



11245

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE MEDICINA

División de Estudios de Posgrado e Investigación

SECRETARIA DE SALUD

Hospital Juárez de México

**“ REDUCCIÓN ABIERTA Y FIJACION INTERNA CON
CLAVOS DE KIRSCHNER CRUZADOS DE FRACTURAS
SUPRACONDILEAS DE HÚMERO EN NIÑOS TIPO
GARTLAND III ”**

(Abordaje Posterior Bilaterotricipital)

**TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA**

PRESENTA EL DR. LUIS LÓPEZ RODRÍGUEZ

ASESOR DE TESIS: DR. SERGIO GÓMEZLLATA GARCÍA



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2005

M 352298



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



AUTORIZACION DE TESIS

HOSPITAL JUAREZ DE MEXICO
DIVISION DE ENSEÑANZA

DR. JORGE ALBERTO DEL CASTILLO MEDINA
Jefe de la División de Enseñanza

DR. DIEGO MARTÍN DE LA TORRE GONZALEZ
Profesor Titular del Curso Universitario de Especialización
en Ortopedia y Traumatología

DR. LUIS LÓPEZ RODRÍGUEZ
Director de Tesis

DR. SERGIO GÓMEZLLATA GARCÍA
Asesor de Tesis

Numero de registro de protocolo: HJM- 1141/05.08.10.

DEDICATORIA

A mi padre

Valdimiro López Zavala

Seguiré tu ejemplo por toda mi vida

AGRADECIMIENTOS

A mi familia:

A mi madre Lili

Alberto, Valdimiro y Betsy

Gracias por compartir esta vida

A mis maestros:

Dr. Sergio GómezLlata García

Dr. Rudy Salazar

Dr. Diego de la Torre

Dr. Jorge Góngora

Mi respeto y admiración por siempre maestros, gracias

A Dulcinea:

La mitad que me faltaba

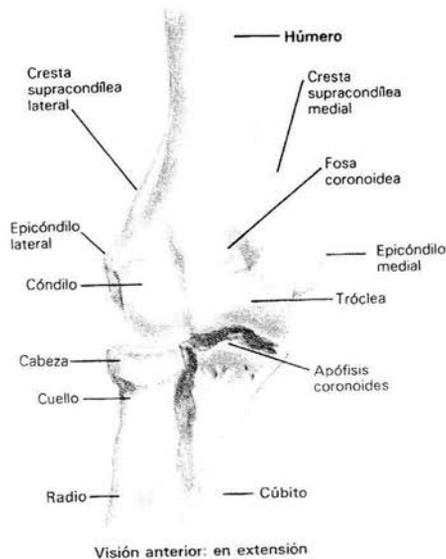
INDICE

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	
Revisión Anatómica	1
Nucleos de Osificación	5
Evaluación radiográfica normal del húmero distal en niños	6
Definición	9
Epidemiología	9
Mecanismo de lesión	10
Diagnóstico clínico y radiológico	11
Clasificación radiográfica	13
Clasificación de Kocher	14
Clasificación de Felsenreich	14
Clasificación de Holmberg	15
Clasificación de Gartland	16
Tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en niños	17
Complicaciones de las fracturas supracondíleas de húmero en niños	26
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
OBJETIVOS GENERALES	34
DISEÑO DEL ESTUDIO	
Universo de estudio	35
Tamaño de la muestra	35
Lugar	35
Criterios de inclusión y eliminación	36
Material y métodos	38
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	49
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
GRÁFICOS DE RESULTADOS	54
CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59

ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

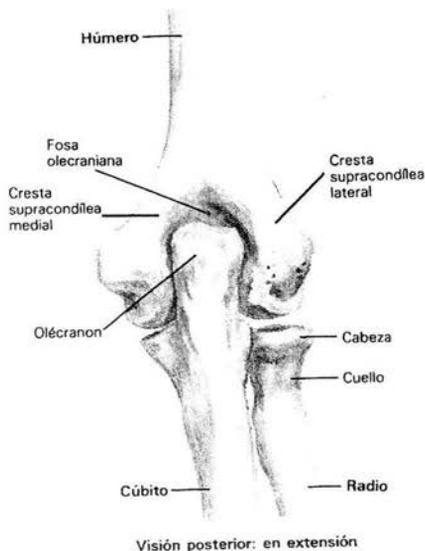
1. Revisión anatómica.

La articulación del codo comprende las articulaciones humerorradial, humerocubital y la articulación radiocubital proximal dentro de una capsula común, incluye necesariamente el extremo distal del húmero y la porción proximal del radio y el cubito. ⁽¹⁾



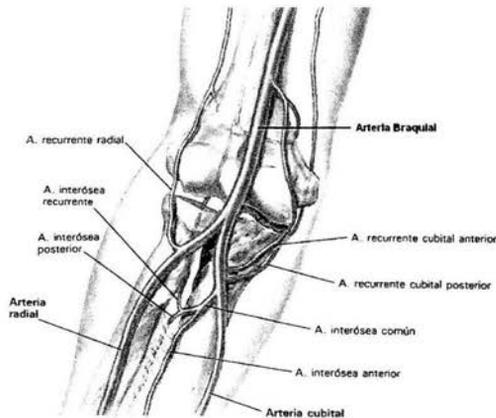
En el extremo distal del húmero, dos crestas supracondíleas lateral y medial salen de los respectivos bordes inferiormente y se continúan en los epicóndilos lateral y medial del húmero. La extremidad inferior del hueso es anteroposterior y medio lateralmente aplanada, siendo ensanchada por la presencia de los epicóndilos lateral y medial. Las superficies articulares para el radio y cubito llamadas cóndilo y tróclea respectivamente, se dirigen hacia abajo y adelante, lo que le confiere una angulación anterior al extremo distal del húmero. En la parte anterior del extremo distal del húmero se encuentran la fosa radial y la fosa coronoidea, que proveen de una superficie articular condílea para la cabeza del radio y una superficie troclear para la apófisis coronoides del cubito respectivamente. ⁽¹⁾

La tróclea tiene forma de bobina, con una depresión profunda entre dos márgenes bien definidos. La depresión es ligeramente espiroidea y recibe la cresta central de la escotadura troclear del cúbito. ⁽¹⁾

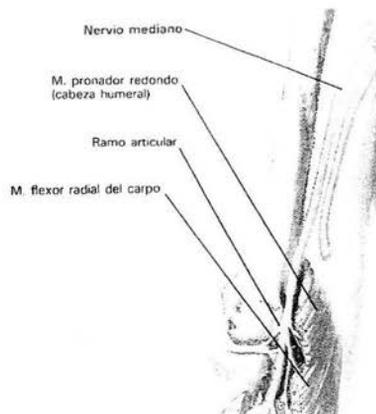


En la parte posterior del extremo distal del húmero se encuentra la fosa olecraniana que proporciona la superficie articular para el olécranon. Sobre la región del epicóndilo medial se encuentra una depresión en forma de corredera que discurre hacia abajo y medial hasta la tróclea, conocido como surco epitrocleoolecraniano por donde se proyecta el nervio cubital a nivel del codo. ⁽¹⁾

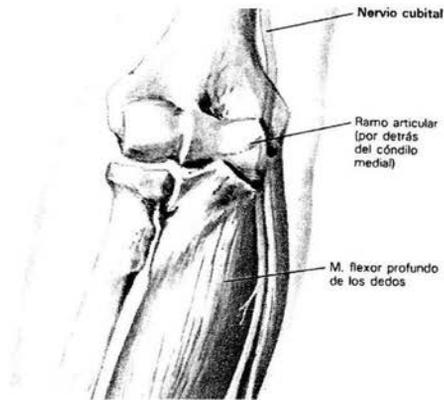




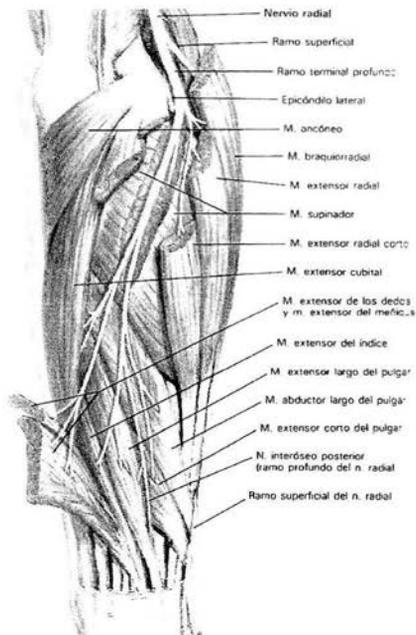
La arteria braquial o humeral es la continuación de la arteria axilar y se extiende desde el borde inferior del músculo redondo mayor hasta su bifurcación en arteria radial y cubital frente al cuello del radio en la parte inferior de la fosa del codo. Proporciona numerosas ramas musculares en el brazo, principalmente por la cara lateral: braquial profunda, nutricia del húmero, colateral cubital superior e inferior. Las venas braquiales acompañan una a cada lado de la arteria y se forman a partir de las venas satélites de las arterias cubital y radial, drenando las áreas irrigadas por tales arterias. ⁽¹⁾



El nervio mediano, formado por las raíces medial y lateral de los fascículos (C5,C6,C7,C8 y T1) del plexo braquial, se inclina medialmente sobre la arteria braquial y desciende a lo largo de su cara medial hasta la fosa del codo, pasa al antebrazo a través del músculo pronador redondo. ⁽¹⁾



El nervio cubital (C7,C8 y T1), es la principal continuación del fascículo medial del plexo braquial. Hacia la mitad del brazo, atraviesa el tabique intermuscular medial y desciende por delante de la cabeza medial del músculo tríceps braquial, junto a la arteria colateral cubital superior. En el tercio inferior del brazo, se inclina hacia atrás para alcanzar el intervalo entre el epicóndilo humeral medial y el olécranon. ⁽¹⁾



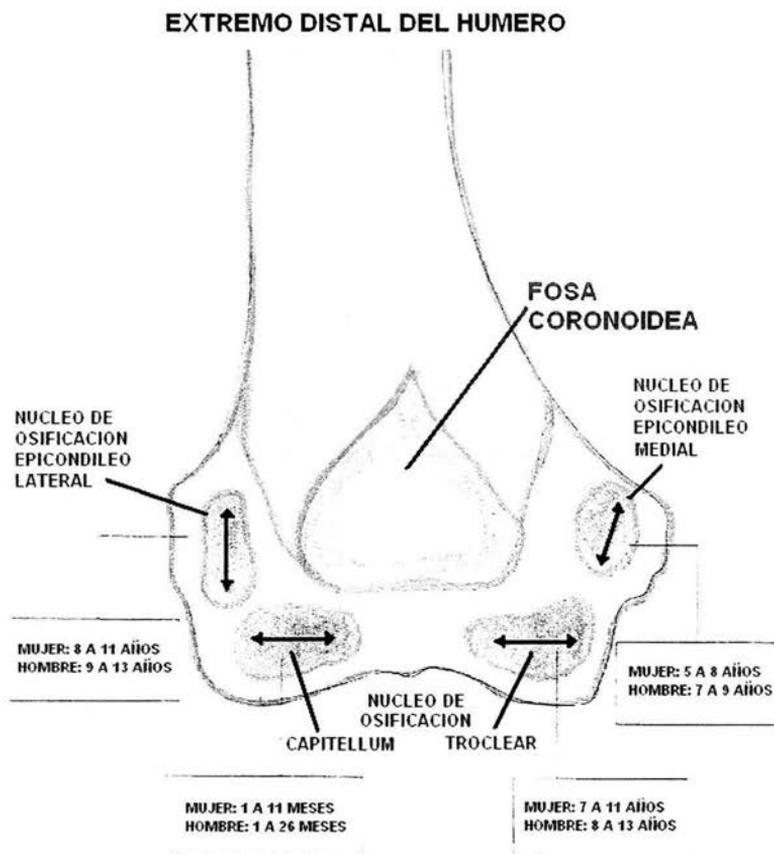
El nervio radial es la principal continuación del fascículo posterior del plexo braquial (C5 a C8 y T1)

Al llegar al tercio distal del brazo en el margen lateral del húmero, atraviesa el tabique intermuscular lateral para entrar en el compartimiento anterior del brazo, en su curso hacia el antebrazo se divide delante del epicóndilo lateral del humero en dos ramos terminales superficial y profundo.⁽¹⁾

2. Núcleos de osificación.

El húmero se osifica a partir de 8 centros de osificación: uno para la diáfisis y siete para las apófisis - cabeza humeral, troquiter, troquin , epicóndilo lateral , epicóndilo medial , tróclea y capitellum –

Al nacer, el húmero está osificado en casi toda su longitud; solo los extremos permanecen cartilagosos.^(1, 2, 5)



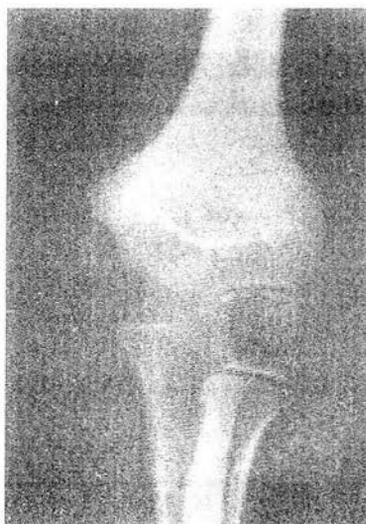
En el extremo distal del húmero se encuentran 4 núcleos de osificación, uno para cada epicóndilo, para el capitellum y para la tróclea.

