



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

**“Deformidades angulares en fracturas supracondíleas de húmero distal asociadas al tratamiento en pacientes pediátricos de Enero de 2016 a Enero de 2021”**

## **TESIS**

PARA OBTENER POR EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA**

PRESENTA:

**DR. VILLAMIZAR LÓPEZ CARLOS JOSÉ**

TUTOR DE TESIS:

**DR. MIRANDA GOMEZ DAVID GERARDO**

CIUDAD DE MÉXICO OCTUBRE 2021

HJM 114/21- R



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## HOJA DE AUTORIZACIÓN

---

DRA. ERIKA GÓMEZ ZAMORA

SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL JUÁREZ DE  
MEXICO

---

DR. EFRAIN SOSA DURAN

JEFE DE POSGRADO DEL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO

---

DR. SERGIO GÓMEZ LLATA GARCÍA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ORTOPEDIA TRAUMATOLOGÍA DEL HOSPITAL  
JUÁREZ DE MÉXICO

---

DR. DAVID GERARDO MIRANDA GÓMEZ

JEFE DE SERVICIO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA DEL HOSPITAL JUÁREZ DE  
MÉXICO Y ASESOR DE TESIS

## CONTENIDO

- DEDICATORIA	3
- AGRADECIMIENTOS	4
- INTRODUCCIÓN	5
○ ANATOMÍA DEL CODO	5
▪ ESTABILIZADORES DEL CODO	
▪ CINEMÁTICA	
○ NÚCLEOS DE OSIFICACIÓN	9
○ MEDICIONES RADIOGRÁFICAS DE CODO	10
○ FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HUMERO	16
▪ MECANISMO DE LESIÓN	17
▪ CLASIFICACIÓN	17
▪ DIAGNÓSTICO	20
▪ SIGNOS RADIOGRÁFICOS	21
▪ TRATAMIENTO	21
• TRATAMIENTO DE FRACTURAS NO DESPLAZADAS	
• TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DESPLAZADAS	
○ REDUCCIÓN CERRADA	
○ ENCLAVADO PERCUTÁNEO	
○ INMOVILIZACIÓN CON APARATO DE YESO	
○ REDUCCIÓN ABIERTA	
○ CONFIGURACIÓN DE LOS PINES	
○ TIEMPO DE CIRUGÍA	
○ RETIRO DE CLAVILLOS	
▪ COMPLICACIONES	29
• CUBITO VARO Y CUBITO VALGO	
○ EPIDEMIOLOGIA	
○ FISIOPATOLOGÍA	
○ CUBITO VARO	
▪ TRATAMIENTO CONSERVADOR	
▪ TRATAMIENTO QUIRÚRGICO	
○ CUBITO VALGO	
- JUSTIFICACIÓN	35
- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	36
- HIPÓTESIS	36
- OBJETIVOS	
- METODOLOGÍA	36
- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
- RECURSOS	39
- ASPECTOS ÉTICOS	39
- ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD	39
- RESULTADOS	41
- DISCUSIÓN	46
- CONCLUSIONES	47
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

## **DEDICATORIA**

**A mi madre (María del Refugio López Sánchez quien con su ejemplo y esfuerzo me han permitido cumplir mis objetivos gracias a sus valores, conocimientos, experiencia y cariño y apoyo para poder culminar esta especialidad.**

**A mi hermano Darwin que ha sido siempre un estímulo para crecer, y no darse por vencido a pesar de las dificultades que se encuentran en el camino.**

**A mi prometida Liz gracias por estar para apoyarme y levantarme cada ocasión que hubo caídas levantarse con mas fuerza y seguir.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis maestros el Dr. Sergio Gómez Llata García quien con sus conocimientos, disciplina, rectitud y empatía fomento en mi en gran medida el sentido de responsabilidad, así como el deber ser.**

**A mis maestros de especialidad que cada uno con sus diferentes métodos tuvieron a bien transmitir conocimientos, técnicas y experiencias en cada uno de los campos de la especialidad y llevar a cabo el ejercicio de la misma de la forma adecuada.**

**Al Hospital Juárez de México que me permitió realizar mi especialidad, así como cada una de las personas que ahí laboran y con las cuales tuve el placer de trabajar y dar el máximo día a día para ser los mejores.**

**¡Gracias!**

# INTRODUCCIÓN

## ANATOMÍA DEL CODO

### EL CODO

Las Estructuras óseas que componen la articulación del codo son el húmero distal, radio y cúbito proximal, comprende 3 articulaciones que comparten una cavidad sinovial común la húmerocubital, radiohumeral y radiocubital.<sup>1</sup>

### TRES ARTICULACIONES:

a. Una zona medial. Es una trocleartrosis entre la tróclea humeral y la cavidad sigmoidea mayor del cúbito. La flexoextensión es el único movimiento de esta zona.

b. La zona lateral es una condiloartrosis entre el cóndilo del húmero y la cabeza del radio. En esta articulación se producen los movimientos de flexión, extensión y rotación. El primer movimiento es simultáneo con la zona medial; el segundo puede ser independiente.

c. La zona intermedia es una trocoide entre la cavidad sigmoidea menor del cúbito y la cabeza radial. El movimiento de pronación-supinación se produce en esta región en forma sincrónica con la articulación radio cubital inferior.<sup>2</sup>

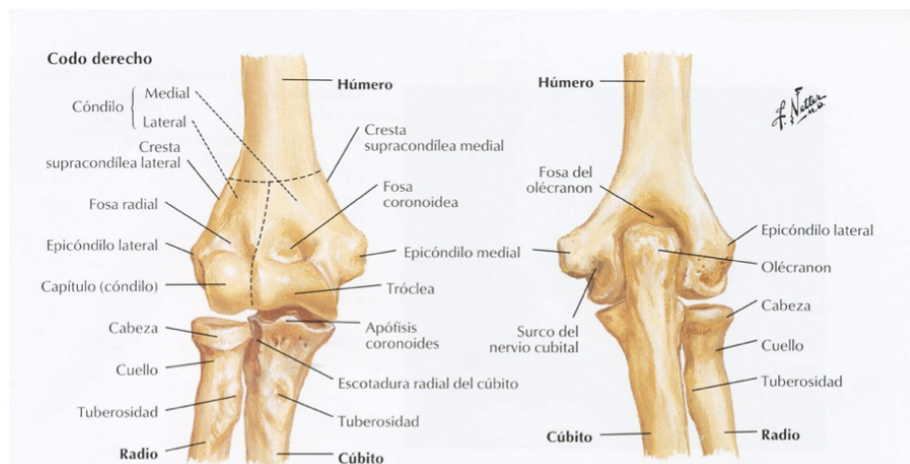


Figura 1. Anatomía del codo. Tomado de Gray, Anatomía para estudiantes (p. xxx), por R. L. Drake, 2020, España, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

### ESTABILIZADORES DEL CODO

La membrana fibrosa de la cápsula articular envuelve la membrana sinovial rodea la articulación y se inserta en el epicóndilo medial y en los bordes de las fosas olecraniana, coronoidea y radial del húmero. También se inserta en la apófisis coronoideas y en el olécranon del cubito. En la cara lateral el borde libre inferior de la cápsula articular rodea al cuello del radio desde una inserción anterior en la apófisis coronoideas del cúbito hasta una posterior en la base del olécranon.

La membrana fibrosa de la cápsula articular se engruesa en la zona medial y lateral para formar los ligamentos colaterales radial y cubital que ayudan a los movimientos de flexión y extensión del codo:

La superficie externa de la cápsula articular se refuerza en la zona lateral donde rodea la cabeza del radio formando el ligamento anular del radio que se fusiona con la membrana fibrosa de la cápsula articular, este también se fusiona con el ligamento colateral radial.<sup>3</sup>

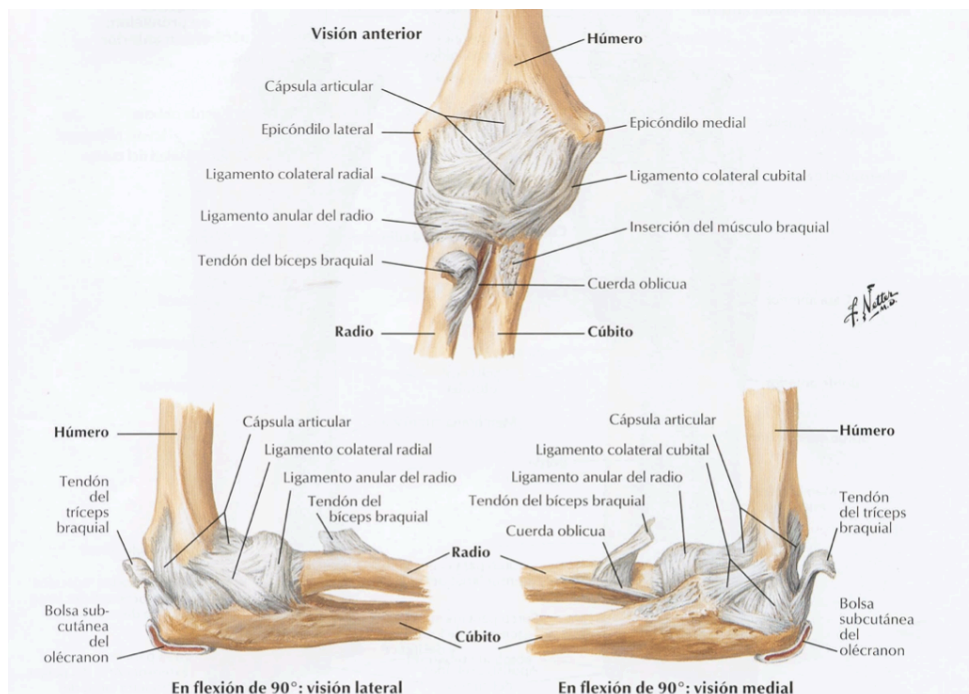


Figura 2. Anatomía del codo. Tomado de Gray, Anatomía para estudiantes (p. xxx), por R. L. Drake, 2020, España, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

## LIGAMENTOS

### COMPLEJO COLATERAL MEDIAL

Se origina en la zona medial inferior del epicóndilo medial y se dirige distalmente adoptando una forma de abanico se distinguen 3 fascículos:

1. Fascículo anterior, el más importante clínicamente se inserta en la cápsula anterior y la cara interna de la apófisis coronoides puesto que está situado debajo del eje de rotación se encuentra en tensión tanto en flexión como extensión.
2. Fascículo posterior o de Bardinnet. Se inserta en la cara interna de la escotadura troclear. Sobre él descansa el nervio cubital. Debido a que está situado debajo y posterior al eje de rotación, el ligamento se tensa en flexión.
3. Fascículo transverso de Cooper. Su papel funcional es dudoso puesto que sus fibras cruzan el borde medial de la escotadura troclear desde la apófisis coronoides al olécranon.



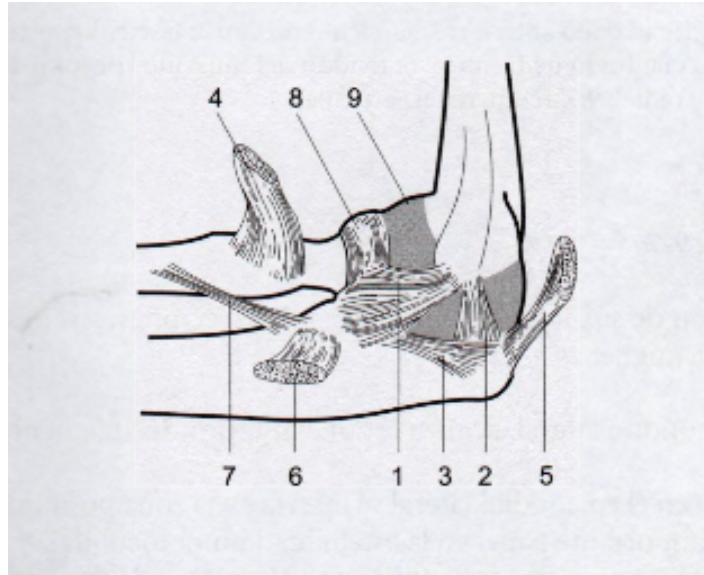


Figura 3. Complejo Colateral medial. 1: fascículo anterior; 2: fascículo posterior o de Bardinet; 3: fascículo transverso o de Cooper; 4: tendón del bíceps braquial; 5: tendón del tríceps braquial; 6: tendón del músculo braquial anterior; 7: cuerda oblicua; 8: ligamento anular; 9: cápsula articular. Tomado de Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. (p. xxx), por P. Golano, 2000, España, Springer. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

## COMPLEJO COLATERAL LATERAL

**Debido a la difícil individualización de los fascículos durante las disecciones se distinguen:**

1. Fascículo anterior. Desde el epicóndilo lateral alcanza la zona anterior del ligamento anular en el que se inserta.
2. Fascículo medio. Desde su origen en el epicóndilo lateral se inserta en la zona posterior del ligamento anular importante papel en la estabilidad húmerocubital.
3. Fascículo posterior. Mismo origen que los anteriores se inserta en la cresta del supinador es un estabilizador accesorio.
4. Ligamento anular. Origen en los márgenes de la escotadura radial forma 4/5 partes del margen del anillo osteofibroso del trochus radiocubital proximal su cara interna se halla cubierta de cartílago hialino para articularse con la circunferencia radial. Estabilizador de la cabeza de radio.
5. Ligamento cuadrado de Denucé. Banda fibrosa que se extiende desde el borde inferior de la escotadura radial al cuello del radio. Participa de forma accesorio en la estabilidad de la articulación radiocubital proximal, su porción anterior se tensa en supinación y la posterior en pronación.

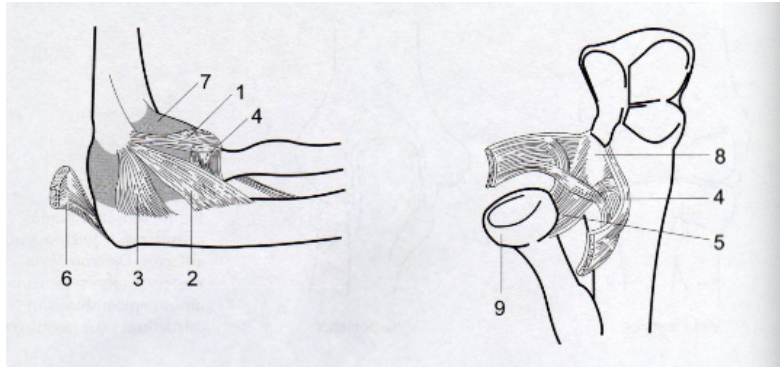


Figura 4. Complejo Colateral lateral. 1: fascículo anterior; 2: fascículo medio; 3: fascículo posterior; 4: ligamento anular; 5: ligamento cuadrado de Denucé; 6: tendón del músculo tríceps braquial; 7: cápsula articular; 8: escotadura radial; 9: circunferencia articular. Tomado de Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. (p. xxx), por P. Golano, 2000, España, Springer. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

## CINEMÁTICA

Flexoextensión se lleva a cabo por la articulación húmerocubital y húmerorradial. Rango de movimiento 0° de extensión y 140-146° en flexión y hasta 160° de flexión pasiva.

