de inclusión en estos estudios, dificultan la comparación directa de los resultados. Mientras que Yap et al.<sup>42</sup> y Booker et al.<sup>33</sup> respaldan la inmovilización en alta flexión para subtipos IIA estables, Samaila et al.<sup>43</sup> presenta mayores tasas de pérdida de reducción y peor función en fracturas IIB tratadas conservadoramente.

En contraste, estudios comparativos como el de Iorio et al.<sup>25</sup> y Umur et al.<sup>40</sup> no hallan diferencias funcionales a medio-largo plazo si se consigue una reducción anatómica estricta, subrayando la calidad de la reducción (línea humeral anterior y ángulo de Baumann) como factor determinante. Por su parte, Muslu et al.<sup>39</sup> y el metaanálisis de Zhao et al.<sup>30</sup> aportan evidencia sólida sobre la seguridad y eficacia de la fijación percutánea, tanto en configuraciones cruzadas como laterales, con tasas muy bajas de complicaciones graves.

No obstante, ninguno de estos estudios alcanza el nivel de evidencia que permitiría generar protocolos estandarizados. Se requieren ensayos prospectivos, aleatorizados y multicéntricos con muestras suficientemente grandes y subclasiificación clara entre IIA e IIB.

## **12. CONCLUSIONES**

La literatura actual sugiere que tanto el tratamiento conservador como el quirúrgico han demostrado ser opciones válidas consiguiendo resultados clínicos satisfactorios, siempre que se apliquen adecuadamente los principios fundamentales del tratamiento ortopédico.

La decisión terapéutica debe individualizarse, teniendo en cuenta factores como el grado de desplazamiento, la estabilidad tras la reducción y el riesgo de complicaciones.

Independientemente del abordaje elegido, lograr una reducción anatómica adecuada es esencial para garantizar buenos resultados funcionales a largo plazo.

La ausencia de estudios de alta calidad metodológica impide establecer recomendaciones firmes sobre la preferencia por un tipo específico de tratamiento.

Existe consenso en la comunidad médica sobre la urgencia de realizar estudios multicéntricos, con muestras amplias y bien definidas, para establecer protocolos de tratamiento estandarizados basados en evidencia sólida.

## 13. BIBLIOGRAFIA

1. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. EFORT Open Rev [Internet]. 2018 Oct;3(10):526–40. Available from: <https://eor.bioscientifica.com/view/journals/eor/3/10/2058-5241.3.170049.xml>
2. Poggiali P, Nogueira FCS, Nogueira MPDM. Manejo da fratura supracondiliana do úmero na criança. Rev Bras Ortop [Internet]. 2022 Feb 23;57(01):023–32. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0040-1709734>
3. Shenoy PM, Islam A, Puri R. Current Management of Paediatric Supracondylar Fractures of the Humerus. Cureus [Internet]. 2020 May 15;12(5). Available from: <https://www.cureus.com/articles/28278-current-management-of-paediatric-supracondylar-fractures-of-the-humerus>
4. Zheng JL, CORTICES. Pediatric Floating Elbows ... What Is All the Fuss About? A Multicenter Perspective. J Pediatr Orthop [Internet]. 2024 Mar 1;44(3):e232–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38098296>
5. Holt JB, Glass NA, Shah AS. Understanding the Epidemiology of Pediatric Supracondylar Humeral Fractures in the United States: Identifying Opportunities for Intervention. J Pediatr Orthop [Internet]. 2018 May;38(5):e245–51. Available from: <https://journals.lww.com/01241398-201805000-00002>
6. De Boeck H, Van Isacker T. Fracturas del extremo distal del húmero en la edad pediátrica. EMC - Apar Locomot [Internet]. 2007;40(2):1–10. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1286-935X\(07\)70956-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1286-935X(07)70956-5)
7. Traumacito. [El húmero distal está compuesto por dos columnas, una columna medial y otra lateral que están conectadas por la tróclea]. X (antes Twitter) [Internet]. 2 de junio de 2023. Disponible en: [Internet]. Available from: <https://x.com/traumacito/status/1664306840870481922>
8. Sabharwal S, Margalit A, Swarup I, Sabharwal S. The Pulseless Supracondylar Elbow Fracture: A Rational Approach. Indian J Orthop [Internet]. 2021 Feb 13;55(1):47–54. Available from: <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00273-6>
9. Kumar V. Fracture Supracondylar Humerus: A Review. J Clin DIAGNOSTIC Res [Internet]. 2016;10(12):1–6. Available from: [http://jcdr.net/article\\_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=12&page=RE01&issn=0973-709x&id=8942](http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=12&page=RE01&issn=0973-709x&id=8942)
10. Gartland J. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obs. 1959;(109):145–54.