APARICION DE LOS NUCLEOS DE OSIFICACION DEL HUMERO DISTAL		
NUCLEO DE OSIFICACION	MUJER	HOMBRE
CONDILO LATERAL O CAPITELLUM	1 A 11 MESES	1 A 26 MESES
TROCLEA	7 A 11 AÑOS	8 A 13 AÑOS
EPICONDILO LATERAL	8 A 11 AÑOS	9 A 13 AÑOS
EPICONDILO MEDIAL	5 A 8 AÑOS	7 A 9 AÑOS

Los centros de osificación del capitellum , epicóndilo lateral y de la tróclea se unen y se fusionan con la diafisis del humero alrededor de los 13 años en las mujeres y de los 15 años en los hombres. El centro separado del epicóndilo medial se une con la diafisis alrededor de los 14 o 16 años. ^(1, 2, 5)

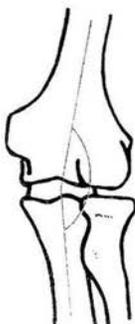
3. Evaluación radiográfica normal del humero distal en niños.

La evaluación radiográfica se realiza sobre las proyecciones anteroposterior y lateral del codo del niño, se debe tener en cuenta la edad del paciente e identificar los núcleos primarios de osificación de la extremidad distal del humero, cuantificándolos en número, presencia, espacio comprendido entre el núcleo y el resto del hueso. ^(2, 3)

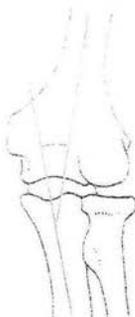


En la proyección anteroposterior se debe verificar la congruencia de las articulaciones del codo, humeroradial, humerocubital y radiocubital proximal.

En la proyección radiográfica del codo de un niño es posible trazar líneas para medir las relaciones topográficas y geométricas que guardan las partes del codo entre sí, a continuación se detallan las características de éstas, así como los valores normales resultantes. ^(2,3)



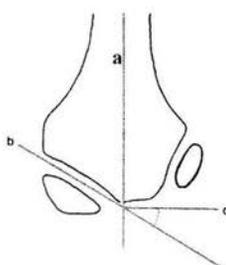
El **ángulo de cubito valgo fisiológico** también llamado ángulo braquial está formado por la intersección del eje de la diáfisis del húmero con el eje de la diáfisis del cubito. Su valor normal es de **170°** varones y **160°** mujeres. ⁽³⁾



El **ángulo de acarreo** del codo es el ángulo complementario del ángulo braquial, tomado de la intersección del eje longitudinal del húmero y cubito. ⁽³⁾

Valor normal:

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

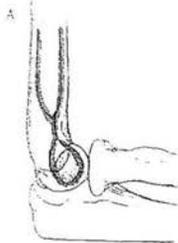


El **ángulo de Baumann** se obtiene al trazar el eje diáfisisario del húmero (a), otra línea que pasa paralela a la fisis o cartilago de crecimiento del condilo lateral del húmero (b), después se traza una línea perpendicular al eje del húmero (c). El ángulo se forma con la intersección de estas dos últimas líneas.

Su valor normal es de **20°** ⁽³⁾

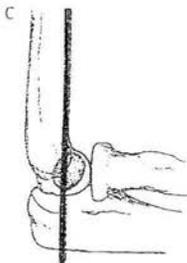


En la proyección lateral del codo es posible visualizar las imágenes superpuestas de la epífisis distal del húmero, así como las relaciones anatómicas que guardan las partes entre sí. ⁽³⁾



El **signo de la lágrima** es una imagen formada por la superposición del condilo lateral y medial también denominada imagen en “8”

Su presencia corresponde a la inclinación anterior normal de la paleta humeral. ⁽³⁾



La **línea humeral anterior** se identifica al prolongar la cortical anterior en la proyección lateral del húmero y esta debe bisecar el capitellum articular. ⁽³⁾



La **paleta humeral del niño** esta situada hacia anterior y la línea humeral anterior debe pasar por el tercio medio de la superficie articular del capitellum. En la base del capitellum se toma la anchura completa de este y se divide en tercios. ⁽³⁾



El **ángulo de la paleta humeral** se obtiene de la intersección del eje de la diafisis del húmero con el eje de la paleta humeral.

Su valor normal es de **45°** ⁽³⁾

4. Definición

Se denomina fractura supracondilea de húmero a la solución de continuidad del tejido óseo que ocurre en el extremo distal del húmero y cuya localización del trazo de la fractura se encuentra comprendida entre la metáfisis distal del húmero y la región de las prominencias óseas denominadas cóndilos. De trazo oblicuo corto o transverso, que involucra las crestas supracondileas medial y lateral. ^(2, 4, 5)

5. Epidemiología

La fractura supracondilea de húmero es el tipo de fractura del codo más frecuente en niños y adolescentes, representa del 53% al 67% de las fracturas del codo en este grupo de edad.

Se presenta con mayor frecuencia entre los **3 a 10** años de edad.

Con mayor incidencia en **varones** en relación **3:1** con las mujeres.

Predomina la lesión en el brazo **izquierdo** en relación **2:1** que en el derecho.

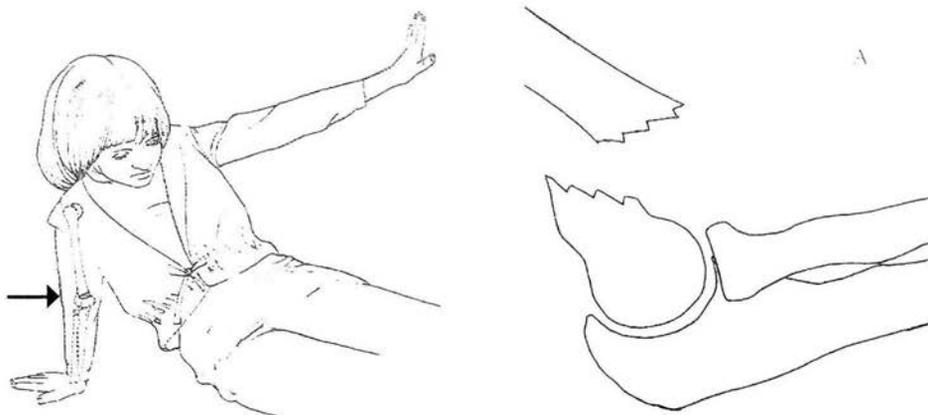
En el 1.2% de los casos se encuentra una fractura asociada en la misma extremidad, generalmente fracturas de la fisis distal del radio.

La incidencia de fracturas supracondíleas expuestas en niños es del 3%. ^(2,4,5)

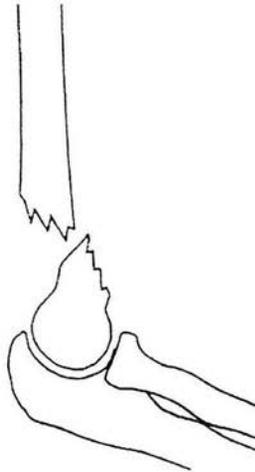
La causa más frecuente de estas fracturas es la caída de una altura, mientras que la caída desde el mismo nivel representa la segunda en orden de frecuencia. Los accidentes deportivos, accidentes de tráfico, golpes directos y los producidos por un mecanismo de torsión o compresión son causas mucho más raras. ^(2,4,5)

6. Mecanismo de lesión.

Se consideran 2 tipos de fracturas supracondíleas, según la posición del antebrazo en relación con el momento del traumatismo y el desplazamiento del fragmento distal.



El tipo de **extensión**, más común, constituye el 95% de los casos. Es producido por caída sobre la mano con el brazo extendido e hiperextensión del codo. El fragmento distal se desplaza hacia atrás.

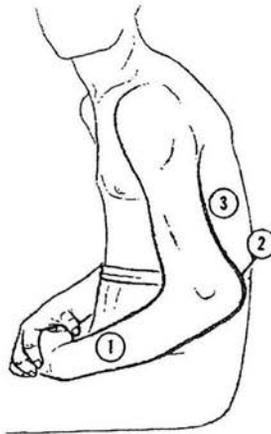


El tipo de **flexión** es raro, y ocurre en solo el 5% de los casos, por lo común después de caída con el codo en flexión y hay desplazamiento resultante del fragmento distal hacia adelante ^(2,4,5)

7. Diagnóstico Clínico y Radiológico.

En la anamnesis se encuentran datos positivos sobre traumatismo de la extremidad superior, dependiendo de la intensidad del trauma se puede sospechar una fractura simple NO desplazada, en cuyo caso la tumefacción puede ser mínima y el dato más característico será la sensibilidad sobre el extremo inferior del húmero. ^(2,4,5)

En caso de lesión más violenta con probable desplazamiento de los fragmentos, se hacen mucho más características la **tumefacción y deformidad del codo**. El grado de tumefacción depende en general de la gravedad de la fractura y el tiempo pasado entre la lesión y la exploración del paciente; en el paciente visto varias horas después del trauma se ha desarrollado tensión en la región antecubital a causa de extravasación de sangre, y pueden ocurrir cambios cutáneos en forma de ampulas. Suele haber **dolor intenso**, la exploración de la superficie posterior de la parte inferior del brazo mostrará discontinuidad del hueso. El fragmento proximal desplazado hacia delante es a menudo palpable por debajo de la piel. En caso de cabalgamiento estará **acortado** el brazo con lesión. ^(2,4,5,8)



1. el antebrazo aparece acortado
2. el extremo del codo presenta una prominencia anormal
3. se forma una concavidad en la región del tendón del tríceps. ⁽⁴⁾



En la proyección radiográfica anteroposterior se puede documentar la solución de continuidad del extremo distal del húmero, de localización supracondilea, por lo general el trazo de fractura suele ser transverso y completo; cuanto mayor sea el paciente más oblicua tenderá a ser la línea de fractura. Puede haber cabalgamiento de los fragmentos, el extremo inferior del fragmento proximal se proyecta hacia delante en la mayoría de los casos, provocando desgarro en el músculo braquial. ^(2, 4, 5, 8)

El ángulo de Baumann y de acarreo están alterados, o no pueden ser medidos.



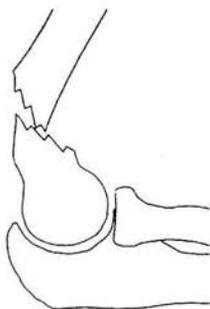
En la proyección radiográfica lateral se aprecia que la línea de fractura atraviesa en sentido oblicuo hacia arriba y hacia atrás. El fragmento proximal se proyecta hacia delante y se puede encontrar cabalgado. El fragmento distal de la fractura se desplaza en sentido proximal y hacia atrás por la fuerza de la fractura que se trasmite hacia arriba, a través de los huesos del antebrazo, y por tracción del músculo bíceps braquial. A menudo se inclina hacia fuera y hacia dentro y es común encontrarlo en rotación interna. Se puede asociar a luxación del codo o fractura distal del radio. ^(2,4,5,8)

Las líneas de relación topográfica y geométrica como el signo de la lágrima, la línea humeral anterior y la inclinación de la paleta humeral se encuentran anormales o ausentes. El ángulo de la paleta humeral **no** se puede medir por incongruencia de las líneas que lo forman.

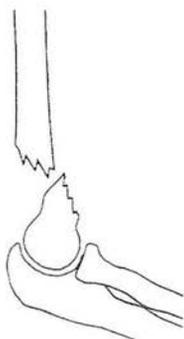
8. Clasificación radiográfica.

Clásicamente se han clasificado las fracturas supracondíleas de húmero, según el desplazamiento del fragmento distal de la fractura en la proyección radiográfica lateral.

Clasificación de **Kocher**: las divide en 2 tipos, en extensión y en flexión.

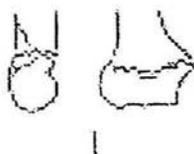


Fractura en **extensión**: El fragmento distal de la fractura desplazado hacia posterior origina una angulación de la fractura hacia atrás.

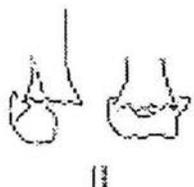


Fractura en **flexión**: al contrario de la anterior, el fragmento distal de la fractura se desliza hacia anterior originando una angulación anterior.

Clasificación de **Felsenreich** : Esta clasificación se basa en el desplazamiento de los fragmentos en el plano frontal y lateral y divide a las fracturas supracondíleas de humero en 3 tipos.