El eje de movimiento discurre por el centro de la superficie articular troclear y que emerge por el centro del cóndilo humeral. Puesto que las superficies articulares no están orientadas formando ángulo recto con el eje diafisario, sino que se hallan en valgo, el eje de flexoextensión se orienta oblicuamente, con su eje medial situado ligeramente por debajo del lateral.

Debido a la forma helicoidal de la superficie troclear y el eje longitudinal del húmero forma con respecto al eje longitudinal del cúbito con el codo en extensión y antebrazo en supinación forma un ángulo obtuso abierto hacia afuera que se denomina valgo fisiológico y en adultos este ángulo es de 10-15°.

## LOS MOVIMIENTOS DE FLEXIÓN SE ENCUENTRAN LIMITADOS POR LOS SIGUIENTES FACTORES:

Contacto entre las masas musculares braquiales y antebraquiales como consecuencia de su contracción en la flexión activa.

- El choque óseo entre la cabeza radial y la coronoides con los fondos de sus respectivas fosas de alojamiento.
- La tensión de la cápsula posterior y los fascículos posteriores de los ligamentos
- La tensión pasiva del tríceps braquial.

## **LOS MOVIMIENTOS DE EXTENSIÓN SE HALLAN LIMITADOS POR LOS SIGUIENTES FACTORES**

- El contacto del pico del olécranon con el fondo de la fosa olecraniana.
- La tensión de la cápsula anterior y la tensión de los fascículos anteriores de los ligamentos colaterales
- La tensión pasiva de los músculos flexores

## **MOVIMIENTOS DE PRONOSUPINACIÓN**

Con el codo a 90° de flexión se realiza pronación como movimiento de rotación medial que sitúa el pulgar hacia adentro y la palma de la mano hacia abajo, la supinación lleva el pulgar hacia afuera y la palma hacia arriba.

La pronosupinación tiene un rango de 160-170° con pronación de 80° y supinación de 85°.

## **CINÉTICA**

Los movimientos de flexoextensión y pronosupinación son realizados gracias a los músculos que rodean la articulación del codo.

## **MÚSCULOS FLEXORES**

La flexión se realiza por la acción de 3 músculos, el braquial anterior, el bíceps braquial y el braquirradial o supinador largo. El braquial anterior se origina en la cara lateral y medial del tercio inferior del húmero y se inserta en la cara anterior del cúbito. El bíceps braquial se origina en el tubérculo supraglenoideo de la escápula a través de su porción larga y de la coracoides se inserta en la tuberosidad bicipital del radio produce flexión su contracción cuando el antebrazo se encuentra en neutro y supinación. El braquirradial se origina en el tercio distal del borde lateral del húmero y se inserta en la cara lateral de la apófisis estiloides radial, actúa como estabilizador cuando el antebrazo es móvil y fundamentalmente como flexor cuando se halla fijo.

## **MÚSCULOS EXTENSORES**

El extensor primario es el tríceps braquial. Compuesto en su origen por 3 cabezas la larga en el tubérculo infraglenoideo de la escápula y la lateral y medial que se originan en la cara posterior del húmero y dan lugar a un tendón que se inserta en la apófisis olecraniana del cúbito. Estudios electromiográficos demuestran que la cabeza medial actúa como extensor primario las otras actúan en fase de reserva. Otro músculo extensor es el ancóneo que regula el movimiento de extensión y con función estabilizadora del codo.<sup>4</sup>

## **NÚCLEOS DE OSIFICACIÓN**

Para entender los tipos de fractura del húmero distal y sus consecuencias interesa saber que la osificación de esta región tiene lugar secuencialmente con el siguiente orden: (figura 5)

1. Cóndilo lateral 6 meses- 2 años de edad

2. Cabeza radial 2-4 años de edad
3. Epicóndilo medial 4- 7 años
4. Cóndilo medial 7-9 años
5. Olécranon 8-10 años
6. Epicóndilo lateral 10-12 años<sup>5</sup>

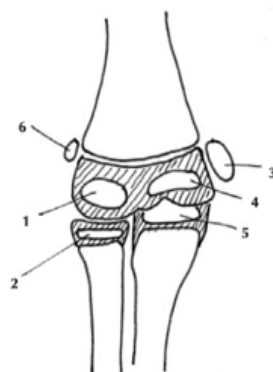


Figura 5. Núcleos de osificación. Tomado de Traumatismos de cintura escapular y miembro superior. (p. xxx), por J. De Pablos, 2010, España, Ergón. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

## MEDICIONES RADIOGRÁFICAS DE CODO

### Angulo húmero-codo-muñeca de Oppenheim

Este se determina en la placa Anteroposterior con el codo en completa extensión y supinación, el ángulo se mide entre el eje de la diáfisis humeral y el eje del antebrazo, el eje del antebrazo está determinado por los puntos medios de 2 líneas perpendiculares al cúbito y radio.<sup>6</sup>

Humerus–elbow–wrist angle of Oppenheim	
• Mean value:	10°
• Cubitus varus:	< 5°
• Cubitus valgus:	> 15°

Cuadro 1. Ángulo Húmero-codo-muñeca. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

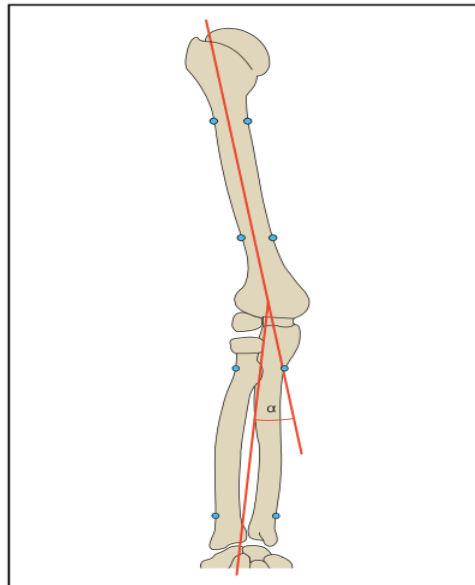


Figura 6. Medición del ángulo húmero-codo-muñeca. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## ÁNGULO DE LA PALETA HUMERAL (ÁNGULO CÓNDILO HUMERAL O HÚMERO TROCLEAR)

Se denomina así al extremo distal del húmero que está aplanado en sentido anteroposterior y cuyo eje longitudinal presenta un ángulo en sentido ventral, es decir anteversión. Formado por una línea que prolonga de forma distal el eje de la diáfisis con el eje longitudinal de la paleta humeral debe medir aproximadamente 45°. En la radiografía lateral se aprecia una imagen en 8 en el extremo distal que corresponde a la fosa olecraniana y a la apófisis coronoides también se conoce como imagen en gota o lágrima de codo.



Figura 7. Ángulo de la paleta humeral, línea coronoides. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

En el niño la cortical ventral de la diáfisis del húmero al prolongarse en forma distal hasta el capitellum mediante la línea humeral anterior debe pasar la superficie articular del húmero en el tercio medio, a través de una línea perpendicular a la línea humeral anterior de la anchura del capitellum que se divide en tercio a línea debe pasar en el tercio medio.



Figura 8. Paleta húmeral del niño. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## CUBITO VALGO FISIOLÓGICO

También conocido como ángulo braquial, es un valgo a nivel del codo formado por la intersección del eje diafisario del húmero con el eje diafisario del cúbito. Cuyo valor es de  $170^{\circ}$  en varones y de  $160^{\circ}$  en mujeres, cuando disminuye a  $180^{\circ}$  se le denomina cúbito recto y cuando se hace negativo se denomina cúbito varo.



Figura 9. Cúbito valgo fisiológico. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## ÁNGULO DE ACARREO

Este ángulo del codo es complementario y está formado por la intersección del eje longitudinal del húmero con el eje del cúbito, con el hombro en completa rotación lateral, extensión completa del codo, así como supinación.

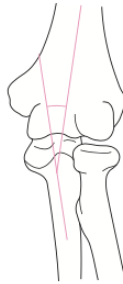


Figura 10. Ángulo de acarreo. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Autor	Sexo	Media	Rango
Baumann	Mujeres	15°	2 a 26
	Varones	11°	2 a 21
Smith	Mujeres	6.1°	0 a 12
	Varones	5.4°	
Keats	Mujeres	13°	2 a 22
	Varones	11°	2 a 26

Cuadro 2. Ángulo de del acarreo. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## ÁNGULO HUMERAL

Se forma por la intersección del eje diafisario del húmero con una horizontal, que pasa en forma tangencial a los puntos más distales de las superficies articulares de la tróclea y del capitellum.

Con valores normales de 77-95° para varones promedio de 85° y de 72-91° para mujeres promedio de 84°.

## ÁNGULO CUBITAL

Angulo formado por la intersección de la línea horizontal que pasa en forma tangencial a los puntos más distales de las superficies articulares de la tróclea y el capitellum con el eje del

cúbito con valores de 74-99 en varones promedio de 84 y de 72-93° en mujeres con promedio de 84°.

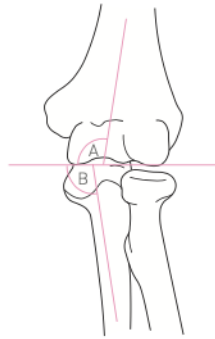


Figura 11. Ángulo Humeral y cubital. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## ÁNGULO DE BAUMANN

Está formado por la intersección del eje longitudinal del húmero con una línea que pasa por el cartílago de crecimiento del cóndilo lateral del húmero. Su medición es útil en fracturas supracondíleas del húmero cuando no es posible realizar la extensión completa del codo y la deformidad en varo o valgo no puede ser detectada por el ángulo de acarreo.

Un método muy conocido para la medición de este ángulo consiste en trazar el eje diafisario del húmero a continuación se traza otra línea que pase por la fisis del capitellum y después se traza una línea perpendicular al eje diafisario del húmero. El ángulo se forma con la intersección de estas últimas 2 líneas.

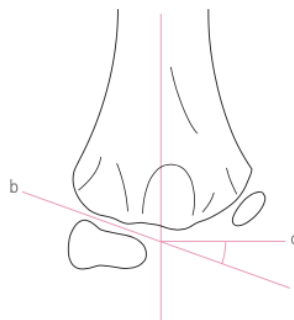


Figura 12. Ángulo de Baumann. Tomado de Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology (p. xxx), por S. Waldt, 2011, Alemania, Thieme Medical Publishers. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

El valor normal de dicho ángulo es de 20°. Debe hacerse una medición comparativa con el codo sano. El ángulo de baumann disminuye en las fracturas supracondíleas con angulación en varo y aumenta cuando hay angulación en valgo.<sup>7</sup>



## PROYECCIÓN DE JONES

Es de utilidad para valorar la reducción de las fracturas supracondíleas. Se realiza con una radiografía con el codo en flexión completa y el antebrazo en pronación completa. El haz de rayos debe inclinarse a 30° de la vertical. Con esta proyección se determina la presencia o ausencia de angulación ya que mide la angulación del extremo distal con el eje longitudinal de la diáfisis. Se realiza una radiografía del codo sano y se compara en ambos ángulos cualquier desviación mayor a 5° respecto al lado sano puede significar que la reducción es inadecuada.<sup>6</sup>

## FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO

Son el tipo de fracturas mas frecuentes en el codo de niños y adolescentes, suponen entre el 50-70% de las fracturas de codo y se observan más comúnmente en niños entre 3 y 10 años. Las carillas articulares del húmero distal se encuentran unidas a el mediante 2 columnas una lateral y otra medial, las cuales se encuentran separadas entre ellas por un área delgada de hueso que corresponde a la fosa coronoidea anteriormente y la fosa del olécranon posteriormente. Esta área delgada es la zona más débil y es donde se originan las fracturas supracondíleas. Cuando se realiza hiperextensión el olécranon actúa como un fulcro a través de la cual una fuerza de extensión puede propagarse por medio de la columna medial y lateral. De forma similar una fuerza aplicada de forma posterior al codo en flexión puede originar una fractura a nivel de la fosa del olécranon.

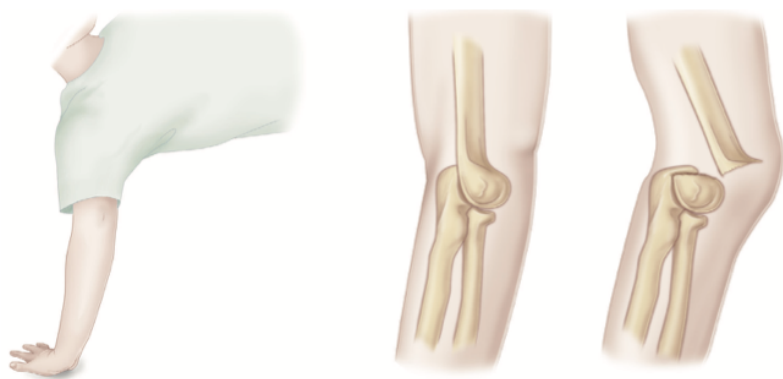


Figura 13. Fractura supracondílea en extensión. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

La arquitectura del húmero distal es responsable de la frecuencia de fracturas supracondíleas y también su anatomía en cuanto a los tejidos blandos puede producir resultados devastadores. Anteriormente la arteria braquial y el nervio mediano atraviesa la fosa antecubital. Lateralmente el nervio radial cruza de posterior a anterior debajo de la fosa del olécranon. El nervio cubital pasa por detrás del epicóndilo medial.

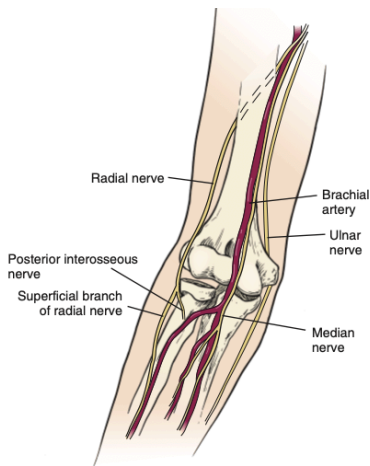


Figura 14. Anatomía neurovascular de codo. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

En las fracturas supracondíleas en extensión el musculo braquial anterior protege las estructuras neurovasculares anteriores de lesión, aunque en fracturas severamente desplazadas el fragmento proximal puede perforar el braquial anterior y lesionar alguna estructura. Los vasos y el nervio mediano pueden quedar atrapado y comprimido entre los fragmentos.