11. Wilkins K. Supracondylar fractures of the distal humerus. In: Rockwood CJ, Wilkins K, Beaty Jhe, editors. *Rockwood and Wilkins' Fractures in Children*. 4<sup>a</sup>. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven; 1996. p. 671–746.
12. Leitch KK, Kay RM, Femino JD, Tolo VT, Storer SK, Skaggs DL. Treatment of Multidirectionally Unstable Supracondylar Humerus Fractures in Children. *J Bone Jt Surg [Internet]*. 2006 May;88(5):980–5. Available from: <http://journals.lww.com/00004623-200605000-00008>
13. Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications In Brief: The Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures. *Clin Orthop Relat Res [Internet]*. 2015 Feb;473(2):738–41. Available from: <https://journals.lww.com/00003086-201502000-00057>
14. Duffy S, Flannery O, Gelfer Y, Monsell F. Overview of the contemporary management of supracondylar humeral fractures in children. *Eur J Orthop Surg Traumatol [Internet]*. 2021;31(5):871–81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00590-021-02932-2>
15. Saeed W, Waseem M. Elbow Fractures Overview [Internet]. StatPearls. 2025. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30225771>
16. Hope N, Varacallo MA. Supracondylar Humerus Fractures [Internet]. StatPearls. 2025. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560933/>
17. Rueda-Paez Y, Manrique-Hernández E, Guzmán-Vargas R, Abril-Gaona C, Mancilla-Agudelo J, Pinto-Caceres L. Caracterización de las fracturas supracondíleas del húmero en niños que requirieron manejo quirúrgico en un hospital de Santander, Colombia. *MedUNAB [Internet]*. 2023;26:30–9. Available from: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/4581>
18. Liebs TR, Burgard M, Kaiser N, Slongo T, Berger S, Ryser B, et al. Health-related quality of life after paediatric supracondylar humeral fractures. *Bone Jt J*. 2020;102(6):755–65.
19. Clínica Universidad de Navarra. Maniobra de Froment. Pamplona [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 15]. Available from: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/maniobra-froment>
20. UC F de M. Maniobra de Froment. [Internet]. 2018. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=VH6oGuKlvEk>
21. Schünke M, Schulte E SU. 5<sup>a</sup> ed. T 1. SGTV. Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. In: Prometheus: Texto y Atlas de Anatomía. Editorial Médica Panamericana; 2021. p. 399–401.
22. García Valverde T, Escribano Arranz C, Roquet Jalmar Saus M, González Pan A, Cortés Vela J. Cómo identificar las fracturas de codo en pediatría. SERAM [Internet]. 2022;1(1). Available from: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9193>

23. Kitta MI, Ismiarto YD, Saleh RM, Sakti M, Abidin MA, Putra LT. Analysis of radiological alignment and functional outcomes of pediatric patients after surgery with displaced supracondylar humerus fracture: A cross-sectional study. *Int J Surg Open* [Internet]. 2020;24:136–42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2020.05.011>
24. Peña Cardona CJ, Medina Madrid LM, Trujillo González CI, Peña López A de J, González González V. Actualización en fracturas supracondíleas del codo en la infancia. *Med UPB* [Internet]. 2020;39(1):57–70. Available from: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/medicina/article/view/429>
25. Iorio C, Crostelli M, Mazza O, Rota P, Polito V, Perugia D. Conservative versus surgical treatment of Gartland type 2 supracondylar humeral fractures: What can help us choosing? *J Orthop* [Internet]. 2019 Jan;16(1):31–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jor.2018.12.001>
26. La-o Lafai I, Bazán-Quintana M, Rodríguez-Reyes O, Cedeño-Gomes L. Tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en niños con fijación interna percutánea versus reducción sin fijación interna. 2021;35(5):394–8.
27. Gómez Palacio VE, Gil-albarova J, Herrera A. Revisión y actualización del tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en la. *Rev Espaola Ciruga Osteoartic*. 2013;48(255):110–22.
28. Julio Requeiro Molina J, María Machado Consuegra A, Kautets Pardiñas de León L, Alonso Leiva L, María Morejón Fernández J, María Requeiro Molina G. Desrotación interfragmentaria y reducción por vía percutánea de la fractura supracondílea de húmero desplazada Interphragmental debridement and percutaneous reduction of displaced humeral supracondylar fracture. 2018;
29. Kropelnicki A, Ali AM, Popat R, Sarraf KM. Paediatric supracondylar humerus fractures. *Br J Hosp Med (Lond)* [Internet]. 2019 Jun 2;80(6):312–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31180787>
30. Zhao H, Xu S, Liu G, Zhao J, Wu S, Peng L. Comparison of lateral entry and crossed entry pinning for pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2021 Jun 9;16(1):366. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34107972>
31. BOASt. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. 2020.
32. Heydarpour P, Khoshkish S, Abtahi S, Moradi-Lakeh M, Sahraian MA. Multiple Sclerosis Epidemiology in Middle East and North Africa: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology* [Internet]. 2015;44(4):232–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26088327>
33. Booker M, Sumandea F, Pandya N, Swarup I. Nonoperative Management of Gartland Type II Supracondylar Humeral Fractures: A Comprehensive Review. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2025 Jan 7;18(2):48–53.