Tipo I : Mínimo o ningún desplazamiento en el plano frontal, en el plano lateral se encuentra angulación posterior mayor de 20 grados.



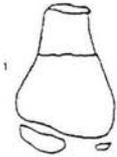
Tipo II : Parcial desplazamiento en el plano frontal sobre la diafisis humeral, y/o desplazamiento torsional. Angulación posterior con contacto cortical de los fragmentos.



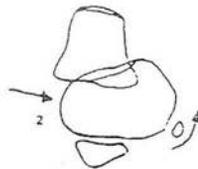
III

Tipo III : Hay un desplazamiento completo de los fragmentos y no hay contacto de corticales entre ellos, presenta desplazamiento rotacional.

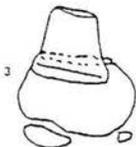
Clasificación de **Holmberg** : Al igual que otras clasificaciones, se basa en el desplazamiento del fragmento distal de la fractura, así como los componentes rotacionales y angulares de la fractura. Las divide en 5 grados.



Grado 1: Trazo de fractura supracondileo sin desplazamiento de los fragmentos.



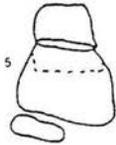
Grado 2 : angulación y desplazamiento lateral del fragmento distal de la fractura. Mínimo componente rotacional.



Grado 3 : Existe desplazamiento del fragmento distal hacia posterior con cabalgamiento de los extremos de la fractura con mínima angulación. Por mecanismo de extensión.

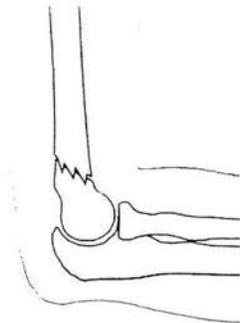


Grado 4 : Entre los fragmentos de la fractura se encuentra rotación, angulación lateral o medial y cabalgamiento.

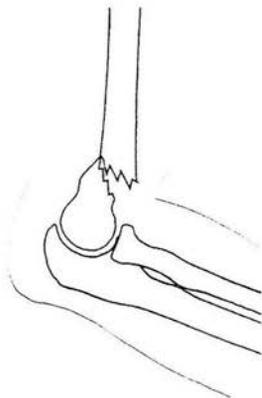


Grado 5 : El fragmento distal de la fractura se desplaza hacia anterior, con cabalgamiento. Por mecanismo de flexión, poco frecuente.

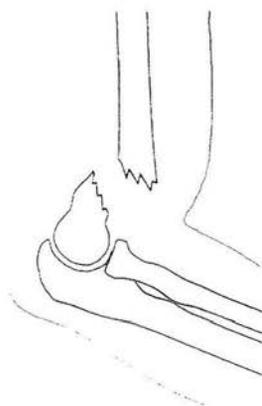
Clasificación de **Gartland** : Esta clasificación se basa en el grado y localización del desplazamiento, y divide a las fracturas supracondíleas de humero en 3 grados.



Tipo I: es una fractura supracondílea de humero, completa, sin desplazamientos de los fragmentos, con contacto de las corticales anterior y posterior de los fragmentos.



Tipo II: es una fractura supracondilea de humero, completa, desplazada aunque conserva el cortex posterior integro, es decir, conserva el contacto de la cortical posterior en los extremos fracturarios.



Tipo III: es una fractura supracondilea de humero, completa, con gran desplazamiento y no hay contacto de la cortical posterior de los fragmentos de la fractura, se agrega un componente rotacional.

9. Tratamiento de las fracturas supracondileas de húmero en niños.

Por regla, antes de iniciar el tratamiento de una fractura se debe verificar el estado neurocirculatorio de la extremidad, que pudiera afectar la viabilidad del miembro.

En base a los hallazgos radiológicos y a la clasificación radiográfica de la fractura se pueden establecer 3 parámetros de tratamiento de este tipo de fracturas:

1. La reducción cerrada bajo manipulación e inmovilización de la fractura.
2. La reducción cerrada, fijación interna percutánea e inmovilización de la fractura.
3. La reducción abierta y fijación interna e inmovilización de la fractura. ^(2,4,5,8)

Reducción cerrada bajo manipulación e inmovilización.

Este método de tratamiento se encuentra indicado para las fracturas supracondíleas de humero no desplazadas o con mínimo desplazamiento, sin datos de alteración neurovascular que exijan la exploración vascular o neurológica abierta.

El principio de tratamiento es la aplicación de maniobras gentiles para restablecer la situación ósea anatómica, aunque conseguir la reducción anatómica de la fractura es en ocasiones imposible debido a la acción de los grupos musculares del brazo y antebrazo. ^(2,4,5,8,9)

Generalmente se recomienda la siguiente **maniobra de reducción** bajo anestesia general: ^(2,4,5)



Identificación del tipo y variedad de la fractura a través de la evaluación clínica y radiográfica, determinando los desplazamientos y angulaciones de los fragmentos en el sentido anterior, posterior y lateral. ⁽⁵⁾



Tracción desde el antebrazo y contracción a nivel del brazo con el codo en extensión, para restablecer la longitud de la extremidad y corregir el cabalgamiento, así como corregir los desplazamientos lateral o medial. ⁽⁵⁾



Reducción de la fractura aplicando presión sobre el fragmento distal para dirigirlo hacia delante y el fragmento proximal hacia atrás, conservando la tracción del antebrazo y aplicar **flexión aguda** del codo para mantener la reducción lograda. ⁽⁵⁾

En las fracturas supracondíleas de humero, el bíceps braquial **pierde** su acción supinadora porque se altera la continuidad del humero. La acción del pronador redondo poderoso sin músculo oponente inclina la articulación radiocubital proximal hacia la pronación. Como la articulación esta fija por los pronadores se producirá **deformidad vara** en el sitio de la fractura. La dirección del desplazamiento original del fragmento distal es el factor que hay que tomar en cuenta al decidir la posición del antebrazo cuando se inmoviliza con el molde de yeso. Si estaba **desplazado hacia adentro**, se hace **pronación del antebrazo** con objeto de poner a tensión la bisagra interna y cerrar la línea de fractura en el lado externo, lo que previene así la deformidad de **cubito varo**; pero si el fragmento distal estaba **desplazado hacia fuera**, la **supinación del antebrazo** apretará la bisagra perióstica interna, cerrará la línea de fractura en el lado interno y prevendrá el **cubito valgo**. ^(2,4,5,8,9)



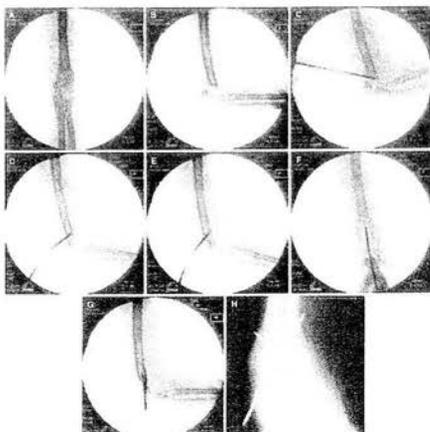
Inmovilización del codo mediante la aplicación de yeso braquiantebraquial, manteniendo la flexión aguda del codo y se colocará el antebrazo en actitud de pronación o supinación dependiendo del desplazamiento del fragmento distal de la fractura antes de la reducción, según el párrafo anterior.

Rehabilitación de la extremidad al cabo de 4 a 5 semanas en promedio una vez consolidada la fractura. ^(2,4,5,8,9)

Reducción cerrada, fijación interna percutánea e inmovilización.

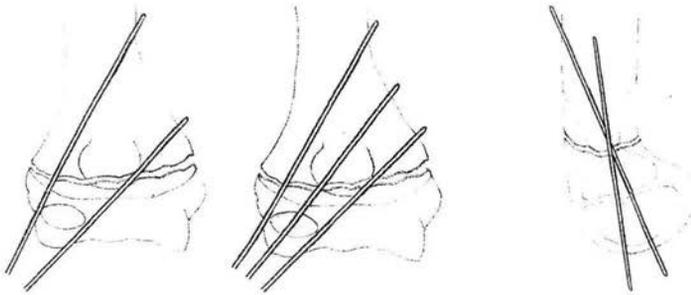
Es el método de tratamiento más difundido y aceptable en la actualidad para el tratamiento de las fracturas supracondíleas de humero en niños, pese a que se obtienen excelentes resultados en el tratamiento de las fracturas con desplazamiento mínimo o moderado, se han reportado fracasos del tratamiento en las fracturas supracondíleas de humero con desplazamiento grave clasificadas como Gartland III ó Holmberg grado 5. (2 , 4 , 5 , 8 , 9 , 12 , 14 , 16 , 19 , 20 , 23 , 25)

El método consiste en la reducción de la fractura tal como se describe previamente, manteniendo la posición de reducción mediante flexión máxima del codo y, una vez constatada radiográficamente la situación aceptable de la fractura, se realiza la **osteosíntesis** con la inserción de dos o tres clavos de Kirschner a cielo cerrado desde el lado externo o desde el lado interno y externo de forma cruzada. La inserción del clavo de Kirschner desde el lado interno presenta el inconveniente de producir lesión neurológica iatrogénica del nervio cubital al tratar de introducir el clavo sobre el epicóndilo medial. Este tipo de lesión es bien conocida y se ha reportado una prevalencia del 5% en 2 series largas de estudio de fracturas supracondíleas de humero. (2 , 4 , 5 , 8 , 9 , 12 , 14 , 16 , 19 , 20 , 23 , 25 , 31 , 32 , 33 , 34)



La **osteosíntesis** a cielo cerrado se comenzará por el lado externo más fácil de realizar. Se empieza introduciendo el clavo de Kirschner bajo control con intensificador de imágenes o fluoroscopio en el plano anteroposterior (c) bajo visión lateral de la fractura, se introduce el clavo sobre el extremo del fragmento proximal y se aplica una maniobra de palanca para obtener la alineación y reducción de la fractura (d) se verifica la reducción de la fractura en el plano lateral y

anteroposterior (e,f) y se introducen percutáneamente dos o tres clavos de kirschner en el lado lateral o lateral y medial cruzados (g,h), una vez comprobada la reducción y estabilización de la fractura se procede a la inmovilización del codo con molde de yeso braquiantebraquialpalmar. (2 , 5 , 12 , 13 , 14 , 16 , 17)



Los partidarios de la osteosíntesis con 2 o 3 clavos de Kirschner desde el lado externo intentan evitar la lesión del nervio cubital. Los que abogan por la osteosíntesis con una aguja desde el lado externo y otra desde el interno opinan que el riesgo de lesión neurológica es mínimo y que colocar el segundo clavo por el lado interno aporta mayor estabilidad a la osteosíntesis. Sin embargo, aunque existen trabajos biomecánicos y clínicos que demuestran mayor estabilidad en osteosíntesis con clavos por ambos lados, otros dan resultados similares en ambos sistemas de osteosíntesis. (2, 12, 13, 14, 16, 17)

Reducción abierta, fijación interna e inmovilización.

La reducción abierta de estas fracturas, decía Watson –Jones, “solo la mencionamos para condenarla”. Esta opinión generalizada en la primera mitad del siglo ha cambiado, por lo que actualmente se preconiza la reducción y osteosíntesis abierta con clavos de Kirschner en los casos del fracaso del tratamiento cerrado y en aquellos casos en que se requiere de una exploración por la presencia de daño vascular o neurológico. (2, 17, 18, 19, 20, 21, 23)

Las indicaciones para el tratamiento abierto de las fracturas supracondíleas de humero son en orden de importancia, la necesidad de exploración neurovascular del segmento afectado, fractura irreducible y tras varios intentos fallidos de reducción cerrada. (2, 17, 18, 19, 20, 21, 23)

Para el tratamiento abierto de las fracturas supracondíleas de humero se han propuesto distintos abordajes. Las vías posteriores han sido las más utilizadas, con sus variantes de **sección del tendón tricipital** en “V” en la unión miotendinosa o en el tendón, o alcanzando la fractura a los lados del

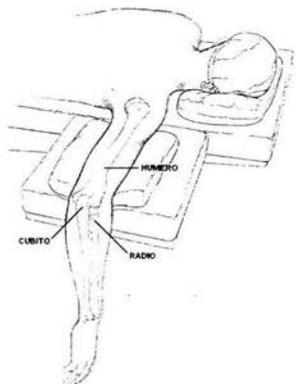
tríceps **sin seccionarlo** (**abordaje posterior bilaterotricipital**). También se han recomendado abordajes anteriores y laterales, longitudinal externo, longitudinal interno o bilaterales. Se ha dicho que el abordaje posterior podría afectar a estructuras no lesionadas en las fracturas supracondíleas en extensión, y por tanto, incrementar los casos con limitación de movilidad final. Solo se ha referido pérdida de movilidad significativa tras los abordajes posteriores con sección del tríceps y no en las vías que evitan la sección del mecanismo tricipital. (2 , 17 , 18 , 19 , 20 , 21 , 23)

Un abordaje quirúrgico debe permitir una rápida y segura reducción de la fractura, con una alineación anatómica completa. Las estructuras anatómicas ocultas para la reducción cerrada deben ser exploradas con facilidad y las estructuras neurovasculares deben ser fácilmente identificadas y reparadas. (2 , 17 , 20 , 21 , 23)

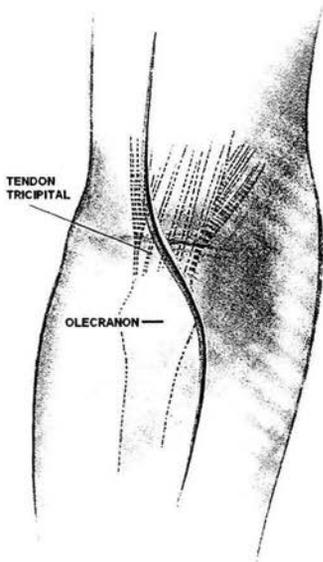
Los abordajes posteriores permiten una exposición mas adecuada de la fractura, una síntesis más fácil de la misma, evitan estructuras neurovasculares importantes y exponen más claramente las superficies articulares y la línea articular. (2 , 17 , 20 , 21 , 23)

Abordaje posterior bilaterotricipital.