## MECANISMO DE LESION

Son resultado de fuerzas de flexión o extensión en el humero distal. Y como resultado de una caída con la mano extendida que ocasiona hiperextensión del codo. Este tipo de lesión constituye entre el 95% al 98% de las fracturas supracondíleas. Las fracturas en flexión son raras y ocurren entre un 2% al 5% el mecanismo constituye un golpe directo en la región posterior del codo en flexión que ocasiona un desplazamiento anterior del fragmento distal.

## CLASIFICACIÓN

Comúnmente se clasifican en fracturas en flexión y extensión y posteriormente en el grado de desplazamiento esta clasificación fue descrita por Gartland en 1959:

Tipo I: fracturas no desplazadas o mínimamente desplazadas.

Tipo II: fracturas con angulación del fragmento distal con una cortical intacta.

Tipo III: fracturas completamente desplazadas con las 2 corticales fracturadas.

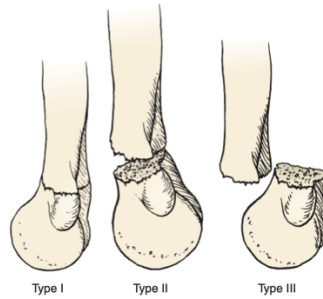


Figura 15. Clasificación de fracturas supracondíleas por extensión. Tipo I, la corteza anterior está rota. La corteza posterior se mantiene intacta y puede o no haber poca angulación del fragmento distal. Tipo II, la corteza anterior está fracturada y la corteza posterior se mantiene intacta. Sin embargo, la deformación plástica de la corteza posterior permite la angulación del fragmento distal. Tipo III, el fragmento distal es completamente desplazado posteriormente. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Wilkins subdivide la tipo III en relación al desplazamiento en el plano coronal del fragmento distal, las que presentan desplazamiento posterolateral aunque menos frecuente alcanzando solo el 25% de las fracturas supracondíleas en extensión son mayormente asociadas a lesiones neurovasculares, esto se debe a que el fragmento proximal se desplaza hacia medial y anterior donde se encuentra el paquete neurovascular.

En las fracturas en extensión el desplazamiento coronal nos ayuda a predecir la estabilidad de la lesión a la hora de la reducción.

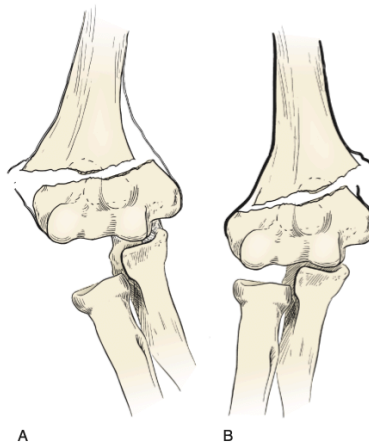


Figura 16. Fracturas desplazadas. A, posteromedial. B Posterolateral. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

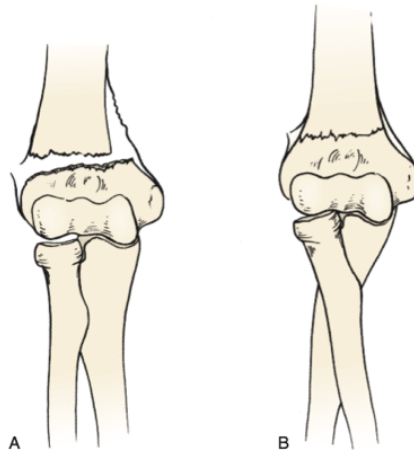


Figura 17. A, Desplazamiento posteromedial de fracturas supracondíleas. B, Reducción de la misma en pronación. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Mubarak y Davids subdividen las tipo I en IA; que consisten en fracturas realmente no desplazadas sin conminución, colapso o angulación y IB; caracterizadas por conminución o colapso de la columna media en el plano coronal y pueden tener hiperextensión media en el plano sagital, esto conlleva a la preocupación de que este mínimo desplazamiento en las IB puede llegar a presentar un resultado cosmético inaceptable particularmente en pacientes con codo en neutro o varo previo a la lesión.<sup>8</sup>

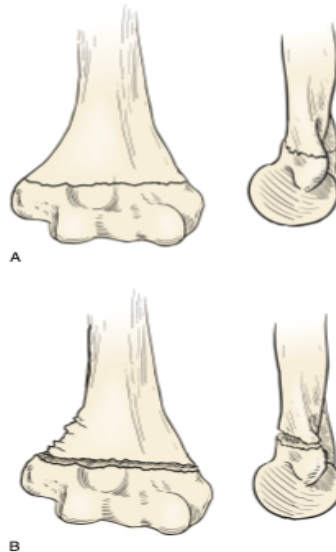


Figura 18. Fracturas supracondíleas. A: IA, B: IB. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## CLASIFICACIÓN AO/ OTA

Según la clasificación AO que es una clasificación numérica que va de menos a más en cuanto al grado de complejidad de la fractura se clasifica como:

1 Húmero

3 Tercio distal

M metafisis

3 Se trata del tipo de trazo

.1 trazo simple

.2 trazo multifragmentado

I No desplazado

II Incompleta con angulación anterior o posterior una cortical intacta

III Fracturas completas con contacto entre los bordes fracturarios

IV Fractura completa sin contacto entre bordes fracturarios y con componente rotacional. <sup>9</sup>

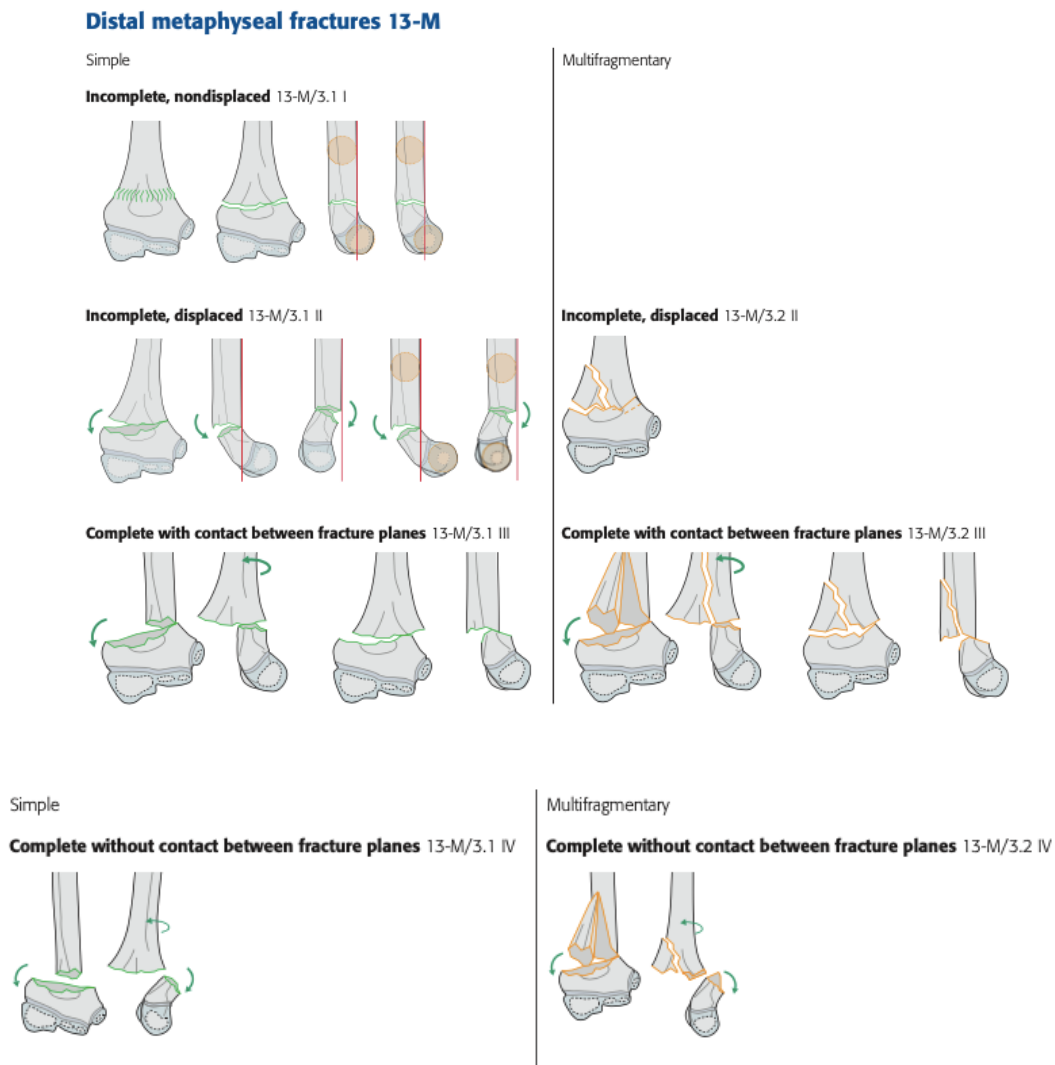


Figura 19. Clasificación alfanumérica de la Asociación de Osteosíntesis. Tomado de Fracture and dislocation classification compendium—2018 (p. xxx), por E. G. Meinberg, 2018.

## **DIAGNÓSTICO**

Las lesiones neurológicas se presentan hasta en el 10% a 15% de los pacientes. Una exploración neurológica completa de la función de la mano es difícil en niños menores sin embargo se realiza un esfuerzo gentil la mayoría de los niños mayores de 3 o 4 años cooperaran con 2 puntos de sensibilidad y examinación motora directa.

Aunque la exploración neurológica completa no es siempre posible se puede evaluar el estado vascular ya que es importante vigilar datos clínicos de desarrollo de síndrome compartimental. El signo más temprano es el dolor fuera de proporción con los signos clínicos, así como la presencia de dolor a la extensión pasiva de los dedos. Otro signo temprano es la presencia de un compartimento a tensión.

El diagnóstico de fractura supracondílea humeral mínimamente desplazada es difícil, si se observa al paciente cercano al inicio de la lesión, se puede observar únicamente una protuberancia mínima y puede ser difícil de diferenciar de fractura del cóndilo medial, del epicóndilo o cabeza radial mínimamente desplazada. Los signos más notables son una leve protuberancia, así como dolor en la región supracondílea.

## **SIGNOS RADIOGRÁFICOS**

Se necesita obtener una radiografía verdadera AP del codo y lateral del codo son necesarios buenas tomas para la correcta toma de decisiones.

En las radiografías se mide el ángulo de baumann y este debe corresponder a valores normales entre 8 y 28°. También existen otros parámetros importantes en la radiografía lateral, el signo de la almohadilla grasa debe hacer pensar al médico en una lesión en el codo.

El signo de la almohadilla grasa es una zona triangular de radiolucidez anterior a la diáfisis humeral distal esta se observa claramente.

El húmero distal en la radiografía lateral también se proyecta como lágrima o signo de reloj de arena el cual se encuentra formado por el núcleo de osificación del capitellum.

En las fracturas en extensión el ángulo húmero-capitelar disminuye y en las fracturas en flexión este se aumentará.

La línea humeral anterior la cual se traza paralelo a la cortical anterior debe pasar por el tercio medio del núcleo de osificación del capitellum, en niños menores a 4 años esta línea puede pasar un poco más anterior.

## **TRATAMIENTO**

El éxito en el tratamiento de las fracturas supracondíleas es evitar las catástrofes y minimizar las complicaciones como el cúbito varo o parálisis nerviosas iatrogénicas. Teniendo estos puntos en mente el tratamiento se enfocará en el manejo en la sala de urgencias, cuidado de las fracturas no desplazadas y tratamiento de las fracturas desplazadas.

### **Tratamiento de Urgencia**

Es importante que el niño y la extremidad afectada reciban los cuidados necesarios en lo que esperan el tratamiento definitivo. A menos que el paciente presente una mano isquémica o alto riesgo de exposición se debe inmovilizar con una férula. Si es posible las radiografías deben tomarse antes de colocar la férula. Si la extremidad llega isquémica se realizará el intento por alinear la fractura desde la sala de urgencias. Se realizará extendiendo el codo corrigiendo la deformidad en el plano coronal llevando el fragmento proximal hacia posterior y el distal anterior esta simple maniobra mejora la circulación de la mano.

En las fracturas en extensión la flexión del codo debe ser evitada ya que puede ocasionar más daños neurovasculares. El compromiso circulatorio debe siempre revisarse antes y después de colocar la férula. Los pacientes con fracturas expuestas deben recibir antibióticos y profilaxis antitetánica de inmediato y no deben consumir alimentos vía oral hasta que se tenga un plan de tratamiento definitivo.

### **TRATAMIENTO DE FRACTURAS NO DESPLAZADAS**

El tratamiento de estas lesiones es franco y no controversial, consistente en inmovilización con aparato de yeso largo (braqui-palmar) por 3 semanas. Inicialmente se trata con férula posterior, la posición del antebrazo es tema de gran especulación. Para las fracturas no desplazadas teóricamente no tiene ventaja la posición en pronación o supinación. Nosotros generalmente en estas lesiones inmovilizamos el antebrazo en neutro, se revalora al paciente entre 5 a 10 días de la lesión para retirar la férula. Se toma nuevo control radiográfico para corroborar que no ocurra desplazamiento y se coloca el aparato de yeso por 1 o 2 semanas más, se espera que exista algo de dolor y rigidez en el codo por 1 o 2 meses, se revisan los pacientes entre 6 a 8 semanas posterior al retiro de yeso para valorar los rangos de movilidad.

Existen algunos errores en el manejo de las fracturas no desplazadas, algunas veces el único signo radiográfico es la presencia de almohadilla grasa y frecuentemente después de 1-3 semanas la reacción perióstica se relaciona con curación, esto ocasiona una pequeña inquietud ya que se trata de una fractura estable.

Algo más inquietante es la posibilidad de un error en el diagnóstico de una infección oculta o un codo de niñera y no de una fractura supracondílea. Se debe tener cuidado en no inmovilizar el codo en más de 90° de flexión y preferir el uso de una férula posterior que un aparato de yeso. Los padres deben ser educados en cuanto a la importancia del control del edema y signos de aumento de presión, así como también se debe indicar el elevar la extremidad y el uso de cabestrillo. La extremidad debe de ser elevada con los dedos encima del codo y el codo a nivel del corazón durante las primeras 48 horas. Y se debe explicar al familiar que debe acudir a urgencias si el edema aumenta o el dolor aumenta de forma substancial.