Available from: <https://doi.org/10.1007/s12178-024-09937-4>

34. Alayed Y, Alrashedan BS, Almisfer SK, Aldossari AM. Impact of Preoperative Neuropraxia on Surgical Duration Following Pediatric Supracondylar Fracture of the Humerus: A Retrospective Cohort Study. *J Brachial Plex Peripher Nerve Inj* [Internet]. 2023 Jan 3;18(01):e27–31. Available from: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0043-1771012>
35. Molina Mata M. Trabajo De Fin De Grado: Complicaciones De Las Fracturas Supracondíleas Del Húmero En La Infancia María Molina Mata 6º Curso, Facultad Medicina. 2020;
36. Pilla NI, Rinaldi J, Hatch M, Hennrikus W. Epidemiological Analysis of Displaced Supracondylar Fractures. 2020;12(4).
37. Canales Zamora O, Mora Ríos F, Mejía Rohenes L, Anaya Morales A, González Gijón O, López Hernández J. Complicaciones de fracturas supracondíleas humerales en niños. 2020;34(2):91–5.
38. Flynn J, Matthews J, Benoit R. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Jt Surg Am*. 1974;56(2):263–72.
39. Muslu O, Cengiz T, Aydin Şimşek Ş, Yurtbay A, Keskin D. Radiological and Clinical Outcomes of Pediatric Patients With a Supracondylar Humerus Fracture Surgically Treated With Closed Reduction and Percutaneous Pinning. *Cureus* [Internet]. 2023 Nov 24;15(11). Available from: <https://www.cureus.com/articles/203917-radiological-and-clinical-outcomes-of-pediatric-patients-with-a-supracondylar-humerus-fracture-surgically-treated-with-closed-reduction-and-percutaneous-pinning>
40. Umur FL, Aydin M, Surucu S. Comparison of conservative and surgical treatment in Gartland Type IIB fractures in pediatric patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* [Internet]. 2021 Oct;25(20):6271–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34730206>
41. Rutarama A, Firth G. Assessment of elbow functional outcome after closed reduction and percutaneous pinning of displaced supracondylar humerus fractures in children. *SA Orthop J* [Internet]. 2019;18(4):14–9. Available from: <http://ref.scielo.org/gbvsmj>
42. Yap R, Bommireddy L, Firth A, Marson B, Price K, Lawniczak D. Immobilisation in a collar and cuff with high elbow flexion is a safe and effective treatment option to reduce and immobilise Gartland type II supracondylar fractures. *Ann R Coll Surg Engl* [Internet]. 2025 Apr;107(4):262–7. Available from: <https://publishing.rcseng.ac.uk/doi/10.1308/rcsann.2024.0071>
43. Samaila EM, Auregli L, Pezzè L, Colò G, Magnan B. Medium-term clinical results in the treatment of supracondylar humeral fractures in children: does the surgical approach impact outcomes? *J Orthop Traumatol* [Internet]. 2024 Sep 11;25(1):43. Available from: <https://doi.org/10.1186/s10195-024-00781-3>

44. Ariyawatkul T, Eamsobhan P, Kaewpornsawan K. The necessity of fixation in Gartland type 2 supracondylar fracture of the distal humerus in children (modified Gartland type 2A and 2B). *J Pediatr Orthop B*. 2016;25(2):159–164.
45. Castillo de Juan, JAvier; Arroyo-Blazquez, Maitane; Alcalde-Odriozola E. Valoración radiográfica de las lesiones traumática en el codo pediátrico. Soc española Radiol medica [Internet]. 2015;1:1–31. Available from: [www.seram.es](http://www.seram.es)