Descrito como una vía de abordaje alternativa para el tratamiento de las fracturas supracondíleas de humero en las cuales se encuentra alteración neurológica o vascular, por lo general ocurrida en fracturas de mayor complejidad y desplazamiento (grado III de Gartland o Holmberg 5). (2 , 17 , 20 , 21)

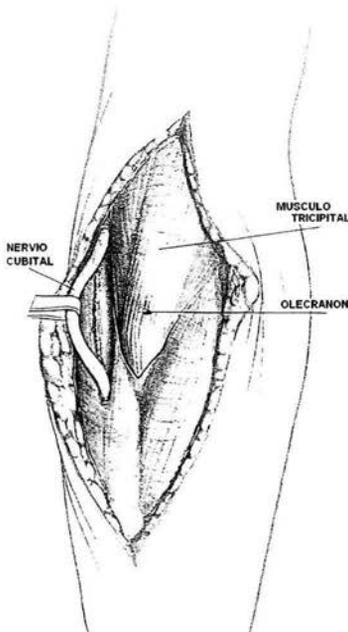


Se inicia con el paciente en posición decúbito ventral, bajo los efectos de anestesia regional o general, con especial cuidado del almohadillado de las zonas de prominencias óseas, cuello y tórax, la extremidad afectada en actitud de rotación interna del hombro, flexión del codo a 90° y la colocación de un soporte a nivel del pliegue del codo que permita la libre manipulación del antebrazo. (36)



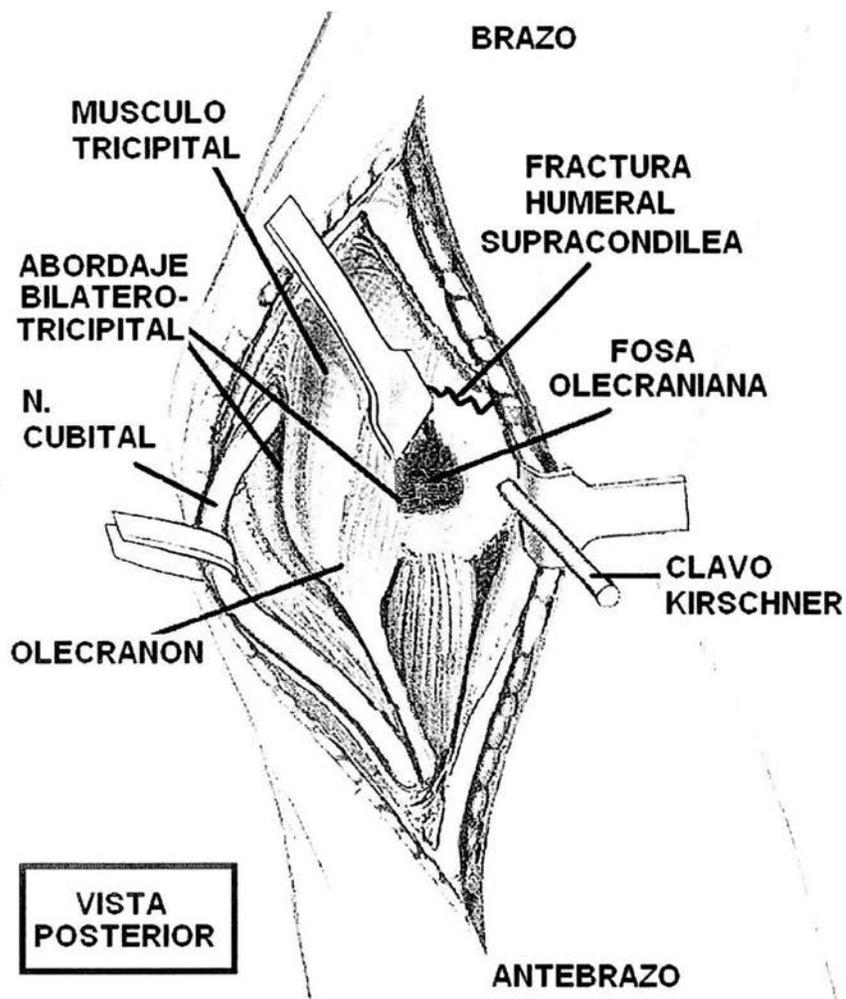
Se aplica en la región proximal del brazo un brazaletes para isquemia de la extremidad, y se realiza asepsia y antisepsia de la región.

Se procede a iniciar el abordaje a través de una incisión en "S" itálica desde la región posteromedial del extremo distal del brazo, dirigida con ligera oblicuidad hacia medial y distalmente, tomando como referencia la protuberancia olecraniana, para terminar distalmente al lado interno sobre el eje del cubito. ⁽³⁶⁾

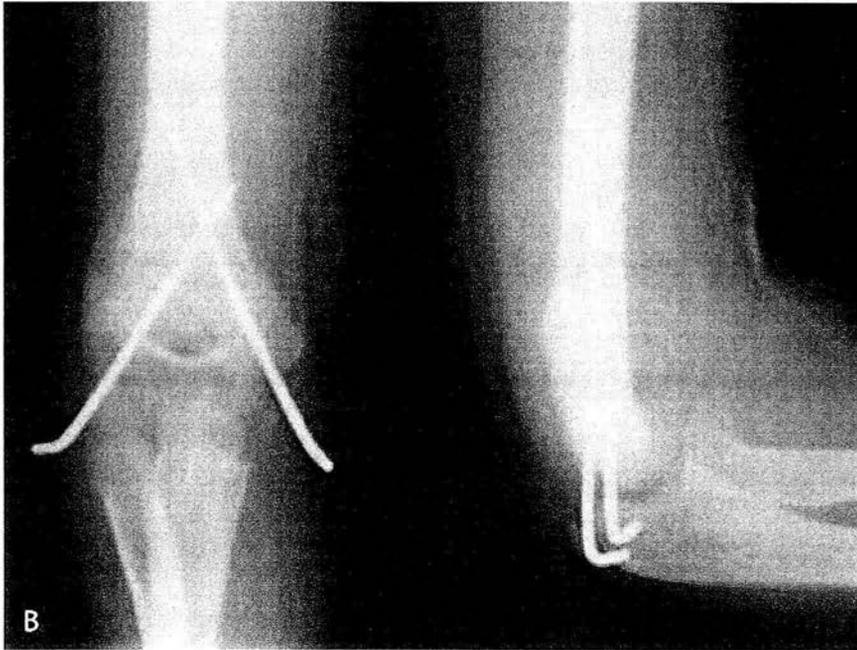


Tras la disección de los planos superficiales y subcutáneos, se procede a la búsqueda y disección del nervio cubital, localizado medialmente sobre el surco epitrócleolecraniano, el cual se libera y refiere.

Se identifica la unión miotendinosa del músculo tríceps braquial a nivel del olécranon así como las proyecciones laterales del tabique muscular a ambos lados del músculo. Se identifica y disecciona a través del tabique a ambos lados del tríceps para exponer las estructuras anatómicas subyacentes. Este tipo de abordaje **NO requiere la sección del tendón tricépal**, lo que provee de una rápida recuperación funcional de la extremidad sin pérdida de la fuerza muscular del tríceps. ⁽³⁶⁾



A través de ambos lados del músculo tríceps, es posible disecar y visualizar la epífisis distal del humero, las crestas supracondíleas lateral y medial, la articulación humerocubital, fosa olecraniana, capsula articular y demás estructuras articulares y neurovasculares; así como una completa visualización posterior de la fractura, que permite su reducción y fijación interna a través de la inserción bajo visualización directa de los clavos de Kirschner de calibre 0.62 mm tanto lateral como medial, permitiendo la osteosíntesis eliminando la posibilidad de lesión iatrogénica por punción del nervio cubital. ⁽³⁶⁾



Mediante el control radiográfico de la fractura se puede evaluar la reducción y fijación de la misma, en las proyecciones anteroposterior y lateral, verificando alineación y restauración de las relaciones anatómicas de la articulación del codo. Una vez obtenido los resultados satisfactorios, se procede a el corte de los clavos y a doblar el extremo extracutáneo del mismo para evitar la migración.

Dada las características de la fractura y al **principio biomecánico de sostén**, se considera la osteosíntesis de la **fractura inestable e insuficiente**, por lo cual se requiere de la aplicación de un molde de yeso braquipalmar, con actitud del antebrazo en pronación o supinación dependiendo del desplazamiento lateral o medial de la fractura evaluada previamente, permitiendo el cierre de la bisagra interna o externa de la epífisis distal del humero. Se toman controles radiográficos cada semana hasta evaluar el grado de consolidación de la fractura, en promedio al cabo de 4 a 5 semanas, al termino de la cual se retira el molde de yeso e inicia la movilización de la articulación del codo. (2 , 5 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 21 , 36)

La comparación de las series publicadas permitiría saber el tratamiento idóneo de estas fracturas, pero esto tiene dos inconvenientes:

- 1) La falta de uniformidad de las distintas series, que utilizan tratamientos diferentes según los distintos grados de desplazamiento.
- 2) La utilización de distintos métodos de graduación de resultados.

Se han descrito peores resultados en los casos tratados abiertamente que con los otros métodos terapéuticos, especialmente en cuanto a limitación de la movilidad. Al valorar estos resultados se debe tener en cuenta que los casos tratados en forma abierta son los más graves, con mayor lesión de partes blandas que en parte podrían ser responsables de esa mayor limitación de la movilidad, y en esta forma explicarían los malos resultados en los procedimientos a cielo cerrado de fracturas con un gran desplazamiento. (2 , 5 , 15 , 16 , 17 , 18 , 19 , 21)

10. Complicaciones de las fracturas supracondíleas de humero en niños

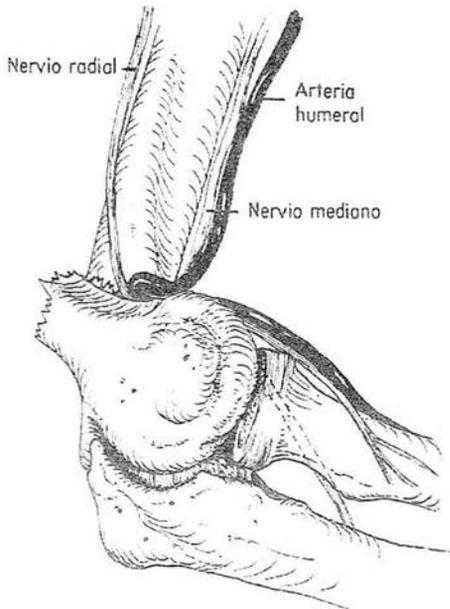
Las complicaciones de una fractura supracondilea de humero en niños se encuentra dividida en aquellas complicaciones que aparecen inherentes a la fractura y al mecanismo de lesión y aquellas que pueden ocurrir como consecuencia del tratamiento de la fractura, sea este de orden conservador o quirúrgico. (2 , 5 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34)

Entre las complicaciones debidas a la misma fractura, se encuentran las **lesiones neurológicas**, donde el mecanismo de lesión se debe al desplazamiento marcado del fragmento proximal de la fractura, ya sea medial o lateral, el cual penetra el músculo braquial y las estructuras neurológicas pueden ser dañadas. Se ha encontrado lesión neurológica no especificada hasta en el 11.3% de los pacientes con fractura supracondilea de húmero, estos porcentajes de afectación neurológica oscilan desde el 1.8% hasta el 40%. En una revisión de 26 series que indican con claridad el tipo de lesión neurológica se encuentra un 41% de lesiones del **nervio mediano**, 38% de lesión del **radial** y 21% del **nervio cubital**. (2 , 5 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34)