### **TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS DESPLAZADAS**

Varios tipos de tratamiento se encuentran disponibles para las fracturas tipo II y III por definición todas estas fracturas requieren reducción. Ya sea de forma cerrada o abierta sino se puede realizar la reducción de forma cerrada se recomienda la reducción abierta, seguido de la fijación con clavillos.

## REDUCCIÓN CERRADA

Reducción de fracturas en extensión, bajo anestesia general el paciente es posicionado en la orilla de la mesa de cirugía con el antebrazo sobre una mesa radioluciente para valorar la reducción mediante intensificador de imágenes, algunos cirujanos optan por utilizar el intensificador de imágenes como mesa de cirugía. Un ayudante toma el húmero proximal firmemente para que otro traccione el fragmento distal, la tracción se debe realizar con una fuerza continua y con el codo en extensión completa, una vez que se realiza una adecuada tracción la deformidad en varo y valgo se corrige mientras se mantiene la tracción.

Mientras se mantiene la tracción con la mano no dominante el cirujano utiliza los dedos de la mano dominante para aplicar fuerza posterior al fragmento proximal, el pulgar se avanza a lo largo de la diáfisis humeral en un intento de ordeñar el fragmento distal, cuando se encuentra el pulgar en el olécranon se aplica una fuerza hacia anterior del fragmento distal mientras los dedos continúan empujando el fragmento proximal a posterior al mismo tiempo la mano no dominante flexiona el codo y prona el antebrazo para las fracturas con desplazamiento posteromedial y supina para los desplazamientos posterolaterales, posterior a ello se corrobora la reducción se toman radiografías tanto en AP como en lateral, cuando la fractura se encuentra reducida puede ser inmovilizada con un aparato de yeso, tracción o con clavillos percutáneos.

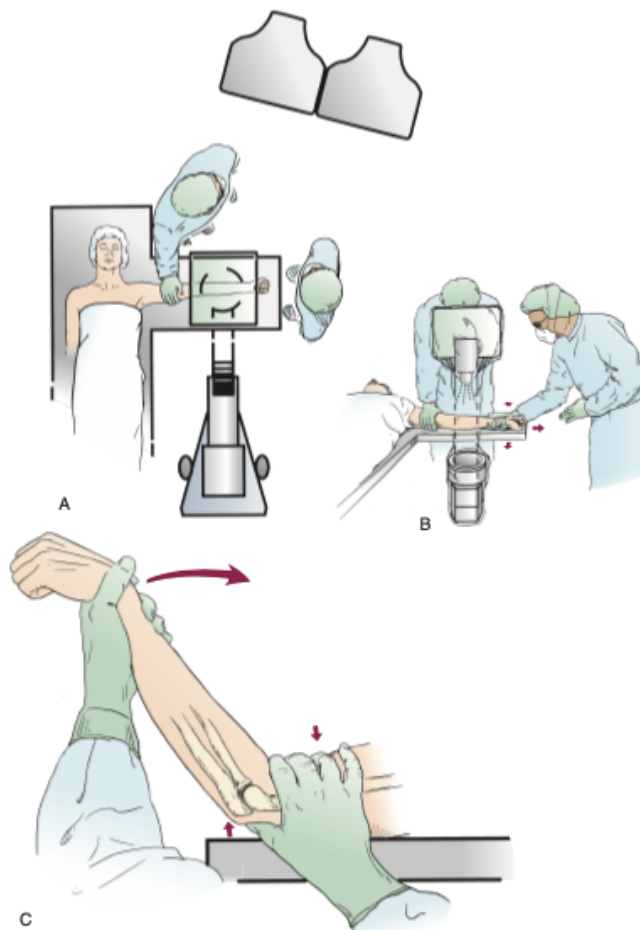




Figura 19. Técnica de reducción cerrada bajo control fluoroscópico. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Varias salvedades para realizar la reducción cerrada se deben mencionar, lo primero es que se debe realizar esfuerzos por evitar manipulaciones vigorosas y remanipulaciones ya que daña los tejidos blandos y provoca protuberancias. El manejo de las fracturas extremadamente inestables que están a menudo desplazadas a posterolateral. Durante la reducción cuando se realiza la hiperflexión ocasionalmente estas lesiones se desplazan en valgo y se requiere otro tipo de reducción la tracción y la fuerza aplicada directamente hacia posterior del fragmento proximal se mantiene inalterada sin embargo cuando el codo es flexionado se aplica una fuerza en varo y la flexión se detiene a los 90°. La reducción es confirmada y estabilizada con clavillos percutáneos.

Reducción en fracturas en flexión. La reducción cerrada es obtenida con tracción longitudinal y el codo en extensión, el fragmento distal es reducido con una fuerza posterior directa. Cualquier deformidad coronal es reducida y fijada con clavillos percutáneos, las fracturas muy desplazadas requieren reducción abierta.

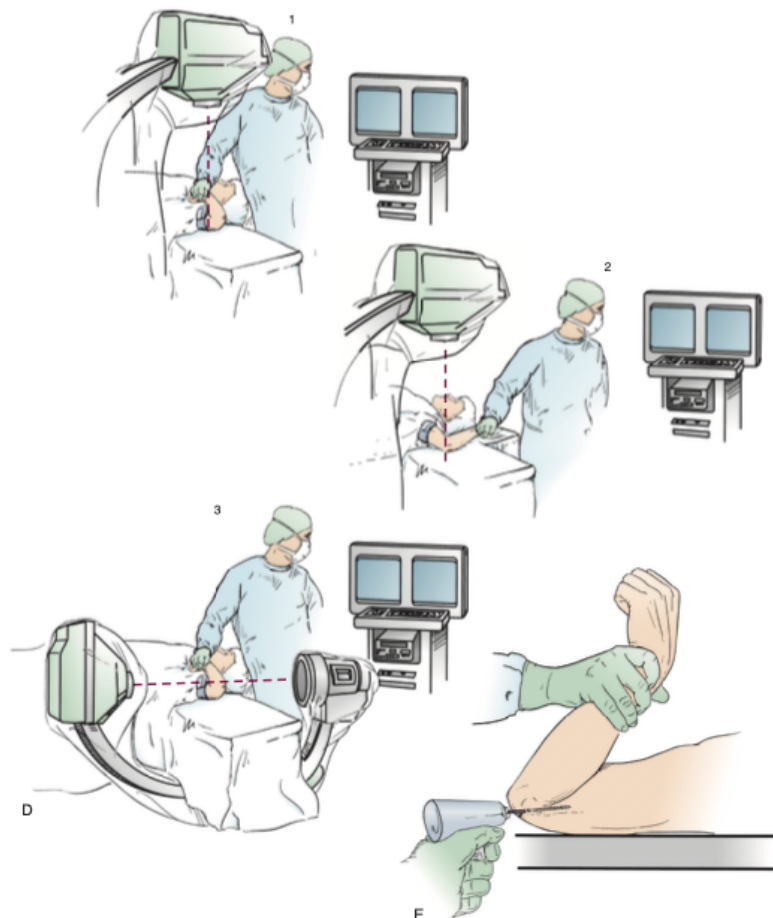


Figura 20. Técnica de fijación percutánea. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

## ENCLAVADO PERCUTÁNEO

El desarrollo del intensificador de imágenes así como el perforador automático han convertido la fijación en un procedimiento relativamente sencillo y es nuestra técnica preferida de inmovilización de fracturas supracondíleas desplazadas.

La técnica de enclavado percutáneo requiere la colocación de 2 o 3 clavillos K 0.062 de distal hacia proximal de forma cruzada o paralela. Nosotros usualmente colocamos el primer clavillo lateral si se van a colocar 2 clavillos laterales, el primero debe colocarse lo más cercano a la línea media posible y si solo se colocara uno lateral el punto de entrada es el centro del cóndilo lateral. Después de que el primer clavillo sea colocado, el segundo se coloca lateral en el centro de la columna lateral. Se debe tener especial cuidado de que los 2 clavillos no crucen la fractura al mismo nivel esto puede ocurrir cuando se colocan clavillos paralelos con técnica cerrada. Se evita este problema dividiendo la fractura en tercios con los clavillos. Si se coloca un clavillo medial se debe asegurar de no lesionar el nervio cubital y su posición debe ser la parte inferior del epicóndilo medial y debe iniciar lo más anterior posible.

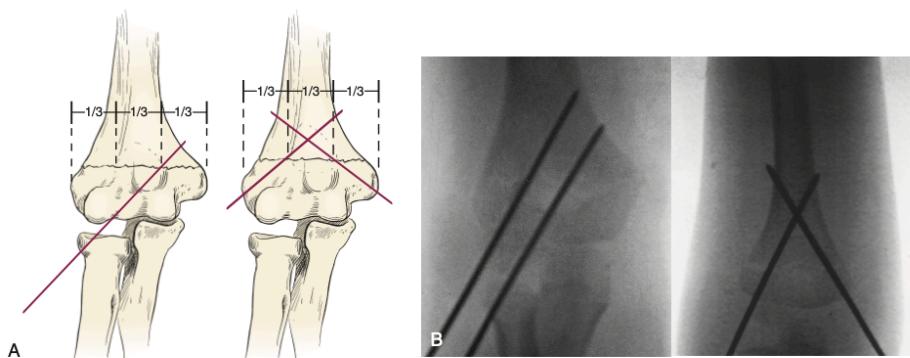


Figura 21. Colocación de clavillos para una óptima estabilidad rotacional. A, Diagrama esquemático de clavillos laterales paralelos, medial y lateral cruzado. B, Radiografías anteroposterior demostrando fracturas fijadas con clavillos laterales paralelos. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Se debe realizar un barrido con el pulgar hacia posterior del epicóndilo medial para cuidar el nervio cubital. Es importante recordar que la flexión lleva el nervio cubital hacia anterior y que si existe un edema importante se debe realizar una pequeña incisión para identificar al nervio y evitar su posible lesión.

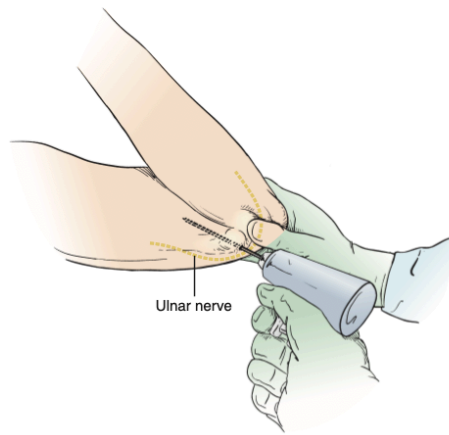


Figura 22. Protección de nervio cubital. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

La colocación de clavillos percutáneos en la estrechez del húmero distal requiere de algo de finesa. La colocación apropiada del clavillo se hace fácil alineando primeramente el perforador en el plano AP y después en el plano lateral, la utilización de un controlador de clavillo en lugar de un perforador facilita la colocación de los estos. Una vez que la fractura es estabilizada con 2 o más clavillos el codo se extiende y se confirma la reducción con radiografías. Si la reducción es adecuada los clavillos son cortados, el brazo es inmovilizado entre 30 y 60° de flexión y se coloca una férula posterior el niño regresa entre 7 a 10 días para revisión y se toman radiográficas para valorar que se mantenga la reducción y a las 3 semanas las radiografías se repiten, se retiran los clavillos y se retira la inmovilización, se inicia a los pacientes el aumento de rangos de movimiento y finalmente se evalúa a las 6 u 8 semanas la alineación y la movilidad.

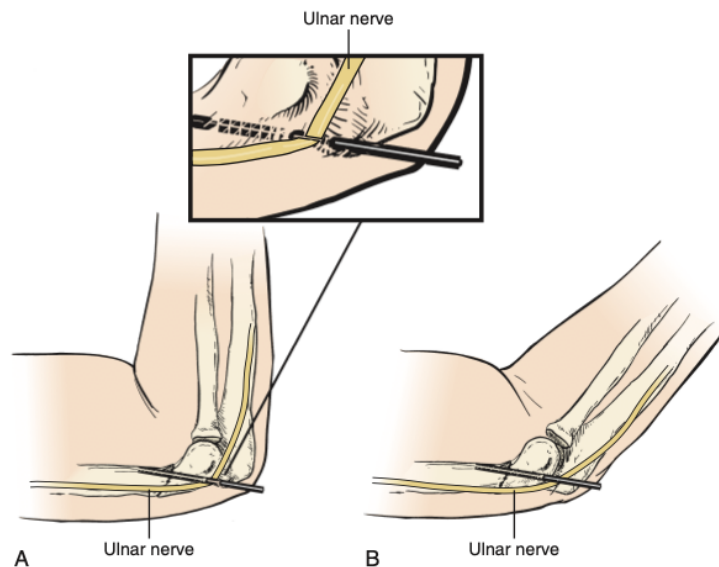


Figura 23. Técnica de colocación de clavillos percutánea medial evitando la lesión del nervio cubital con codo en flexión 30 grados. Tomado de Tachdjian's Pediatric Orthopaedics (p. xxx), por J. A. Herring, 2014, United States of America, Elsevier. Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada

Así como en cualquier tratamiento puede haber complicaciones potenciales las cuales incluye inflamación del trayecto del clavillo, infección, lesión del nervio cubital iatrogénica y pérdida de la reducción.

La infección del trayecto ocurre en 2-3% en las series más largas y responden de forma adecuada con el manejo antibiótico, aunque puede desarrollarse osteomielitis.

La pérdida de la reducción es generalmente resultado de una técnica inadecuada y puede minimizarse asegurándose de que los clavillos están separados al máximo en la fractura y tienen una adecuada fijación en el fragmento proximal.

## **INMOVILIZACIÓN CON APARATO DE YESO**

Las ventajas del aparato de yeso son que es fácil de aplicar, fácilmente disponible y familiar a la mayoría de ortopedistas. No requiere de equipamiento sofisticado, hay muy poco lugar para infección iatrogénica arresto fisario.

Después de que se obtiene la reducción cerrada el aparato de yeso debe ser aplicado cuidadosamente para evitar compresión en la fosa antecubital en segundo lugar los pacientes son vigilados una noche posterior a la reducción. El aparato de yeso se mantiene durante 3-4 semanas postreducción y este no se retira en la primera consulta.