En un estudio efectuado sobre la correlación del grado de desplazamiento con la lesión neurológica se encontró que cuando una fractura supracondilea presenta un desplazamiento posterolateral en un 90% mayor del diámetro de la diafisis humeral, el nervio mediano puede estar comprometido, en casos con un desplazamiento posterolateral mayor del 150% del diámetro de la diafisis humeral, la lesión y parálisis del nervio mediano es inevitable; si la fractura se encuentra con un desplazamiento posteromedial mayor del 130% del diámetro de la diafisis humeral, el nervio radial puede estar involucrado y presentar lesión inevitable si el desplazamiento es mayor del 190%. (30, 32, 33, 34)

En los casos reportados de fracturas supracondileas de humero con lesión nerviosa especificada, si existió recuperación neurológica completa, solo en el 3.4% **no** se recuperaron espontáneamente. Excepcionalmente se ha visto una frecuencia más baja de recuperaciones. Teniendo en cuenta el elevado número de casos que se recuperan espontáneamente, parece lógico adoptar una actitud conservadora en estas lesiones neurológicas secundarias a las fracturas. Raras veces está indicada la exploración quirúrgica urgente en casos de parálisis nerviosas. Un compás de espera de tres meses nos permitirá conocer los casos que no muestran signos de recuperación y donde estará indicada la cirugía exploradora. (2, 5, 30, 31, 32, 33, 34)

Las **lesiones vasculares** incluyen grados variables de afectación, desde la ausencia aislada de pulso sin repercusión clínica hasta la contractura isquémica de Volkmann establecida. Al igual que en las lesiones nerviosas, el mecanismo de lesión es el desplazamiento grave de los extremos de la fractura, sobre todo del fragmento proximal, se ha descrito en un estudio de 14 series la ausencia de pulso radial en niños con fractura supracondilea de humero al momento inicial de la evaluación clínica, hasta en un **6.6%** de los casos. Aunque la mayoría de estos casos el pulso recuperó unas horas o días después de la reducción de la fractura. (2, 5, 29, 33, 34)



Se ha relacionado la presencia de lesión arterial con el desplazamiento posterolateral severo de la fractura, tal como se observa en las lesiones del nervio mediano. Es muy rara la ruptura completa de la arteria braquial por los extremos fracturarios, así como la incerceración de esta en el foco de la fractura, aunque si puede ocurrir. En estos casos, el tratamiento quirúrgico con una adecuada exploración vascular esta indicado. (2 , 5 , 29 , 33 , 34)

El signo clínico de sospecha de una lesión vascular en una fractura supracondilea de húmero es la presencia de equimosis en la región antecubital en el pliegue del codo.

La disminución o ausencia del pulso radial parece ser el indicador más temprano de isquemia, y se relaciona en el 100% con las detecciones tempranas de lesión vascular. (2 , 5 , 29 , 33 , 34)

Los datos de alarma de insuficiencia vascular en adición a la disminución o ausencia del pulso radial son:

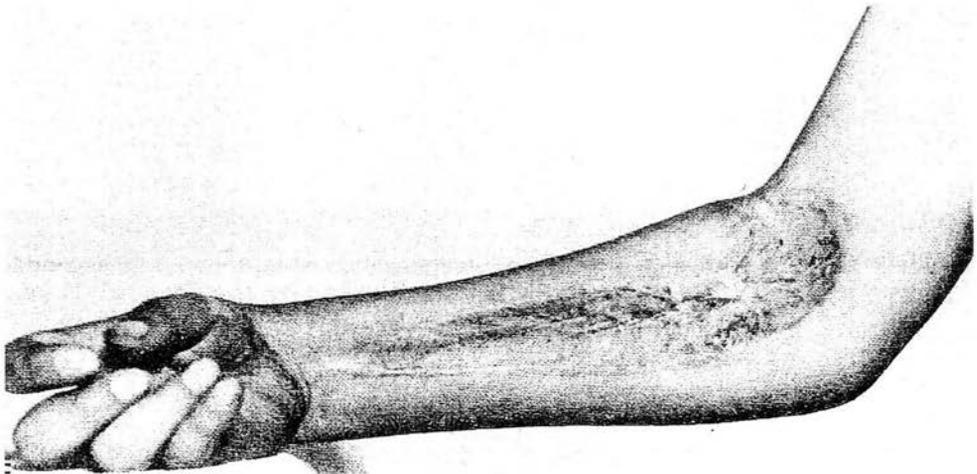
1. Retardo en el llenado capilar
2. Dolor a los movimientos pasivos o en reposo
3. Parestesias o disminución de la sensibilidad
4. Parálisis o disminución de la función motora. (2)

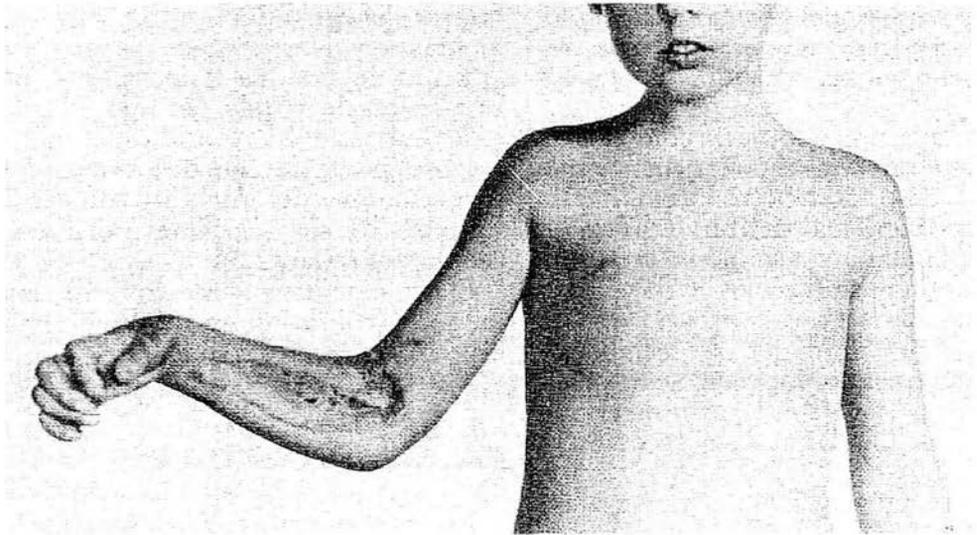
En una serie de estudio donde se realizó valoración angiografica de la extremidad afectada de pacientes con sospecha de lesión vascular, no se obtuvo información que ayudara a definir la localización de la lesión vascular, solo retardo innecesariamente el manejo, pues la lesión pudo ser identificada al momento de la cirugía. (29)

Solo a través de una temprana y cuidadosa evaluación es que se pueden identificar los signos de alarma de una insuficiencia vascular por daño.

La presencia de una circulación desigual en ambas extremidades es una indicación para el tratamiento inmediato con reducción de la fractura seguida de una cuidadosa exploración vascular.⁽²⁹⁾

En 1881 Richard Von Volkmann describió una parálisis isquémica con contractura de los músculos del antebrazo y de la mano, y menos a menudo de la pierna, que seguía a la aplicación de vendajes circulares compresivos para el tratamiento de las lesiones del codo y rodilla. A este fenómeno se le denominó **contractura isquémica de Volkmann**. Antes había dos teorías rivales sobre el mecanismo de la lesión: una señalaba que era resultado de una insuficiencia arterial y la otra que se desarrollaba de manera secundaria a oclusión y estasis venosa. En 1940, Griffiths estableció con firmeza que esto es producido por oclusión arterial y sus consecuencias.⁽⁵⁾





La fisiopatología de la isquemia de Volkmann, según la describen Eaton y Green es la siguiente:

- 1) La **alteración circulatoria** de la fractura supracondilea del humero es resultado de que la arteria humeral queda atrapada y doblada en el sitio de la fractura, presenta contusión y espasmo en el momento de la fractura o por un molde circular de yeso muy apretado que conlleva a la isquemia de la extremidad.
- 2) La **isquemia** produce anoxia muscular que lleva al aumento de la permeabilidad capilar con la aparición subsecuente de edema intramuscular notable.
- 3) El aumento progresivo de la presión tisular provoca un **vasoespasm**o reflejo que agrava y perpetúa la alteración vascular inicial y se desarrolla un círculo destructivo de isquemia y edema.
- 4) El proceso patológico termina en la necrosis del músculo con fibrosis secundaria que puede desarrollar calcificación en las fases terminales.

Los tejidos afectados con mayor intensidad son los músculos flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar, así como el nervio mediano, que explica las deformidades características de la lesión.

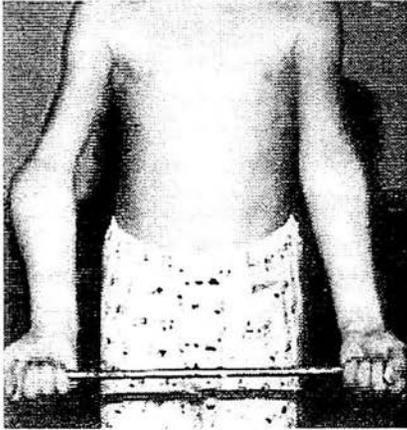
En la etapa isquémica aguda el **tratamiento** debe ser de inmediato. Se retira de inmediato los vendajes y moldes de yeso circulares apretados y se realiza reducción de la fractura, se mantiene la extensión del codo; si en 6 a 12 horas no se alivian los síntomas de la isquemia, se ejecuta arteriografía. Se valora la necesidad inmediata de fasciotomía y epimisiotomía del antebrazo y exploración de la arteria braquial. **NO** se cierra la aponeurosis, a menudo el edema impide la aproximación de los bordes cutáneos, en este caso se deja abierta la herida para un cierre tardío en dos o tres días. En ocasiones es necesario la aplicación de injertos cutáneos sobre los vientres musculares abombados. ⁽⁵⁾

La **limitación de la movilidad** de la articulación del codo se encuentra solo en la flexo-extensión, pues en este tipo de fracturas no se afecta la prono-supinación. Aunque la limitación de la flexo-extensión es frecuente tras estas fracturas, esta tiene poca repercusión funcional para el paciente por dos razones:

- 1) Solo tienen repercusión funcional significativa las pérdidas del arco flexo-extensor superior a 30° y muy pocos pacientes tienen limitaciones tan importantes. La mayoría son inferiores a 10°
- 2) La mejoría progresiva de la movilidad que puede conseguirse hasta 1 año después de la fractura coincide con el proceso de remodelamiento del tope óseo anteroposterior. ⁽²⁾

El desplazamiento residual en el plano anteroposterior siguiendo a una fractura supracondilea se corrige espontáneamente, por el contrario, las **deformidades angulares** en el plano lateral como el **cubito varo o valgo, no se remodelan**.

El cubito varo o valgo es la complicación más frecuente de las fracturas supracondíleas de humero. El cubito varo tiene mayor incidencia y repercusión estética que el valgo, porque el cubito valgo pasa más inadvertido al representar un incremento de una situación fisiológica. ⁽²⁾



El mejor método de cuantificar esta deformidad es con el ángulo de transporte o acarreo. Este ángulo se mide con el goniómetro con extensión completa y supinación del codo, formándolo la línea que une la cabeza humeral con el centro del codo, y la que une el centro del codo con el centro de la muñeca, siempre se debe comparar con el lado sano. El ángulo de transporte medio en varones es **valgo** de 5.4° a 6.5° y en niñas de 6.1° a 13°. El 9% de la población tiene un ángulo de acarreo de 0 grados. La osteotomía supracondilea humeral es el tratamiento correctivo de elección en este tipo de deformidades, aunque debe hacerse hincapié en que los resultados poco satisfactorios de estas osteotomías alcanzan del 20 al 30%.^(2, 5, 34)

De especial importancia es la **complicación neurológica iatrogénica** del nervio cubital en el tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de humero, pues en la fijación percutánea de la fractura mediante la inserción de clavos de Kirschner sobre el epicóndilo medial del humero, es posible la punción y atrapamiento inadvertido del nervio cubital.

Este tipo de lesión ha sido descrita en estudios de fijación percutánea de estas fracturas y se ha reportado hasta en un **5%** en dos series largas de estudios.^(2, 31, 32, 33, 34)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fracturas supracondíleas de húmero en niños con desplazamiento severo clasificadas como Gartland III, con o sin alteración del estado neurocirculatorio, son candidatas a tratamiento quirúrgico para la reducción y fijación de la fractura, una vez que el tratamiento conservador con reducción manual ha fracasado.

Este tratamiento se puede llevar a cabo en dos formas, según indica la literatura mundial:

1. Reducción manual cerrada y fijación de la fractura mediante la inserción percutánea de clavos de Kirschner bajo control fluoroscópico o intensificador de imágenes.
2. Reducción abierta y fijación interna mediante la inserción de clavos de Kirschner bajo visualización directa de la fractura.

El problema que representa la reducción cerrada y fijación percutánea es que en una serie larga de estudio mostró una incidencia de hasta el **5% de lesión neurológica** iatrogénica del nervio cubital provocada por la inserción del clavo de Kirschner medial sobre la estructura nerviosa.

En estudios actuales se promueve la síntesis percutánea mediante la inserción de los clavos de Kirschner solo a través del epicóndilo lateral, evitando así la punción inadvertida del nervio cubital, sin embargo algunos estudios biomecánicos muestran que la osteosíntesis realizada solo a través del lado lateral, es inestable y puede llevar a una deformidad resultante en valgo de la consolidación de la fractura, no así en la fijación con clavos de Kirschner **cruzados** sobre ambos epicóndilos.

La reducción abierta y la fijación interna permite la visualización directa de la fractura al momento de la reducción y de la inserción de los clavos de Kirschner, además de permitir la exploración vascular en caso necesario y la disección y referencia del nervio cubital, anulando la posibilidad de punción inadvertida de esta estructura nerviosa.

OBJETIVOS GENERALES

1. Promover la reducción abierta y la fijación interna de las fracturas supracondíleas de humero en niños tipo Gartland III como método de primera elección, obteniendo ventajas para evitar la lesión iatrogénica del nervio cubital, visualización directa de la fractura para la inserción de clavos Kirschner cruzados que den mayor estabilidad biomecánica y la posibilidad de llevar a cabo una exploración vascular en caso de ser necesario.
2. Conocer la incidencia y datos epidemiológicos de las fracturas supracondíleas de humero en niños en nuestro medio.
3. Revisar y analizar los resultados posquirúrgicos en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de humero tipo Gartland III tratados quirúrgicamente mediante reducción abierta y fijación interna con clavos de kirschner cruzados por abordaje posterior bilaterotricipital.
4. Analizar las complicaciones de las fracturas supracondíleas de humero en niños tipo Gartland III tras el tratamiento quirúrgico abierto.
5. Evaluar la relación entre el tiempo de inmovilización de la extremidad torácica con molde de yeso y la rehabilitación de la misma.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Universo de estudio.

Pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura supracondilea de humero atendidos en el Hospital Juárez de México en el servicio de Ortopedia y Traumatología.

Tamaño de la muestra.

Pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura supracondilea de húmero atendidos en el Hospital Juárez de México en el servicio de Ortopedia y traumatología, durante un periodo de 3 años, del 1 de enero del 2002 al 1 de enero del 2005.

Lugar.

Hospital Juárez de México, servicio de Ortopedia y Traumatología. Áreas de quirófano, archivo clínico, archivo radiográfico, consultorio 15 de consulta externa de ortopedia y traumatología del módulo de pediatría.

Criterios de inclusión y eliminación.

Se **incluirán** en el estudio todos los pacientes pediátricos que hayan cumplido con los siguientes aspectos:

1. Haber presentado una fractura de humero de localización supracondilea bifragmentada, con desplazamiento de los mismos comprobados en la proyección radiográfica anteroposterior y lateral del humero con criterio para clasificación tipo III de Gartland
2. Haber acudido al Hospital Juárez de México para tratamiento en un lapso no mayor de 14 días (fase aguda) de ocurrida la fractura.
3. Haber recibido tratamiento en el Hospital Juárez de México en el servicio de ortopedia y traumatología consistente en reducción abierta y fijación interna de la fractura con clavos de kirschner cruzados e inmovilización con aparato de yeso braquialpalmar por 5 semanas a partir de la fecha de cirugía.
4. Haber sido tratado en el servicio de ortopedia y traumatología entre el 1 de enero del 2002 al 1 de enero del 2005.
5. Contar con expediente clínico y radiográfico completo, y haber acudido a sus citas de control en consulta externa de ortopedia.

Se **excluirá** del estudio a todo aquel paciente que presente por lo menos uno de los siguientes aspectos:

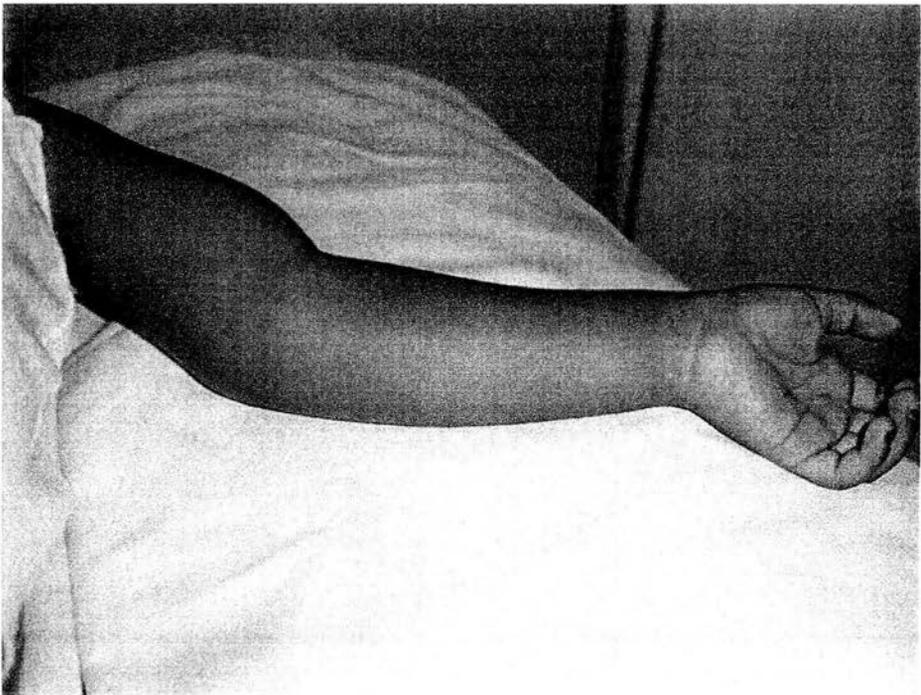
1. Fractura de humero con más de 2 fragmentos visibles en la proyección radiográfica anteroposterior o lateral del humero afectado, así como de trazo diafisario o intercondileo.
2. Fractura de humero con más de 14 días de evolución al momento de la atención primaria por el servicio de ortopedia y traumatología del Hospital Juárez de México.
3. Se excluirá del estudio a todo paciente con fractura supracondilea de humero que presente criterio para clasificación de la fractura tipo I o II de Gartland, independientemente del tratamiento recibido.
4. Se excluye a todo paciente con fractura supracondilea de humero que haya recibido tratamiento previo en otra unidad, sea conservador con inmovilización con aparato de yeso o quirúrgico de cualquier tipo.
5. Se excluye a todo paciente que haya sido atendido en el servicio de ortopedia y traumatología antes del 1 de enero del 2002 y después del 1 de enero del 2005.
6. Se excluirá a todo paciente que una vez tratado quirúrgicamente NO haya acudido a su control subsecuente en la consulta externa del servicio de ortopedia y traumatología.

Material y Métodos.

Se determinó la cantidad de 133 pacientes pediátricos registrados en la bitácora de atención del servicio de ortopedia y traumatología del Hospital Juárez de México, con diagnóstico de fractura supracondilea de húmero, en un lapso de 3 años, entre el 1 de enero del 2002 y el 1 de enero del 2005.

Se aplicó los criterios de inclusión y eliminación, con resultante de 86 pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura supracondilea de humero tipo Gartland III, quienes recibieron tratamiento quirúrgico consistente en reducción abierta de la fractura y fijación interna con clavos de Kirschner cruzados de calibre 0.62 mm mediante abordaje posterior bilaterotricipital en decúbito ventral e inmovilización con molde de yeso braquipalmar por 5 semanas a partir de la fecha de cirugía.

En general, el método estandarizado de tratamiento fue el siguiente:



Evaluación clínica de la extremidad afectada, identificación de deformidades de la misma, así como búsqueda intencionada de alteraciones del estado neurocirculatorio, inmovilización provisional para la toma de proyecciones radiográficas anteroposterior y lateral del codo y determinación del tipo de fractura, variedad y grado de desplazamiento, así como la clasificación de acuerdo al desplazamiento de la fractura.



Verificación de trazo de fractura de localización supracondilea, de trazo simple y cabalgamiento de los fragmentos en la proyección anteroposterior.



En la proyección lateral, se identifica el desplazamiento del fragmento distal de la fractura, mediante el cual se determina la variedad de la fractura, ya sea en extensión o en flexión.

El cabalgamiento o desplazamiento y el contacto o ausencia de este en las corticales de los extremos de la fractura determinó la clasificación radiográfica de la fractura en tipo I, II o III de Gartland.

En presencia de alteración del estado neurocirculatorio se indicó el tratamiento quirúrgico inmediato de la fractura ó posterior al intento de reducción cerrada por manipulación de la fractura e inmovilización con molde de yeso braquipalmar, y presencia de fracaso de este método, se indicó el tratamiento quirúrgico de la fractura mediante reducción abierta y fijación interna con clavos de Kirschner cruzados de calibre 0.62 mm por abordaje posterior bilaterotricipital en decúbito ventral.

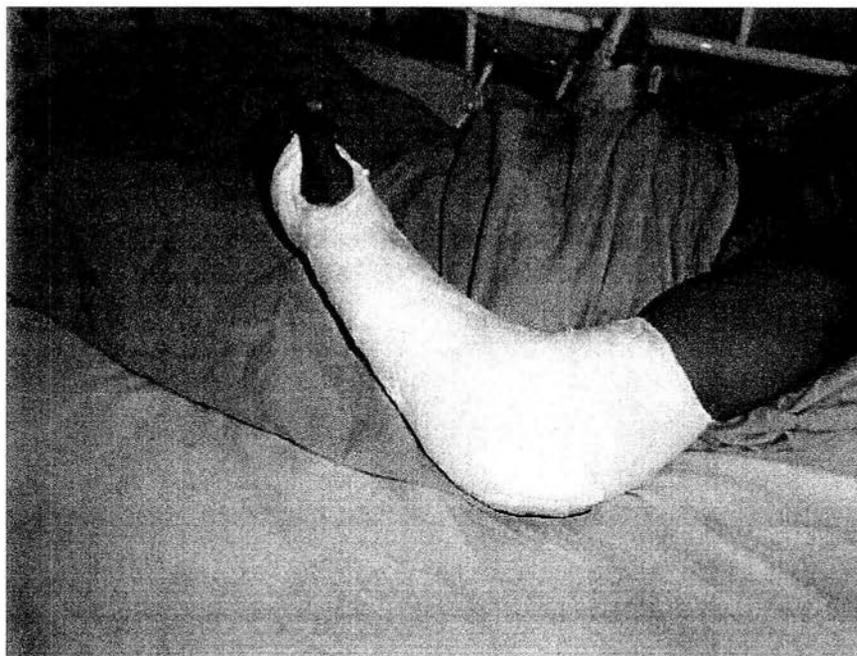


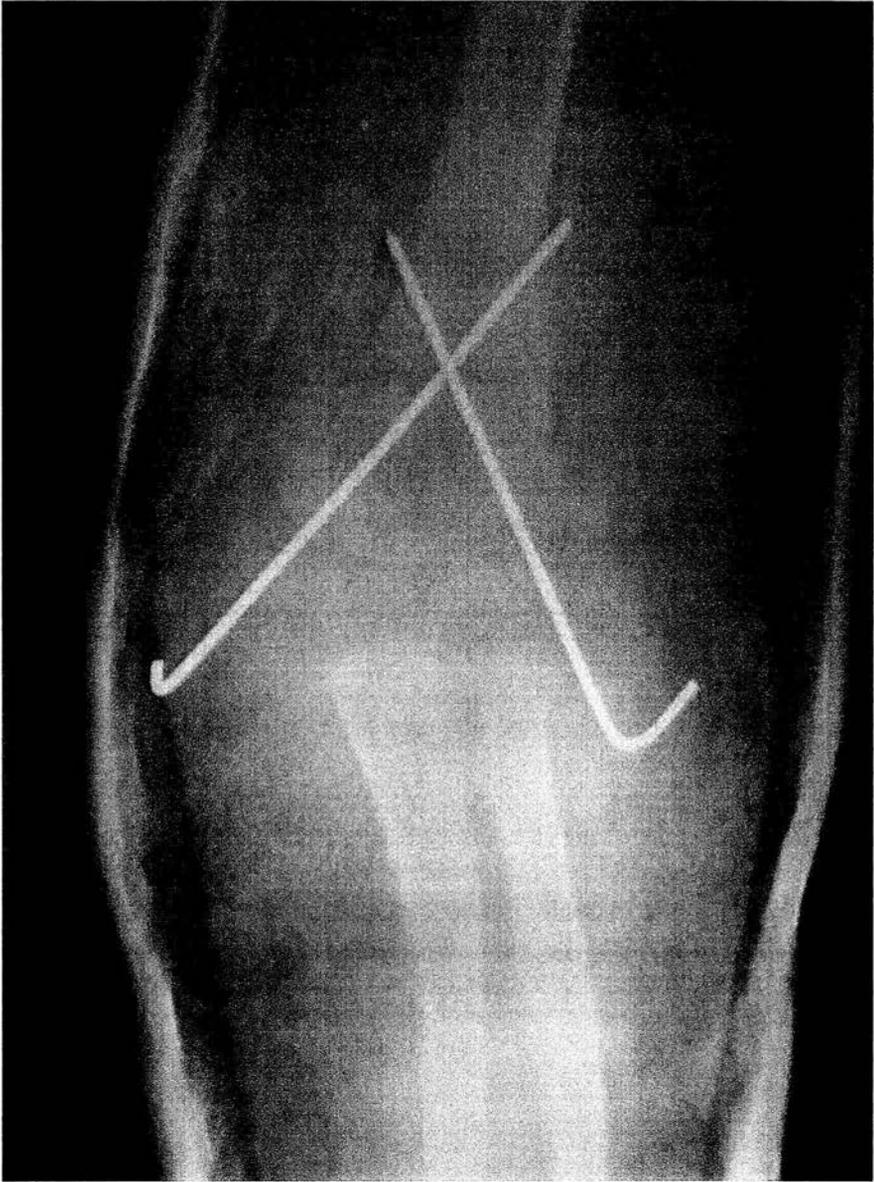
Para la realización de la reducción abierta y fijación interna de la fractura se utilizó isquemia de la extremidad torácica afectada mediante la aplicación de mango aneroide al brazo y expresión de la extremidad con venda elástica de Martin.