La mayoría de las fracturas supracondíleas desplazadas son estables si se inmovilizan a más de 90° de flexión lo que aumenta el riesgo de edema, incrementa la presión intracompartimental y el riesgo de contractura isquémica de Volkmann. Pérdida de la reducción es otro de los potenciales problemas cuando el edema cede el espacio que queda permitiendo extender más el codo.

## **TRACCIÓN**

La tracción obtiene buenos resultados en el manejo de fracturas desplazadas, diversas tracciones han sido descritas incluyendo tracción lateral con una tracción esquelética o a la piel. La tracción tiene como objetivo mantener la reducción cerrada. Existen varios factores en contra que hacen que se haya declinado su uso como lo es la hospitalización prolongada, que no es confortable su uso hasta que hay callo óseo, la inflamación del tracto de los clavillos, así como la infección de los mismos, pérdida de la reducción y desarrollo de lesiones neurovasculares, por lo que mayormente ha caído en desuso.

## **REDUCCIÓN ABIERTA**

Las indicaciones de la misma incluyen una mano isquémica que no revasculariza con la reducción de la fractura, fractura expuesta, fractura irreductible e incapacidad de obtener una reducción cerrada satisfactoria, si la mano se encuentra isquémica posterior a la reducción se debe explorar la arteria braquial mediante un abordaje anterior, una vez que se identifica la lesión arterial debe reducirse y fijarse percutáneamente la fractura. Si existe una fractura expuesta esta debe desbridarse de urgencia, posterior al desbridamiento la fractura debe reducirse y fijarse percutáneamente.

Las fracturas supracondíleas pueden ser irreductibles si se engancha la parte distal del fragmento proximal en el braquial anterior y produce un fruncido característico de la piel. Esto puede alertar al cirujano de una fractura refractaria que requiere reducción abierta. La decisión de que una reducción cerrada es inaceptable debe de tener bases individuales, se aceptan angulaciones medias en el plano sagital y en el plano coronal. Una cantidad pequeña de valgo en el plano coronal es aceptable.

La angulación en varo, si es asociada con hiperextensión en el plano sagital o un ángulo contralateral de acarreo en neutro o varo, puede llevar a resultados cosméticos pobres que no remodelen. Si la deformidad en varo existe posterior a intentar la reducción cerrada se procede a la reducción abierta.<sup>8</sup>

## **CONFIGURACION DE LOS PINES**

La reducción cerrada con fijación percutánea es indicada para fractura reductibles pero inestables y fracturas que requieren más de 90° de flexión. Para mantener una posición reducida se utilizan al menos 2 clavillos kirschner para evitar rotación, pero la posición más adecuada de estos es controvertida, las configuraciones más comunes incluyen técnica de entrada lateral con 2 o 3 alambres cruzados, o técnica de alambres cruzados medial y lateral.

La lesión iatrogénica del nervio cubital ha llevado a investigadores a revisar la eficacia de solo clavillos laterales, los análisis biomecánicos, sugirieron que la configuración lateral es inferior a los clavillos cruzados, aunque en estos estudios la colocación de los clavillos fue divergente, ni estaban separadas del sitio de fractura. Posteriormente se han realizado metanálisis donde si se pudo demostrar una diferencia significativa en la estabilidad entre el grupo de clavos cruzados y laterales y este último resultado menos estable, así como también se presentó neuropraxia en pacientes del grupo lateral y no se presentó lesión del nervio cubital, pacientes del grupo lateral perdieron algunos grados de flexión, se sugiere también que si se colocara un clavillo medial este debe colocarse en extensión para evitar la subluxación del nervio hacia anterior. La configuración optima todavía continúa siendo tema de controversia por lo que el cirujano debe realizarlo a su elección por el tipo de fractura.

## **TIEMPO DE CIRUGIA**

No se ha encontrado correlación entre el tiempo de cirugía y las complicaciones, así como la necesidad de reducción abierta.

## **RETIRO DE LOS CLAVILLOS**

Posterior a la reducción cerrada y fijación percutánea con clavillos kirschner para fracturas supracondíleas inestables en niños, los clavillos regularmente se retiran entre 3 a 4 semanas.<sup>10</sup>

## **COMPLICACIONES**

Pueden categorizarse en tempranas o tardías. Las tempranas comprenden la lesión vascular, lesión nerviosa periférica e isquemia de Volkmann. Las complicaciones tardías incluyen mal unión, rigidez y miositis osificante.

## **LESIÓN VASCULAR**

La incidencia de compromiso vascular en las fracturas supracondíleas tipo III se reportan entre el 2 y 38%, esta varía ya que la definición se utiliza para describir gran variedad de pacientes incluyendo aquellos con disminución de pulsos y aquellos con una extremidad isquémica. La lesión vascular puede ser directa o indirecta, de forma directa resulta en lesión completa de la arteria braquial o compresión entre los fragmentos o del fragmento desplazado hacia anterior. Indirecta resulta comúnmente en compresión, que conlleva a una isquemia reversible, espasmo reversible o secuelas permanente o desgarros en la íntima, aneurismas o trombosis. Si encontramos en la valoración una mano isquémica de entrada debe realizarse una manipulación con el codo en extensión, si esto no mejora la circulación de forma inmediata se debe llevar al paciente a quirófano y realizar reducción cerrada con fijación percutánea.

Si en la exploración la arteria se encuentra atrapada entre los fragmentos se deben retirar los clavillos y recolocar, restaurando la circulación de la extremidad. Es importante recordar realizar una fasciotomía si ya ha sido demasiado el tiempo de isquemia o si se tiene inquietud por la elevada presión intracompartimental.

## **LESIÓN NERVIOSA PERIFERICA**

Ocurre en aproximadamente 10-15% de las fracturas. El nervio interóseo anterior es el mas comúnmente lesionado en fracturas en extensión y también puede lesionarse el mediano radial y cubital. La parálisis del interóseo anterior es subestimada ya que no se asocia con déficit sensorial. Lesiones del nervio mediano son reportadas más comúnmente con desplazamiento posterolateral y lesión al nervio radial con posteromedial. El nervio cubital es lesionado mayormente de forma iatrogénica por la colocación de clavillos de kirschner.

Si a las 8 a 12 semanas de la lesión la función no regresa se debe realizar un estudio de la conducción nerviosa para reconocer que el nervio no está seccionado. Si se tiene una lesión completa se debe realizar una anastomosis con injerto o transferencia tendinosa.

## **CONTRACTURA ISQUEMICA DE VOLKMANN**

En 1881 Richard Von Volkmann describió la parálisis isquémica y contractura de los músculos del antebrazo y mano, y menos frecuente en la pierna después de la aplicación de vendajes en el tratamiento de lesiones que ocurren en la región del codo y rodilla.

Él sugiere que los cambios patológicos resultan en obstrucción del flujo arterial que puede resultar en necrosis del tejido muscular. Pacientes con codo flotante tienen un riesgo aumentado de presentar síndrome compartimental.<sup>8</sup>

## **CUBITO VARO Y CUBITO VALGO**

### **EPIDEMIOLOGÍA**

La incidencia de cúbito varo o valgo se presenta entre el 0 y 22%, estas son las complicaciones más frecuentes del codo después de las fracturas supracondíleas o del cóndilo radial.

### **FISIOPATOLOGÍA**

En las fracturas supracondíleas, un error de rotación causa inestabilidad debido a la reducción del contacto de los fragmentos. El resultado es una menor inclinación radial con el cúbito valgo resultante o una inclinación cubital más frecuente con el cúbito varo resultante.<sup>11</sup>

La capacidad de corrección espontánea de la articulación del codo en el niño se termina a los 7 años ya que este solo contribuye con el 20% del crecimiento longitudinal de la extremidad torácica, los núcleos de osificación crecen muy lentamente y con poca capacidad de corrección.<sup>12</sup> Un colapso de la columna radial o cubital puede resultar en una desviación del eje del codo que clínicamente se observa como cúbito varo o valgo, mas allá de ser una carga cosmiética el cúbito varo predispone al paciente a presentar una fractura del cóndilo lateral, además de que posterior a los 7 años de edad el potencial de remodelación disminuye, de este modo realizar una reducción adecuada es lo más importante.<sup>13</sup>

Las deformidades angulares suelen ser resultado de una atención primaria inadecuada y rara vez se deben a trastornos del crecimiento.

La variación más común del eje del codo es el cúbito varo que se presenta hasta en el 57% de los pacientes y el cúbito valgo con una menor frecuencia.<sup>12</sup>

### **CÚBITO VARO**

Xin Tang menciona que la deformidad en varo es la complicación más común tardía en las fracturas supracondíleas y se presenta entre el 3-57% de los casos y este viene como resultado de una mala unión.<sup>14</sup>

Puede ocurrir en el 90% de los casos de fracturas por extensión con desplazamiento del fragmento distal hacia medial y posterior. El deterioro cosmiético se encuentra en primer lugar a menudo, también hay una inhibición en la extensión que comúnmente no genera incapacidad funcional. Se caracteriza por los siguientes componentes del fragmento distal:

- Rotación interna en el plano transversal

- Varo inclinado en el plano frontal
- Posición de antecurvación en el plano sagital.<sup>12</sup>

Aparece hasta en un 3% después de la fijación con clavillos comparada con un 14% cuando se hace la reducción sin fijación. Se asocia en su gran mayoría a los desplazamientos posteromediales.<sup>15</sup>

Típicamente esta deformidad es indolora y no interfiere con el crecimiento, pero algunos niños pueden presentar riesgo aumentado de fractura del cóndilo lateral y ruptura medial del tríceps.

Un análisis con tomografía tridimensional en pacientes adultos con cúbito varo encontró en general tamaños aumentados de la tróclea posterior, capitellum lateral y cabeza radial con desplazamiento medial respecto al lado no afectado.<sup>16</sup>

El cúbito varo se puede observar clínicamente por una desviación medial del antebrazo anómala, el cúbito varo normalmente es evidente a las 6-10 semanas después de la fractura.

MacCoy establecido 4 grupos para cuantificar la severidad del varo:

- Grupo I: pérdida del valgo fisiológico del codo o cúbito recto
- Grupo II: cúbito varo entre 0-10 °
- Grupo III; cúbito varo entre 11-20°
- Grupo III: cúbito varo de más de 20°<sup>17</sup>

O'Driscoll y colaboradores identificaron 22 pacientes adultos que se presentaron con dolor, así como signos y síntomas de inestabilidad del codo 20 a 30 años después de sufrir fracturas supracondíleas en la infancia todos habían consolidado en cúbito varo. Los autores plantearon la hipótesis que esta inestabilidad posterolateral tardía causó un desplazamiento medial del eje mecánico del codo que conlleva a fuerzas asimétricas del tríceps que causan una atenuación lenta del ligamento colateral lateral.<sup>18</sup>

Soon Min Cha demostró que el grado de deformidad en varo se correlaciona con el grado de cúbito varo en la fractura, así como de que existen pruebas razonables para la posibilidad de corrección del cúbito varo si este se presenta en la adolescencia previo al final del crecimiento.<sup>19</sup>

Se demostró que la aparición de cúbito varo y la disminución del ángulo de acarreo no presenta una diferencia obvia en niños con fracturas supracondíleas tratados con fijación ya sea en pronación o supinación. Pero si demostró que cuando se presentan fracturas supracondíleas en niños con desviación cubital la fijación en pronación es más útil para disminuir la tasa de aparición de cúbito varo, cuando se presenta una desviación radial la fijación en supinación es útil para reducir la tasa de aparición de varo del codo y disminución del ángulo de carga.<sup>20</sup>



Chian-Hsieh Chang y colaboradores mencionan en su estudio que los pacientes con obesidad tienen un riesgo aumentado de presentar deformidad en varo posterior a la reducción cerrada de fracturas supracondíleas Gartland III.<sup>2</sup>

## **TRATAMIENTO CONSERVADOR**

Dada la escasa limitación funcional que el cúbito varo supone se acepta esta desviación axial como una secuela sin optar por su corrección quirúrgica.

## **TRATAMIENTO QUIRÚRGICO**

La deformidad en varo no es muy estética y a pesar de las posibles complicaciones los padres deciden operar a sus hijos se encuentran diferentes tipos de osteotomía<sup>17</sup>

El momento adecuado para la corrección es controvertido ya que las fracturas ocurren mucho antes que el esqueleto alcance su madurez, actualmente no existe un estándar de oro quirúrgico, existen múltiples complicaciones así como técnicas.<sup>22</sup>

Se han descrito diferentes técnicas de corrección quirúrgica, cada una asociada a problemas específicos y complicaciones importantes. La corrección suele ser posible de una sola vez, se conocen diferentes osteotomías como la “osteotomía francesa”, la osteotomía en domo o la osteotomía escalonada por citar algunas de ellas. Para la fijación se utilizan placas, agujas de Kirschner, tornillos, abrazaderas o fijación externa. También se puede realizar una corrección dinámica con distracción asimétrica del callo utilizando un fijador de anillo tipo ilizarov. Se debe preferir un procedimiento con suficiente estabilidad y la posibilidad de ejercicio funcional.<sup>23</sup>

Actualmente en el tratamiento de cúbito varo se utilizan nuevas tecnologías como los modelos óseos generados por computadora obtenidos mediante una tomografía. Estos permiten realizar simulaciones de procedimientos quirúrgicos así como obtener sistemas de fijación a la medida de la región afectada.<sup>24</sup>

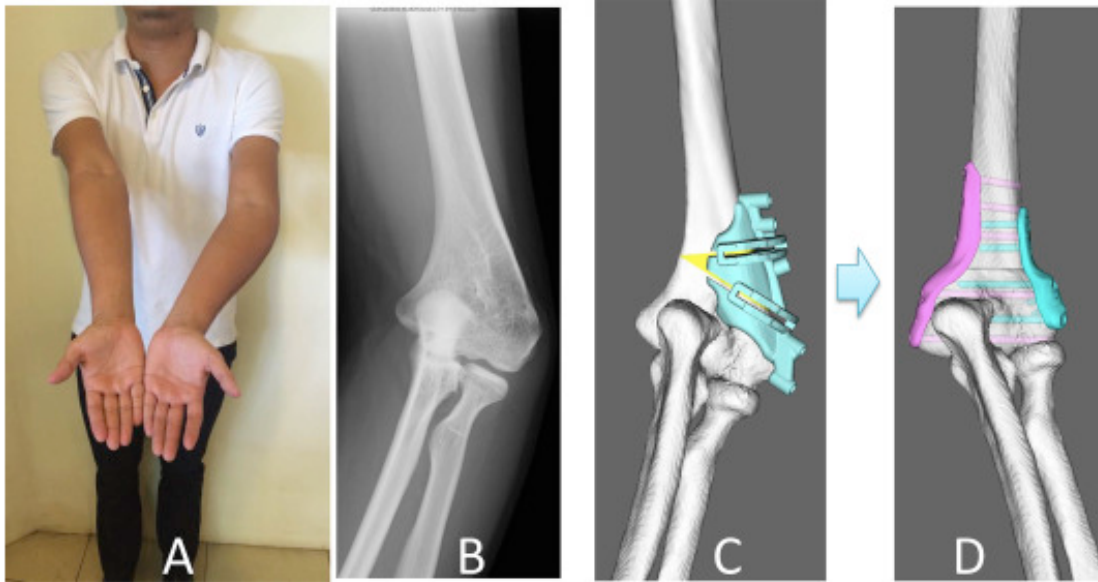


Figura 24. Deformidad en varo de cúbito izquierdo, planificación preoperatoria mediante técnicas 3D por tomografía axial computarizada así como osteotomía de corrección y fijación con placa medial y latera. Tomado de Morphology and kinematics studies of the upper extremity and its clinical application in deformity correction (p. xxx), por T. Murase, 2018, Journal of orthopaedic science: official journal of the Japanese Orthopaedic Association.

Puede utilizarse la escala de Flynn que es tanto clínica como radiológica para la valoración subsecuente que evalúa el ángulo de carga y los rangos de movimiento en relación con el codo no afectado.<sup>25</sup>

Resultado	Factor cosmético: Pérdida del ángulo de carga	Factor Funcional: Pérdida del rango de movimiento
Excelente	0° a 5°	0° a 5°
Buena	6° a 10°	6° a 10°
Regular	11° a 15°	11° a 15°
Mala	> a 15°	> a 15°

Figura 24. Criterios de Flynn para evaluar los resultados después de una fractura supracondílea humeral. Tomado de Riesgo de desarrollar cúbito varo después de fracturas supracondíleas del húmero en niños. (p. xxx), por P. Castañeda, 2007. Rev Mex Ortop Ped, 9(1) Derechos de autor [año] por el Nombre del titular de los derechos de autor. Reimpresión [o adaptación] autorizada.

La mayoría de las fracturas tipo III son inestables después de la reducción, excepto para una posición de hiperflexión del codo. Al igual que opinan otros autores, se asume que esta situación, especialmente cuando se asocia a un importante edema, puede comprometer la circulación del brazo y desembocar en la temida “contractura isquémica de Volkman”. Si se inmoviliza en una posición de menor flexión permitirá el desplazamiento de los fragmentos y, como resultado, una deformidad angular. Esta contrariedad fue ya constatada por McLaughlin hace más de medio siglo denominada el dilema supracondíleo.

La valoración de los resultados según Flynn es un arma importante para realizar un mejor tratamiento en los niños con este tipo de lesión.<sup>26</sup>

## **CÚBITO VALGO**

El cúbito valgo oscila entre el 0 a 8.6% de los pacientes. Estas deformidades se evalúan midiendo el ángulo de acarreo y baumann. <sup>27</sup>

Puede ocurrir después de las raras fracturas por extensión posterolateral y aún más las raras fracturas en flexión, los componentes son los opuestos que el cúbito varo:

Rotación externa en el plano transversal

Inclinación en valgo en el plano frontal

Deformidad por recidiva en el plano sagital.<sup>12</sup>

Se presenta con un ángulo de baumann interior a 74° generalmente se toma en cuenta con un ángulo entre 60 y 63° <sup>28</sup>

El cúbito varo y valgo es la complicación más común de las fracturas supracondíleas, la incidencia reporta rangos entre 0-50%. En general en las fracturas con desplazamiento posteromedial tienden a presentar angulación en varo y las que tienen desplazamiento posterolateral tienden a desarrollar desviación en valgo. El cúbito varo es la deformidad más común reportada en las fracturas con angulación posteromedial así como también cosméticamente son más notorias, el consenso es que estas deformidades son el resultado de una mala unión.

Cúbito varo o valgo es evaluado midiendo el ángulo de acarreo del brazo. Este ángulo está formado por el borde medial en completa supinación del antebrazo y el borde medial del húmero con el codo en extensión y su comparación se debe realizar con el lado contralateral.

Smith ha demostrado que los cambios en el ángulo de acarreo son el resultado de un desplazamiento angular del fragmento distal no rotacional o traslación.

Los problemas relacionados con el cúbito varo o valgo incluyen la limitación funcional, fractura de codo recurrente, deformidad cosmiética. Afortunadamente los problemas funcionales son poco comunes con estas deformidades.

En el cúbito valgo los problemas funcionales pueden coexistir con una contractura en flexión o signos de compresión cubital tardíos.

Cuando existe cúbito varo los problemas funcionales se describen como limitación para la flexión, signos de parálisis del nervio cubital tardíos e inestabilidad del codo. La limitación a la flexión es resultado de una hiperextensión asociada con mal unión en varo. Usualmente el arco de movimiento del codo permanece constante. El mejor tratamiento para la no unión es evitarla.

El conocimiento de los errores asociados con obtener y mantener una adecuada reducción ayudase al cirujano para disminuir el riesgo de mal unión. Ya que el cúbito varo y valgo son primariamente deformidades cosméticas, las deformidades medias son manejadas con vigilancia.

El resultado del cúbito varo es una combinación de deformidad en varo, extensión y rotación interna, la deformidad rotacional es mejor tolerada, por lo que es lo último que se busca en una osteotomía, como complicaciones puede presentar pérdida de la fijación y deformidad persistente.

Las osteotomías incluyen una cuña medial o lateral de cierre en cúpula, la fijación ha sido descrita con clavillos cruzados, tornillos, tornillos y banda de tensión, placas y clavillos y fijación externa.<sup>8</sup>

El ángulo de acarreo formado por el eje longitudinal del húmero y la ulna está sujeto a innumerables variaciones individuales y su relación con la edad y sexo. Un estudio de 100 sujetos demostró valores considerablemente menores a los resultados establecidos, los valores en los hombres rondo en promedio 6.5° con un rango de 0-14°, para las mujeres el valor fue de 13 grados con un rango de 4-20°.

En otro estudio de 150 niños normales que comprendió 80 niñas y 70 niños con edad de entre 3 y 11 años (la edad donde las fracturas supracondíleas son más comunes), se encontró un ángulo promedio de acarreo en mujeres de 6.1° con un rango de 0-12 grados y 5.4° en los hombres con un rango de 0-11 grados.

Estos ángulos se determinaron midiendo el ángulo que se forma en el punto medio de la muñeca y punto medio de la cabeza humeral, con el codo completamente extendido y el antebrazo en supinación. De particular interés es que el 9% de estos niños tenga un cúbito recto que se define por una angulación de 0 grados.<sup>29</sup>

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que la fractura supracondílea humeral en el paciente pediátrico representa entre el 55-75% de las fracturas alrededor del codo y un 10% de las fracturas infantiles se busca encontrar la correlación de los hallazgos radiográficos con el procedimiento Terapéutico, ya sea consistente en reducción cerrada fijación interna, reducción abierta fijación interna o manejo conservador. para así unificar criterios de tratamiento médico y quirúrgico lo que conllevara a favorecer la consolidación de la fractura en el menor tiempo posible, mejorar calidad de vida, evitar mal unión y trastornos del crecimiento.

El fin de este trabajo es evaluar la respuesta o la evolución a los distintos planes de tratamiento estableciendo la correlación de los hallazgos radiográficos con los distintos procedimientos terapéuticos, lo que, en primer lugar, ayudara a favorecer la consolidación de la fractura en el menor tiempo posible, mejorar calidad de vida de los pacientes, evitar mal unión y trastornos del crecimiento y con ello disminuir la presencia de deformidades angulares en fracturas supracondíleas de húmero distal y a su vez unificar criterios de tratamiento médico y quirúrgico.

De acuerdo a la evidencia científica se espera que la reducción cerrada más fijación percutánea presente menor grado de deformidades a comparación con los otros tratamientos.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la correlación entre el tratamiento quirúrgico reducción cerrada más fijación percutánea y cúbito varo o valgo en pacientes con fractura supracondíleas gartland II y III ?.

## **HIPÓTESIS**

El tratamiento quirúrgico reducción cerrada más fijación percutánea de las fracturas supracondíleas gartland II y III presentan un menor grado de complicación cúbito varo o valgo.

## **OBJETIVOS**

**General:** Determinar la relación entre el tratamiento quirúrgico y conservador de las fracturas supracondíleas gartland II y III con deformidades angulares en el Hospital Juárez de México.

### **Específicos:**

1. Determinar la deformidad más frecuente en pacientes con fractura supracondílea de húmero distal en paciente pediátrico en el Hospital Juárez de México.
2. Determinar el porcentaje de pacientes con deformidad respecto a grupo etario Hospital Juárez de México.
3. Determinar el tipo de deformidad más frecuente según el tratamiento quirúrgico o conservador en el Hospital Juárez de México.
4. Determinar el tipo de deformidad más frecuente según el tratamiento quirúrgico fijación percutánea o abierto en el Hospital Juárez de México.
5. Conocer el porcentaje de deformidades angulares de acuerdo al tratamiento en el Hospital Juárez de México.

## **METODOLOGÍA:**

### **DISEÑO DE ESTUDIO**

Se realizará un estudio cohorte retrospectiva en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Juárez de México en el periodo comprendido 1 enero de 2016 al 1 de enero de 2021.

### **POBLACIÓN DE ESTUDIO**

Los pacientes pediátricos de 0 a 17 años que hayan asistido a la consulta del servicio Ortopedia del Hospital Juárez entre el 1 de enero del 2016 y el 1 de enero del 2021 con fracturas supracondíleas de humero distal gartland II y III tratados con:

reducción cerrada mas colocación de aparato de yeso

reducción cerrada mas colocación de agujas percutáneas

reducción abierta mas colocación de agujas percutáneas

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de Inclusión:**

Pacientes de 0 a 17 años de edad

Con Diagnostico de Fractura supracondilea de humero distal.

Fracturas supracondíleas gartland II y III con seguimiento radiográfico a las 0, 2, 6 y 12 semanas

Expediente clínico completo

Radiografías AP y lateral de codo afectado en cada una de las consultas previamente mencionados.

Paciente con seguimiento de al menos 3 consultas

### **Criterios de Exclusión:**

Pacientes con fracturas supracondílea de humero distal gartland I

Paciente con deformidad angular previa a evento traumático

Fractura previa de humero distal o de la extremidad afectada

Enfermedades congénitas y metabólicas

### **Criterios de Eliminación:**

Pacientes con fracturas supracondíleas gartland II y III con seguimiento menor a 6 meses

Pacientes tratados con medicina alternativa previo a valoración por el servicio.

## **PROCEDIMIENTO**

Se solicitaràn expedientes del servicio Ortopedia del Hospital Juárez de México de manera aleatoria, todos los expedientes y se procederá a su revisión... Después de verificar que cumplan con los criterios de inclusión y de exclusión se obtendrá la sig información:

Fecha de fractura, fecha de primera consulta, tratamiento, radiografías AP y lateral de codo de 3 valoraciones subsecuentes donde se realizara las mediciones radiográficas de ángulo de Baumann así como el ángulo humero-codo-muñeca, se recabará peso y talla y se obtendrá el índice de masa corporal.

Se acude archivo clínico y se recaban expedientes con el diagnostico de fractura supracondilea tipo II y se realizara mediante hoja de vaciado de datos.

Posterior a la obtención de la información se capturarán los datos en una base de Excel.

## TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se calculo el tamaño de la muestra usando la siguiente formula:

$$N = \frac{Z^2 \times P \times Q}{D^2}$$

Z= nivel de confianza

P= probabilidad de éxito o proporción esperada

Q= probabilidad de fracaso

D= Precisión error máximo admisible

$$N = \frac{(1.96)^2 \times (0.5) \times (0.5)}{(0.15)^2} = 42.68$$

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medida	Tipo de variable
<b>Edad</b>	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Se obtendrá del expediente clínico	Años o meses	Cuantitativa continua
<b>Sexo</b>	Atributos genéticos, físicos y funcionales que caracterizan, y diferencian a los cuerpos del hombre y de la mujer	Expediente, fenotipo	Hombre/Mujer	Catagórica nominal
<b>IMC</b>	Medida de asociación entre el peso y talla de un individuo.	< 18.5 Bajo 18.5-24.9 Normal 25.0 – 29.9 Sobrepeso ≥ 30 Obesidad	$\frac{Kg}{m^2}$	Cuantitativa continua

Angulo de complementario de baumann o cóndilo-humeral	Es el ángulo formado entre la perpendicular del eje del humero y el capitelum.	Dentro de la normalidad= 60-80° Cubito Varo: >81° Cubito Valgo: <59°	Grados	Cuantitativa continua
Angulo humero-codo-muñeca de Openheim	Ángulo formado entre el eje del humero y el antebrazo proximal y distal	Normal : 6°-14° promedio 10° Cubito Varo: <5° Cubito Valgo: >15°	Grados	Cuantitativa continua
Reducción abierta fijación interna	Reducción y fijación con exposición del foco de fractura + colocación de clavillos.	Se obtendrá del expediente clínico	Si/No	Cualitativa dicotómica
Reducción cerrada fijación interna (percutánea)	Reducción sin exposición del foco de fractura + fijación con clavillos percutáneos	Se obtendrá del expediente clínico	Si/No	Cualitativa dicotómica
Reducción cerrada y colocación de aparato de yeso	Reducción de la fractura mediante manipulación indirecta sin exponer el foco de fractura, sin un sistema interno de fijación.	Se obtendrá del expediente clínico	Si/No	Cualitativa dicotómica



## **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La captura y el análisis de datos se realizará en el programa estadístico SPSS versión 26.0.

Se analizará la normalidad de las variables a estudiar, posteriormente se realizará estadística descriptiva con medidas de tendencia central y medidas de dispersión de acuerdo a su distribución, los resultados se presentarán en promedios  $\pm$  desviación estándar cuando las variables son continuas y en porcentajes cuando sean categóricas.

Para la comparación basal entre grupos se utilizarán las prueba ANOVA para grupos independientes o Kruskal-WALLIS en las variables continuas, y chi-cuadrada o prueba exacta de Fisher para las variables categóricas, de acuerdo a si su distribución es o no semejante a la de la curva normal. Para conocer la correlación entre variables se utilizará la prueba de Pearson o la prueba de Spearman según la distribución de las variables.

## **RECURSOS**

Humano: Médico investigador, colaboradores para la recolección de datos y análisis estadístico.