Durante el tratamiento quirúrgico tras la inserción de los clavos de kirschner cruzados de calibre 0.62 mm en ambos epicondilos humerales bajo visualización directa, se tomaron controles radiográficos y se verificó la reducción de la fractura, una vez verificada la reducción requerida, se cortan, doblan y se dejan percutáneos los clavos de Kirschner.

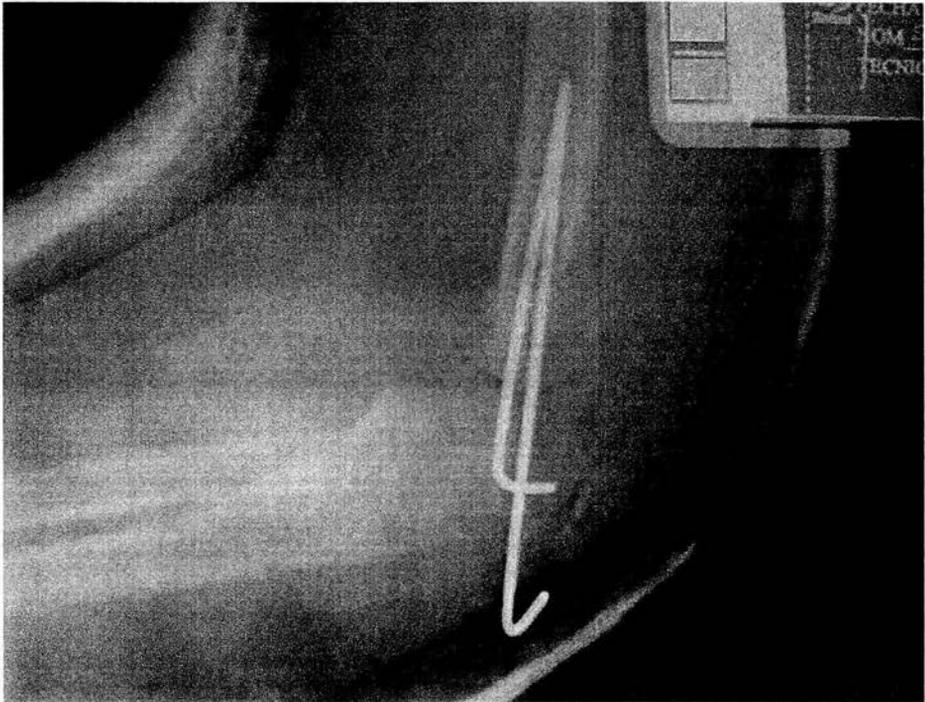


Se considera que la osteosíntesis con clavos de Kirschner cruzados de calibre 0.62 mm es inestable e insuficiente, por lo cual se aplica molde de yeso braquipalmar en actitud de flexión del codo y supinación o pronación del antebrazo según el desplazamiento lateral de la fractura antes de la cirugía.





Toma de proyecciones radiográficas con molde de yeso en anteroposterior para evaluar alineación y reducción adecuada de la fractura.

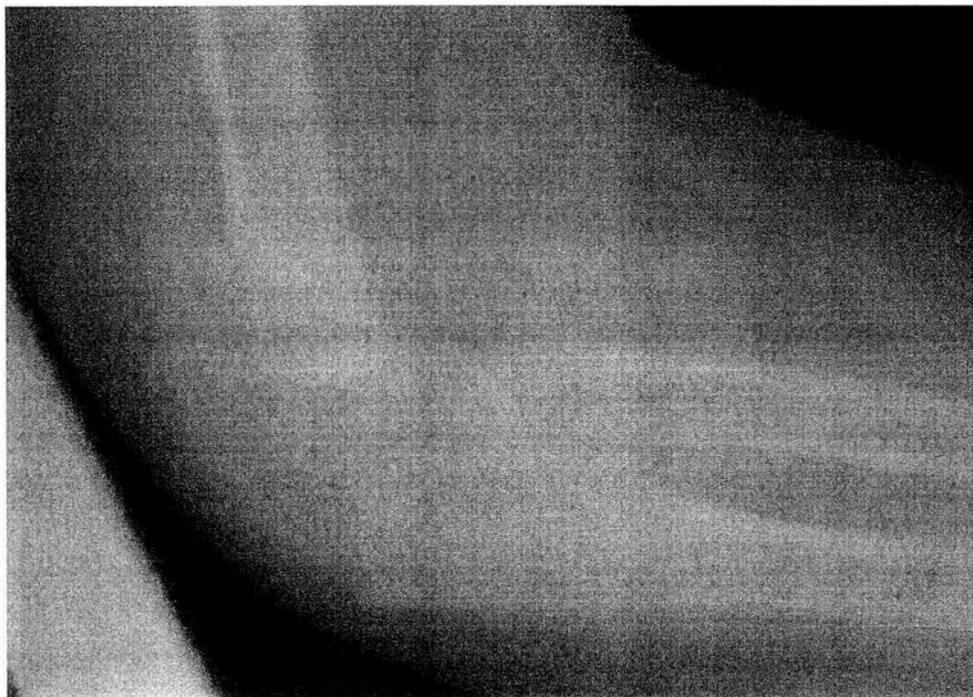


La proyección radiográfica con molde de yeso en lateral, útil para evaluar la correcta colocación de los clavos de Kirschner, alineación y reducción de la fractura, y recuperación de los índices antropométricos normales del codo, como el ángulo de la paleta humeral, signo de la lágrima.

Los controles radiográficos a las 2, 5, 8 y 18 semanas para evaluar la evolución de la consolidación de la fractura. Con indicación según la literatura mundial de retiro del molde de yeso y clavos a las 5 semanas e inicio inmediato de terapia física de rehabilitación.



Control posquirúrgico sin molde de yeso ni clavos a las 18 semanas, con evaluación de los resultados radiográficos en la proyección anteroposterior. Búsqueda intencionada de alteraciones del ángulo de acarreo y de valgo fisiológico.



En la proyección lateral del control radiográfico posquirúrgico a las 18 semanas se corrobora la consolidación completa y adecuada de la fractura, las pérdidas sobre el ángulo de inclinación de la paleta humeral se estiman en un valor dentro de los límites normales con un promedio de 10° de pérdida sobre la flexión. Según la literatura mundial, aceptable para la indicación de tratamiento expectante en espera del proceso de remodelación ósea en el plano lateral.

Los 86 pacientes pediátricos con fractura supracondilea de humero tipo Gartland III tratados quirúrgicamente en esta unidad con reducción abierta y fijación interna con clavos de Kirschner cruzados de calibre 0.62 mm e inmovilización con aparato de yeso, recibieron el tratamiento estandarizado mencionado anteriormente, y dados de alta del área de hospitalización del servicio de ortopedia, con indicación de cuidados generales del paciente, cuidados del aparato de yeso, antibioticoterapia y analgésicos, así como cita a control subsecuente en 2 semanas en la consulta externa de ortopedia y traumatología en el modulo de pediatría.

Para la atención en consulta externa en 2 semanas se solicitó la toma de proyecciones radiográficas en anteroposterior y lateral del codo para valorar los resultados posquirúrgicos inmediatos, la alineación y reducción de la fractura y la correcta permanencia del material de osteosíntesis; además de evaluar el estado general del paciente. La evaluación de los resultados posquirúrgicos sobre la alineación y reducción de la fractura fue el indicativo sobre la necesidad de reintervención del paciente o control subsecuente a las 5 semanas.

En la consulta de control a las 5 semanas de la fecha de cirugía, se solicitó el control radiográfico en anteroposterior y lateral del codo afectado, donde se valoró nuevamente la alineación y reducción de la fractura, en esta ocasión se valoró el grado de consolidación de la fractura y se indicó el retiro del molde de yeso, extracción de los clavos de Kirschner percutáneos, así como el retiro de los puntos de sutura de la herida quirúrgica y valoración clínica de la misma. Se inició tratamiento físico de rehabilitación de la extremidad afectada con movimientos de flexión y extensión de las articulaciones del codo y muñeca, prensión de la mano, así como movimientos de pronación y supinación del antebrazo. Con control subsecuente a las 8 semanas para evaluar la terapia física de rehabilitación.

En la consulta de control a las 8 semanas del procedimiento quirúrgico, se solicitó el control radiográfico en anteroposterior y lateral de la extremidad, y se valoró nuevamente el grado de consolidación de la fractura y se realizó evaluación clínica y funcional con la aplicación de la hoja de

recolección de datos del protocolo de estudio para cada paciente, llevándose a cabo en el consultorio 15 de ortopedia y traumatología del módulo de pediatría, durante la consulta externa de los pacientes, los días lunes y viernes en horario de 09:00 hs a 14:00 hs. Hasta obtener los datos de los 86 pacientes registrados en el protocolo.

El control de consulta a las 18 semanas fue para determinar los resultados definitivos del tratamiento y evaluar el estado funcional y estético de la extremidad, aplicando nuevamente la hoja de recolección de datos del protocolo de estudio.

Las variables de estudio por analizar se integraron dentro de la hoja de recolección de datos que se aplicó a cada paciente al momento de la consulta externa a las 8 y 18 semanas del procedimiento quirúrgico. Y se integraron en 3 grupos:

Variables epidemiológicas: Edad, sexo, lado afectado, variedad de fractura, lesión vascular presente antes del tratamiento quirúrgico, lesión neurológica presente antes del tratamiento quirúrgico, tiempo de isquemia y tiempo quirúrgico.

Variables clínicas: inspección de herida quirúrgica, deformidad angular del codo evidente en varo o valgo, porcentaje de flexión del codo, porcentaje de extensión del codo.

Variables radiográficas: grado de consolidación de la fractura a las 5, 8 y 18 semanas, medición del ángulo de Baumann, medición del ángulo de acarreo, medición del ángulo de inclinación de la paleta humeral.

Una vez recolectados los datos en las hojas de registro de los 86 pacientes se procedió al procesamiento de resultados de las variables estudiadas y al análisis de los resultados.

PROTOCOLO: Reducción abierta y fijación interna con clavos de Kirschner cruzados de fracturas supracondíleas de húmero en niños tipo Gartland III (abordaje posterior bilaterotricipital)

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SEMANA DE EVALUACIÓN 8ª. 18ª.

VARIABLES EPIDEMIOLOGICAS

Edad ____ años **Sexo** Masculino Femenino

Variación de fractura Extensión Flexión **Lado afectado** Derecho Izquierdo

Alteración vascular prequirúrgica Si ____ No ____ Recuperada Si ____ No ____

Alteración neurológica prequirúrgica Si ____ No ____ Recuperada Si ____ No ____

Tiempo de Isquemia ____ min. **Tiempo quirúrgico** ____ min.

VARIABLES CLINICAS

Porcentaje de Flexión ____ % **Porcentaje de Extensión** ____ %

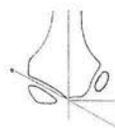
Deformidad angular clínica a la inspección Varo ____ Valgo ____ Ninguna ____

Herida quirúrgica Infectada ____ Dehiscente ____ Cicatrizada ____ Queloides ____

VARIABLES RADIOGRÁFICAS

Grado de consolidación de la fractura ____ grado

Proyección anteroposterior: **Angulo de Baumann** ____ grados



Angulo de acarreo ____ grados



Proyección lateral: **Angulo de la paleta humeral** ____ grados



PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Se analizaron los datos recolectados en la hoja de recolección de datos, y se agruparon los resultados de acuerdo a las variables estudiadas en 3 grupos.

Los resultados de **variables epidemiológicas** mostraron una incidencia de la fractura supracondilea de humero en niños con edad de presentación desde 1 año de edad hasta 11 años de edad, prácticamente ausente en menores de 1 año, con mayor índice de lesión en el grupo de edad de 5 años en 19 casos (23%). El rango de presentación abarco desde 1 año 2 meses hasta 11 años con un promedio de edad de presentación de la lesión de 7.8 años.