Materiales: Expedientes clínicos, hojas de vaciado, lápices, equipo de cómputo, paquetería office, paquete estadístico SPSS.

## **ASPECTOS ÉTICOS**

Para la realización de nuestro estudio únicamente se revisarán expedientes clínicos en el archivo clínico del Hospital Juárez de México y nos basaremos en los principios de la bioética.

1. Principio de autonomía: se respetará la identidad e integridad de los datos del paciente.
2. Principio de beneficencia: a través del análisis de los resultados del estudio se pretende disminuir los tiempos de espera para cirugía artroscópica para la población posterior.
3. Principio de no maleficencia: dicho estudio no ocasiona ningún daño al paciente.
4. Principio de justicia: todos los expedientes clínicos se tratarán con equidad y sin discriminación por ninguna situación referente al paciente.

## **ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD**

### **Riesgo de la investigación**

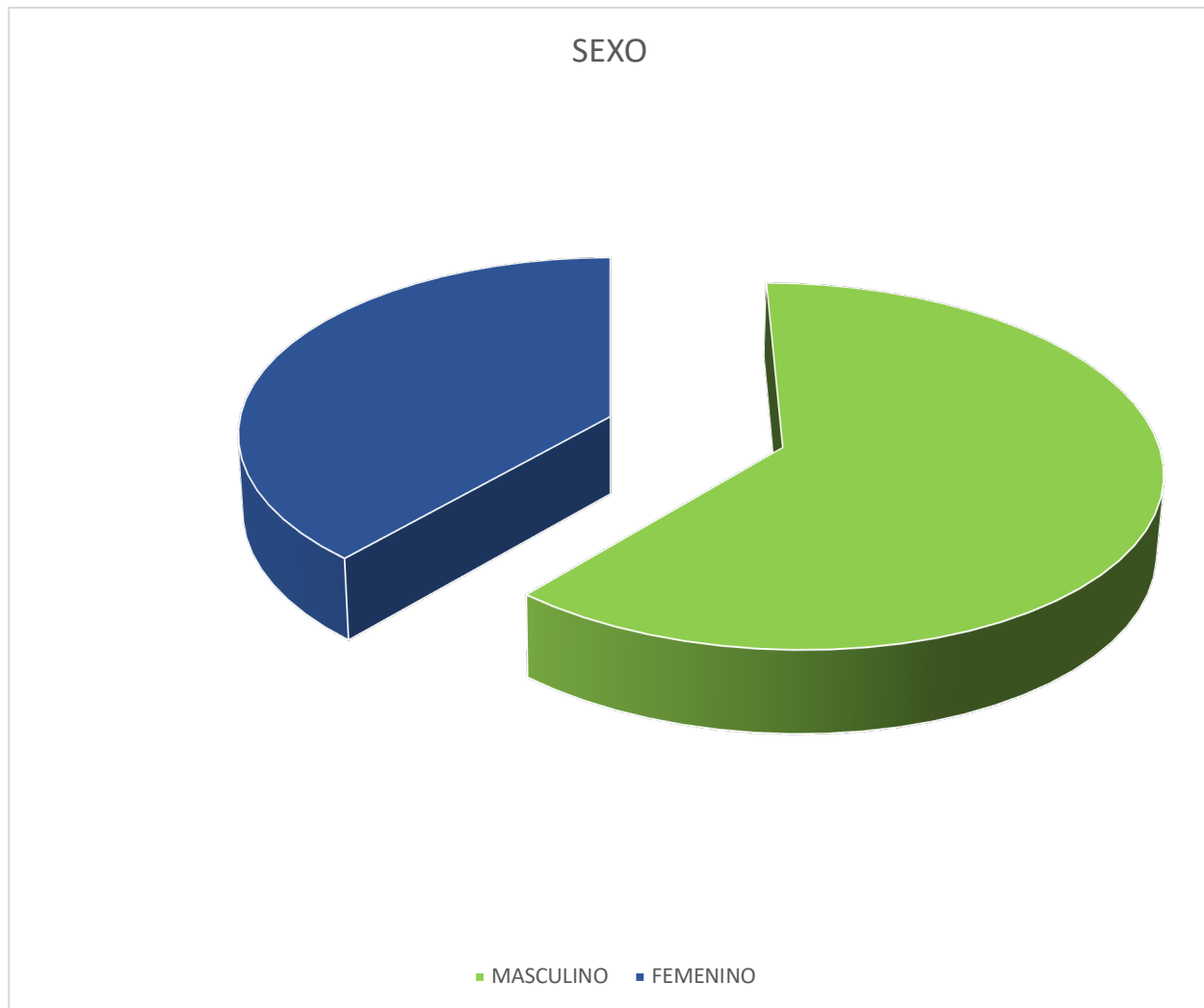
Acorde con lo establecido por el Reglamento de la ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y conforme a los Aspectos éticos de la investigación en seres humanos, Título II, Capítulo I, artículo 17; el estudio se considera sin riesgo.

El protocolo y la carta de consentimiento informado fueron sometidos y aprobados por el Comité Institucional de Investigación Biomédica en Humanos del Hospital Juárez.

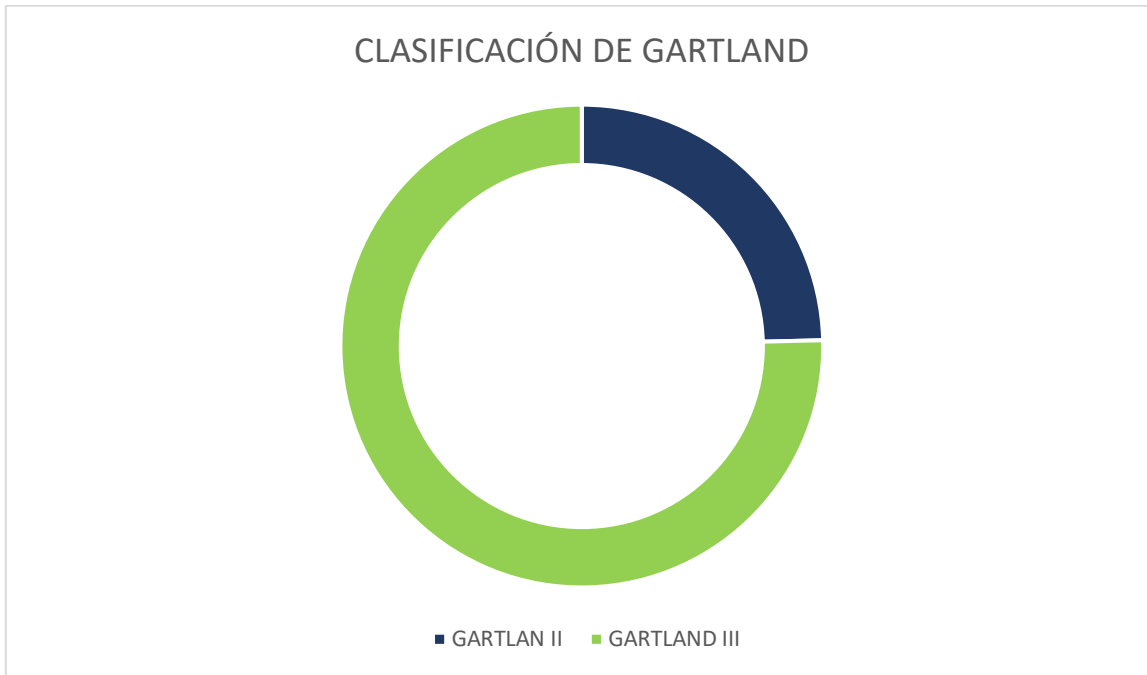
## RESULTADOS

Se realizó la revisión de un total de 194 expedientes dentro del Hospital Juárez de México con diagnóstico de fractura supracondílea de humero distal en pacientes de 0-17 años en el periodo comprendido entre enero 2016 a enero 2021 de ellos 90 expedientes no se encontraban completos ya que no contaban con radiografías en cada uno de las consultas y 39 no concluyeron el seguimiento mínimo para el estudio.

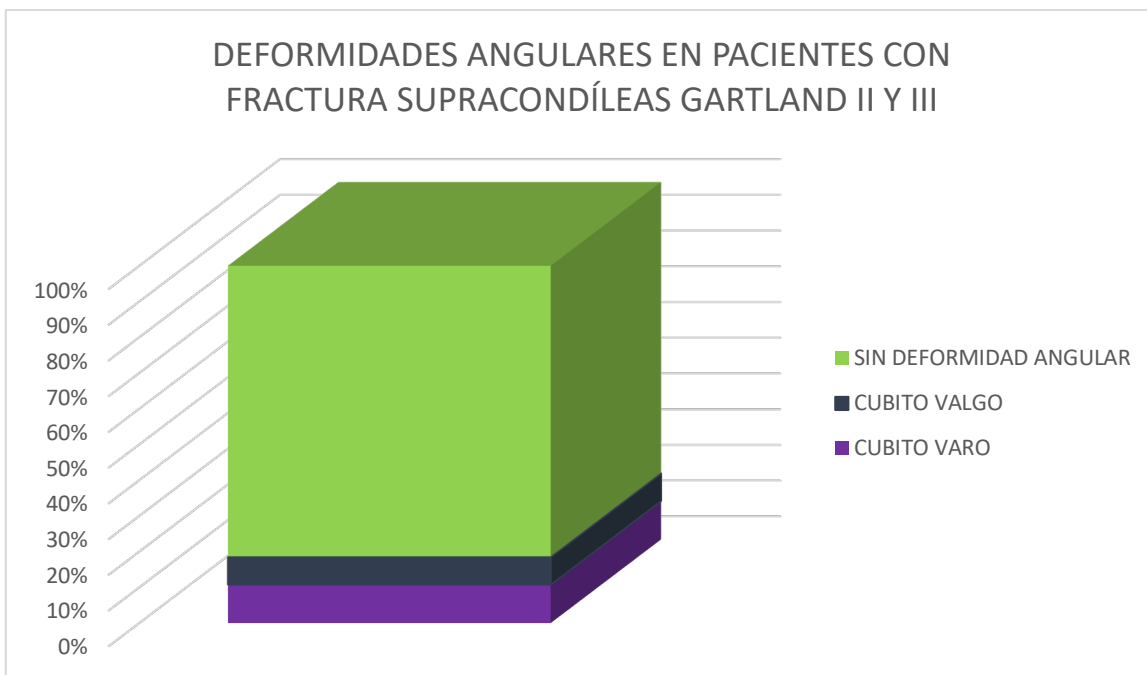
La muestra quedo conformada por un total de 65 pacientes con una media de 6.47 y una mediana de 6, con una mínima de 1 año una máxima de 13 años.



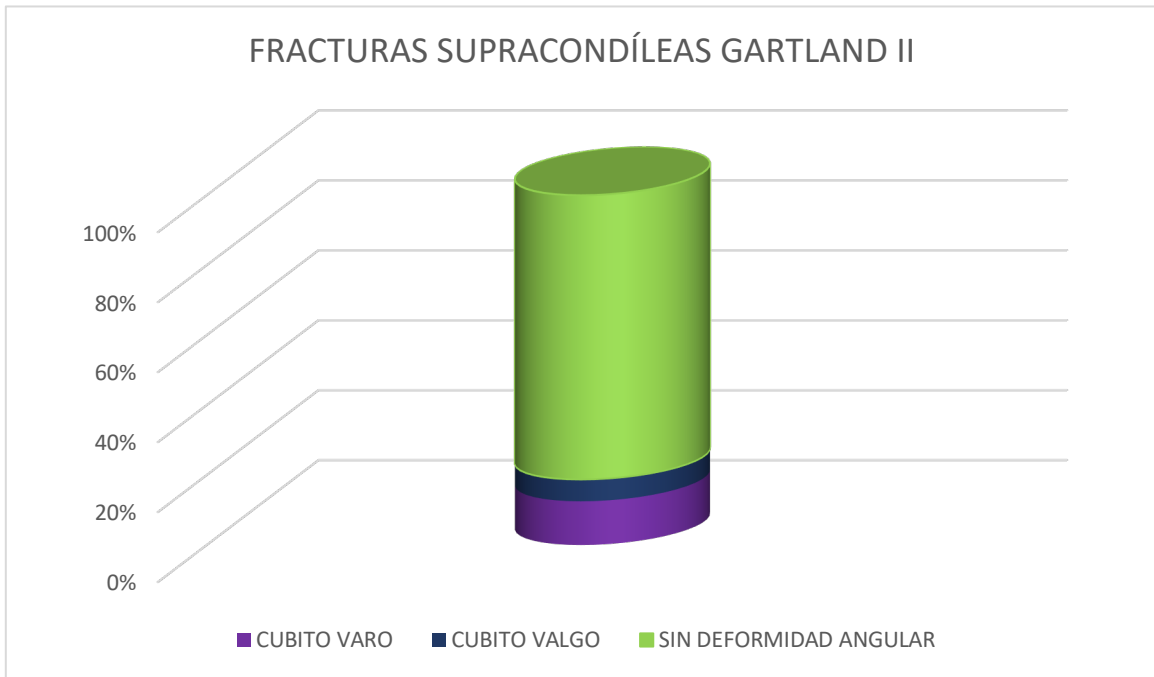
La extremidad mayormente afectada fue la izquierda con un total de 37 pacientes. Según la clasificación de Gartland el 75% fueron tipo III y el 15% tipo II.



La deformidad más frecuente encontrada fue el cubito varo con un total de 7 pacientes y el cubito valgo con un total de 5 pacientes.

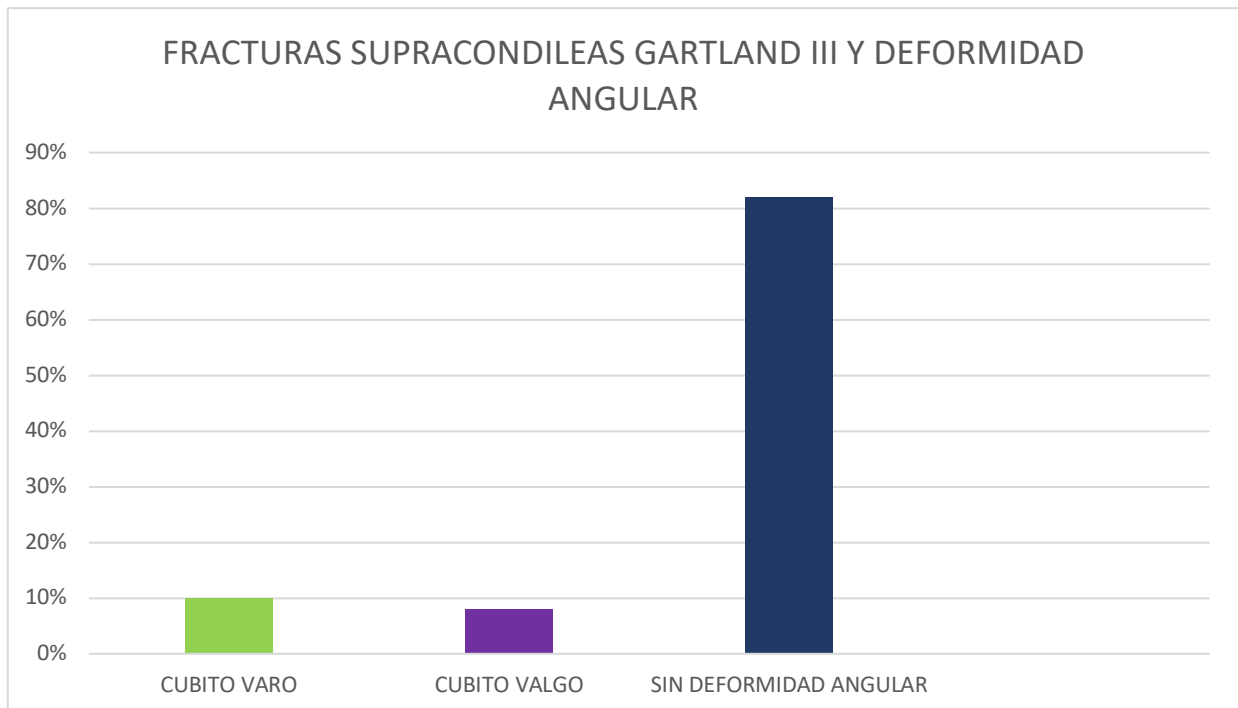


Tres pacientes presentaron deformidad angular posterior a una fractura supracondílea Gartland II: presentaron cubito varo el 12.5% y valgo 6.25%.



El tratamiento mas utilizado fue la reducción cerrada + colocación de aparato de yeso en 8 pacientes en 7 pacientes reducción cerrada mas fijación percutánea (fijación interna) y en 1 paciente fue reducción abierta con fijación interna.

Un total de 9 pacientes presentaron deformidad angular posterior a una fractura supracondílea Gartland III: 5 pacientes con deformidad en varo representando el 10% y 4 pacientes presentaron cubito valgo representando el 8% de pacientes con este grado de fractura y el tratamiento que mas se utilizo fue la reducción abierta con fijación percutánea el 89% el 11% restante de pacientes se trato con reducción cerrada mas fijación percutánea.



## EVOLUCIÓN DEL ANGULO DE BAUMANN AL FINAL DEL SEGUIMIENTO\*BAUMANN EN URGENCIAS

		BAUMANN EN URGENCIAS			Total	
		NORMAL	VARO	VALGO		
BAUMANN AL FINAL DEL SEGUIMIENTO	NORMAL	Recuento	27	24	5	56
		% dentro de BAUMANN EN URGENCIAS	96,4%	82,8%	62,5%	86,2%
	VARO	Recuento	0	5	0	5
		% dentro de BAUMANN EN URGENCIAS	0,0%	17,2%	0,0%	7,7%
	VALGO	Recuento	1	0	3	4
		% dentro de BAUMANN EN URGENCIAS	3,6%	0,0%	37,5%	6,2%
Total	Recuento	28	29	8	65	
	% dentro de BAUMANN EN URGENCIAS	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 1: Evolución al final del seguimiento P<0.001

## CORRELACION DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA Y OPPENHEIM EN LA TERCER CONSULTA\*CARACTERISTICS DE LA REDUCCION

		CARACTERISTICS DE LA REDUCCION			Total	
		RAFI	RCFI	RC+ YESO		
OPPENHEIM EN LA TERCER CONSULTA	NORMAL	Recuento	33	9	7	49
		% dentro de CHARACTERISTICS DE LA REDUCCION	71,7%	90,0%	77,8%	75,4%
	VARO	Recuento	6	1	0	7
		% dentro de CHARACTERISTICS DE LA REDUCCION	13,0%	10,0%	0,0%	10,8%
	VALGO	Recuento	7	0	2	9
		% dentro de CHARACTERISTICS DE LA REDUCCION	15,2%	0,0%	22,2%	13,8%
Total	Recuento	46	10	9	65	
	% dentro de CHARACTERISTICS DE LA REDUCCION	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

P<0.482

**CARACTERÍSTICAS DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA CON BAUMANN AL FINAL DEL SEGUIMIENTO\*CARACTERISTICS DE LA REDUCCION**

		CARACTERISTICS DE LA REDUCCION			Total	
		RAFI	RCFI	RC+ YESO		
BAUMANN AL FINAL DEL SEGUIMIENTO	NORMAL	Recuento	38	9	9	56
		% dentro de CARACTERISTICS DE LA REDUCCION	82,6%	90,0%	100,0%	86,2%
	VARO	Recuento	5	0	0	5
		% dentro de CARACTERISTICS DE LA REDUCCION	10,9%	0,0%	0,0%	7,7%
	VALGO	Recuento	3	1	0	4
		% dentro de CARACTERISTICS DE LA REDUCCION	6,5%	10,0%	0,0%	6,2%
Total	Recuento	46	10	9	65	
	% dentro de CARACTERISTICS DE LA REDUCCION	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

P<0.532

## DISCUSIÓN

Las fracturas supracondíleas de humero distal son fracturas relativamente frecuentes en el servicio de urgencias del Hospital Juárez de México ya que existe controversia en el tratamiento ya que hay quienes optan por la reducción cerrada sin fijación, reducción abierta con fijación de las fracturas desplazadas grado II y III según Gartland por lo que el equipo de traumatología es el que decide el tratamiento muchas veces basado en la experiencia del cirujano por lo cual en nuestro estudio se compara estas 2 tratamientos determinando el grado de desplazamiento al inicio y su resolución posterior a las 12 semanas.

Se evidencia en este estudio la relación inversa de la presencia de deformidad angular si se realiza reducción cerrada y fijación percutánea únicamente se presentó 1 paciente con deformidad angular en valgo lo que representa el 1.53% del total de la población cabe mencionar que del total de pacientes únicamente se le brindó este tratamiento al 20%. Se demuestra que la reducción abierta con fijación interna conlleva a mayor presencia de deformidad angular como lo reporta la literatura.<sup>8,27,28</sup>

La presencia de cubito varo presentado en nuestro estudio concuerda con lo previamente estudiado por Tang y Peña, aunque si se buscan algunas referencias cabe destacar que se menciona que hasta más del 90% de los pacientes pueden presentar deformidad por lo que es un rango muy amplio.<sup>14,15</sup>

También es de gran importancia mencionar que en cuanto a mayor fuera el grado de desplazamiento al presentar mayor fue el riesgo de presentar cubito varo.<sup>20</sup>

No se encontró riesgo asociado de presentar deformidad angular asociado al índice de masa corporal del paciente lo cual no concuerda con lo presentado por Chian.<sup>2</sup>

Se encontraron algunas limitantes propias del estudio de cohortes retrospectivo, que incluyen la posibilidad de presentar sesgo de observación y selección. No se realiza seguimiento de los pacientes hasta alcanzar la madurez esquelética lo que conlleva a que algunos pacientes pudieran presentar corrección o no de la deformidad sin tenerlos en cuenta en el análisis y brindarles el tratamiento oportuno en caso de presentar secuelas.

## **CONCLUSIONES**

Es necesario implementar un protocolo estructurado de revisión de los pacientes con fractura supracondíleas de húmero distal en la consulta externa ya que se debe evidenciar mediante mediciones radiográficas y detectar de manera oportuna las deformidades ya que estas presentan repercusiones a largo plazo como los son riesgo aumentado de fractura del cóndilo e inestabilidad de codo. Se debe mantener en vigilancia a los pacientes con esta patología hasta alcanzar madurez esquelética con el fin de brindar tratamiento a las complicaciones previamente citadas. En la actualidad el tratamiento de las fracturas supracondíleas inestables consiste en reducción cerrada fijación percútanea únicamente dejar la reducción abierta cuando es imposible realizar una reducción aceptable con la técnica anterior con el fin de obtener mejores resultados.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cailliet, R. (2017). Cap. 5 Anatomía funcional del codo, la muñeca, la mano y los dedos. (2da. ed.) Biomecánica. (pp. 145-192). Madrid, España. Editorial Marfan.
2. Benito, G. (2006). Cap. IV Lesiones de codo. (1era ed.). Traumatología Infantil (pp. 145). Argentina. Editorial nobuko.
3. Drake, RL. Mitchell AW. Vogl, AWM. (2020). Cap 7 Fractura supracondílea de húmero. (4ta ed.). Gray. Anatomía para estudiantes. (pp. 766). España. Elsevier.
4. Golano Alvarez, P. Fariñas Barberá O. Sáenz Navarro I. (2000). Cap. 9 Biomecánica del codo. (1era ed.) Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. (pp.147-158). España. Editorial Springer.
5. De Pablos, J. Gil Albarova, J. González Herranz, J. (2010). Cap. 15 Traumatismos de cintura escapular y miembro superior. (2da edición). Fracturas infantiles, conceptos y principios (pp. 177-231). España. Editorial Ergon.
6. Waldt, S. Woertler, K. (2011) Cap. 6 Elbow joint. (1era ed.). Measurements and classifications in Musculoskeletal Radiology. (pp. 103-107). Alemania. Editorial Thieme Medical Publishers.
7. Muñoz Gutierrez, J. (2011). Cap. 9 Codo. (2da ed.). Atlas de Mediciones Radiograficas en ortopedia y traumatología. (pp.72-77). Mexico. Editorial McGraw Hill
8. Herring, JA. Ho, C. (2014). Cap 33 Upper extremity injuries. (5ta ed.). Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. United States Of America. Elsevier.
9. Meinberg, E. G., Agel, J., Roberts, C. S., Karam, M. D., & Kellam, J. F. (2018). Fracture and dislocation classification compendium—2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 32(1), S1–S10. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001063.
10. Dabis, J., & Daly, K. (2016). Supracondylar fractures of the humerus in children: Review of management and controversies. *Orthopedic & muscular system: current research*, 05(01). <https://doi.org/10.4172/2161-0533.1000206>.
11. Eberl, R., & Weinberg, A. M. (2010). Operative corrections of posttraumatic deformities of the elbow joint in children. *Der Unfallchirurg*, 113(2), 139–148.
12. Kraus, T. Tauber, S. Linhart, W. (2013). Posttraumatische Komplikationen am kindlichen Ellenbogen. *Der Orthopäde* 42, 57–70 (2013). <https://doi.org/10.1007/s00132-012-2029-1>.
13. Singer, G., Kraus, T., Ruttenstock, E. M., Ferlic, P., & Eberl, R. (2013). Antegrade nailing can prevent cubitus varus and valgus after pediatric supracondylar fractures with impacted columns. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 27(12), 285-90.

14. Tang, X., Wang, J., Slongo, T., Wang, S., Ze, R., Zhou, R., & Li, J. (2020). Comparison of internal fixation vs. external fixation after corrective osteotomy in children with cubitus varus. *Et al [Journal of Shoulder and Elbow Surgery]*, 29(4), 845–852
15. Peña Cardona, C. J., Medina Madrid, L. M., Trujillo González, C. I., Peña López, A. de J., & González González, V. (2020). Actualización en fracturas supracondíleas del codo en la infancia. *Medicina UPB*, 39(1), 57–70.
16. Meyer, C. L., Kozin, S. H., Herman, M. J., Safier, S., & Abzug, J. M. (2015). Complications of pediatric supracondylar humeral fractures. *Instructional Course Lectures*, 64, 483–491.
17. Gómez Palacio, VE. Gil Albarova, J. Herrera, A. (2014). Complicaciones en las fracturas supracondíleas de húmero en la infancia. *Revista Española de Cirugía Osteoarticular*, 48(256), 150-162.
18. Abzug, J. M., & Herman, M. J. (2012). Management of supracondylar humerus fractures in children: Current concepts. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 20(2), 69–77.
19. Cha, S. M., Shin, H. D., & Ahn, J. S. (2016). Relationship of cubitus varus and ulnar varus deformity in supracondylar humeral fractures according to the age at injury. *Et al [Journal of Shoulder and Elbow Surgery]*, 25(2), 289–296.
20. Lu, M., Chen, Y., & Chen, W. (2014). Zhongguo gu shang = China journal of orthopaedics and traumatology, 27(11), 904–907
21. Chang, C.-H., Kao, H.-K., Lee, W.-C., & Yang, W.-E. (2015). Influence of obesity on surgical outcomes in type III paediatric supracondylar humeral fractures. *Injury*, 46(11), 2181–2184.
22. Bauer, A. S., Pham, B., & Lattanza, L. L. (2016). Surgical correction of cubitus varus. *The Journal of Hand Surgery*, 41(3), 447–452.
23. Eberl, R., & Weinberg, A. M. (2010). Operative corrections of posttraumatic deformities of the elbow joint in children. *Der Unfallchirurg*, 113(2), 139–148.
24. Murase, T. (2018). Morphology and kinematics studies of the upper extremity and its clinical application in deformity correction. *Journal of orthopaedic science: official journal of the Japanese Orthopaedic Association*.
25. Castañeda Leeder, P. Aziz Jacobo, J. Atri Levi, J. (2007). Riesgo de desarrollar cúbito varo después de fracturas supracondíleas del húmero en niños. *Rev Mex Ortop Ped*, 9(1); 13-18.
26. Pimienta Pérez, N. Castillo Herrera, E. Matos Ojeda, JL. Aguila Crespo, LR. Ballate Machado, D. Alfonso Chang, Y. (2018). Incidencia de las fracturas supracondíleas del codo en Pediatría: fijación percutánea lateral. *Acta Médica del Centro*, 12(2), 140-147.

27. **López-Hernández, J. R., González-Gijón, O. R., Anaya-Morales, A., Mejía-Rohenes, L. C., Mora-Ríos, F. G., & Canales-Zamora, O. A. (2020). Complicaciones de fracturas supracondíleas humerales en niños. *Acta ortopedica mexicana*, 34(2), 91–95. <https://dx.doi.org/10.35366/95321>**
28. **Miralles, R. Desalineaciones de las extremidades. *Secuelas Cirugía Ortopédica y Traumatología en zonas de menor desarrollo.***
29. **Smith, L. (1960). Deformity Following Supracondylar Fractures of the Humerus. *The Journal of bone and joint surgery*, 43(2), 235-252.**