El resultado mostrado concuerda con la literatura mundial que reporta una mayor frecuencia de la lesión en el grupo de edad entre los 3 y 7 años.

Se encontró predilección de la lesión por el sexo masculino en 52 casos (60.4%) sobre el femenino con 34 casos (39.6%).

La literatura mundial reporta una predilección en hombres en relación 3:1 con las mujeres.

Con predominio de la fractura del humero en el lado izquierdo en 56 casos (65%) en comparación con el lado derecho en 30 casos (35%).

En este resultado, la frecuencia sobre el lado afectado es igual a los reportes verificados en la bibliografía.

Se encontró que la variedad en extensión de la fractura se presento en 79 casos (91%) y la variedad en flexión en 7 casos (9%).

El resultado concuerda con la frecuencia observada en la literatura, donde el mayor porcentaje de fracturas se presenta con variedad en extensión.

La presencia de compromiso vascular al momento de la atención inicial se registró en la nota inicial de urgencias, encontrando datos de disminución del pulso radial con palidez de la mano en 12 casos (13%) la cual remitió espontáneamente al momento de la cirugía en el 100% de los casos.

Así mismo se registró parestesias de la extremidad afectada en 6 casos (6.9%) en la nota inicial de urgencias, la cual remitió en el 100% de los casos al momento de la evaluación en consulta externa a

las 8 semanas del procedimiento quirúrgico. La ausencia de movimientos de los dedos de la mano se registró en 2 casos (2.3%) que remitió espontáneamente tras el procedimiento quirúrgico.

Los resultados obtenidos sobre el estudio de la alteración vascular antes del tratamiento, son similares a los reportados en la literatura mundial, donde la frecuencia de alteración neurovascular es baja y el porcentaje de recuperación tras el tratamiento quirúrgico ocurre en el 100% de los casos.

El tiempo de isquemia durante el tratamiento quirúrgico se presentó en un rango desde los 45 minutos hasta los 80 minutos con un promedio de 55 minutos.

El tiempo quirúrgico estimado se encontró en un rango variable desde los 55 minutos hasta los 90 minutos con un valor promedio de 65 minutos al término del procedimiento.

Los resultados obtenidos en este aspecto se encuentran dentro de los estándares reportados en la literatura para el tratamiento quirúrgico abierto de las fracturas supracondíleas de húmero.

Para la recolección y estudio de las **variables clínicas** a las 8 y 18 semanas del procedimiento, se determinó que el porcentaje de flexión y extensión del codo se agrupara en 4 grupos: resultados **malos** (menor del 40% de la flexión del codo), resultados **regulares** (entre el 50 y 70% de la flexión del codo), resultados **buenos** (entre el 80 y 90% de flexión del codo) y resultados **excelentes** (100% de la flexión del codo). Se aplicó el mismo criterio para la valoración de la extensión del codo.

De esta manera se encontró que a las 8 semanas del procedimiento quirúrgico, en el grupo de malos resultados en flexión y extensión hubo 2 pacientes (3.5%), regulares resultados en 4 pacientes (4.5%), buenos resultados en 8 pacientes (9%) y excelentes resultados en 72 pacientes (83%).

Hubo 1 paciente con deformidad angular residual en varo de 12° que amerito tratamiento quirúrgico consistente en osteotomía de alineación y fijación interna.

1 paciente se encontró con incremento del ángulo de acarreo de 28° que no amerito tratamiento quirúrgico, con resultado funcional regular a las 8 semanas y 18 semanas del procedimiento tras haber recibido tratamiento con terapia física específica.

La evaluación clínica de la herida quirúrgica a las 5 semanas mostró infección superficial de la herida quirúrgica en 3 casos (3.4%), cicatriz hipocrómica adecuada en 83 casos (96.6%). En los casos de infección superficial se indico el tratamiento con curaciones de la herida y antibioticoterapia por 10 días.

A las 8 semanas del procedimiento se evaluó nuevamente la zona de herida quirúrgica encontrando en el 100% de los casos cicatrización completa de tipo hipocrómica.

La reacción de la piel sobre el punto de inserción de los clavos se encontró en 16 pacientes (18%) a las 5 semanas del procedimiento, fecha en que se indicó la extracción de los clavos y el inicio de la rehabilitación. Para las 8 semanas del procedimiento, en el control subsecuente de consulta externa, se encontró presencia de costra hemática en 3 casos (3.4%) y cicatriz hipocrómica sobre el punto de inserción de los clavos en el (96.6%) de los pacientes.

En la literatura revisada, **no** se encontró valoración clínica de la extremidad llevada a cabo a las 8 semanas del tratamiento quirúrgico, solo se reportan los resultados funcionales posteriores a las 16 semanas del tratamiento quirúrgico, los cuales son similares a los resultados funcionales evaluados a las 18 semanas del tratamiento quirúrgico de la extremidad.

En los resultados de las **variables radiográficas** se valoró el grado de consolidación de la fractura al apreciar la formación de callo blando y características del trazo de la fractura a las 5, 8 y 18 semanas. De esta manera se encontró que a la evaluación radiográfica a las 5 semanas del tratamiento quirúrgico 84 pacientes (98%) presentaba consolidación de la fractura de III grado, con buena colocación del material de osteosíntesis, motivo por el cual se indicó el retiro del molde de yeso, la extracción de los clavos de Kirschner percutáneos y el retiro de puntos de sutura de la herida quirúrgica, iniciando de inmediato los ejercicios físicos de rehabilitación del codo y muñeca con movimientos de flexión y extensión del codo y muñeca, pronación y supinación del antebrazo. Los otros 2 pacientes (2%) mostraban un desplazamiento hacia lateral y medial con presencia de apertura de 2 mm sobre el borde interno y externo de la fractura respectivamente, con mala alineación de 1 de los clavos de Kirschner, motivo por el cual se indicó la conducta expectante hasta verificar la consolidación completa de la fractura, realizar la rehabilitación de la extremidad y valorar la presencia de deformidades angulares residuales al término de esta.

Los resultados de la medición del **ángulo de Baumann** mostraron un rango de 16 a 24° con un promedio de 19°.

La medición del **ángulo de acarreo** del codo mostró un valor en rango de 10 a 21° con un promedio de 16°.

La medición del **ángulo de la paleta humeral** mostró valores en un rango de 35 a 86° con un promedio de 58°.

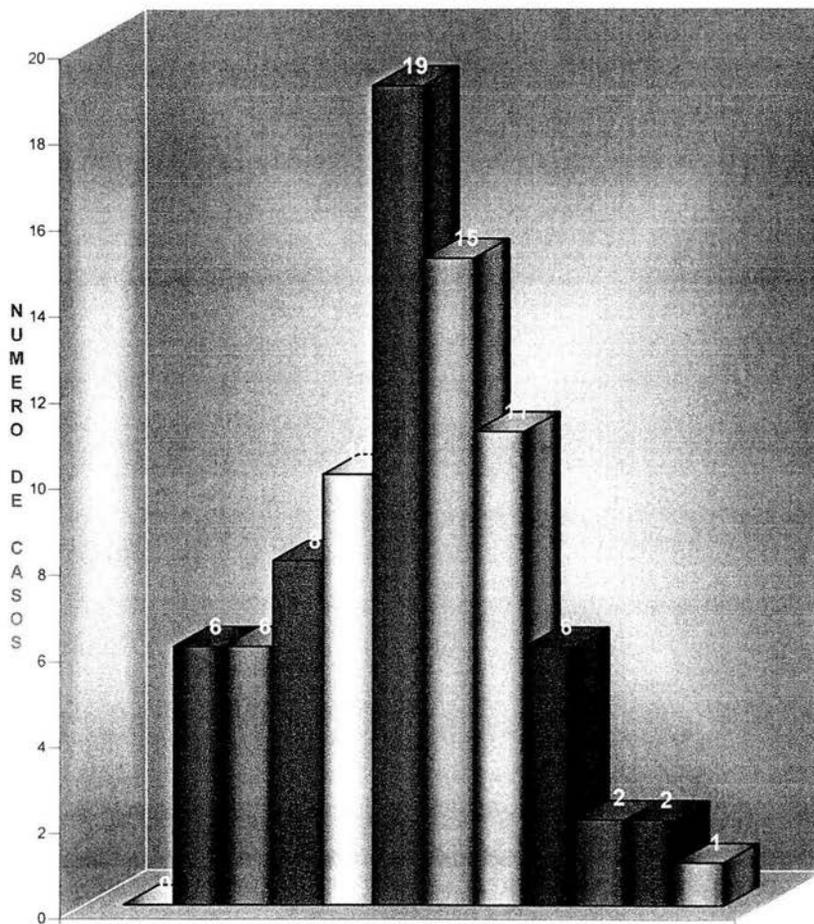
1 paciente presentó un valor de 32° en el ángulo de Baumann y 28° del ángulo de acarreo resultante en valgo de la extremidad. El paciente fue tratado mediante rehabilitación y fisioterapia de la extremidad de manera específica y dirigida con restitución de la función normal del codo para la flexión y extensión con mínima repercusión estética de la extremidad por lo cual **NO** amerita tratamiento quirúrgico de la deformidad.

Otro paciente presentó un valor de 8° de ángulo de Baumann y un valor **negativo** de 6° en el ángulo de acarreo resultante en varo de la extremidad. Presentó clínicamente dificultad para la maniobra de supinación y pronación del antebrazo, con deformidad antiestética del codo motivo por el cual se llevó a cabo el tratamiento quirúrgico de la deformidad en varo consistente en osteotomía supracondilea de alineación y fijación con clavos de Kirschner cruzados mediante abordaje posterior sin sección miotendinosa del tríceps. Los resultados posquirúrgicos fueron adecuados y resolutivos de la deformidad.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportes de la literatura sobre las complicaciones de las fracturas supracondíleas de húmero, donde los porcentajes de deformidades angulares residuales en el plano anteroposterior en varo o valgo del codo son bajos y solo está indicado el tratamiento quirúrgico de la deformidad angular que provoque limitación de la movilidad del codo y que represente un problema estético para el paciente.

Los resultados obtenidos en el plano lateral, evaluados a través de la medición del ángulo de la paleta humeral se encuentran dentro de los parámetros que se registran en los reportes de series de estudios, donde manifiestan un menor interés sobre esta deformidad ya que consideran que el proceso de remodelación ósea de la fractura permite que el incremento o decremento del ángulo de la paleta humeral **no** se traduzca en limitación **permanente** de la extremidad; reportando recuperación del arco de movilidad del codo para la flexión y extensión en el 100% de los casos al cabo de 16 semanas de control posquirúrgico de la fractura.

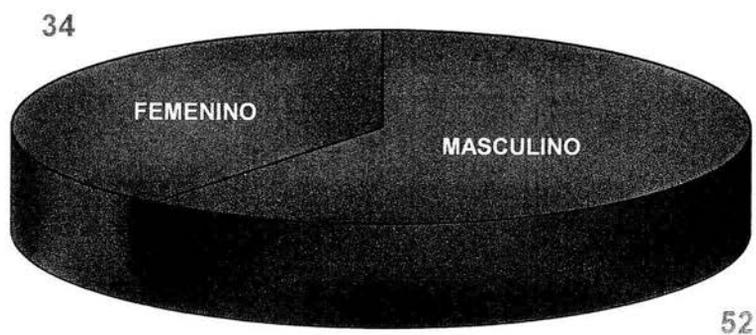
DISTRIBUCION DE CASOS POR GRUPOS DE EDAD



- EDAD
- | | | | |
|------------------|------------------|-----------|-----------|
| □ MENOR DE 1 AÑO | ■ MAYOR DE 1 AÑO | □ 2 AÑOS | ■ 3 AÑOS |
| □ 4 AÑOS | ■ 5 AÑOS | □ 6 AÑOS | □ 7 AÑOS |
| ■ 8 AÑOS | □ 9 AÑOS | ■ 10 AÑOS | □ 11 AÑOS |

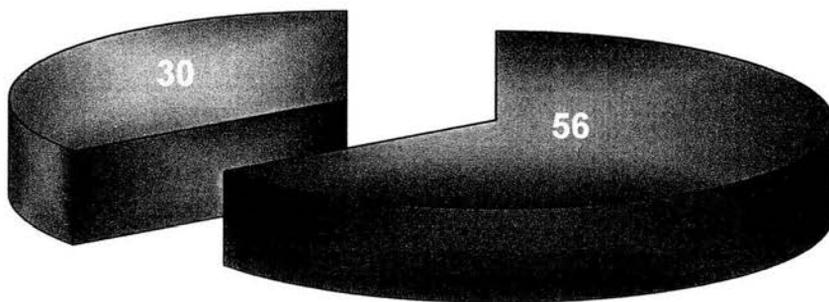
FRACTURAS SUPRACONDILEAS DE HUMERO EN NIÑOS

DISTRIBUCION POR SEXO



FRECUENCIA DE LADO AFECTADO

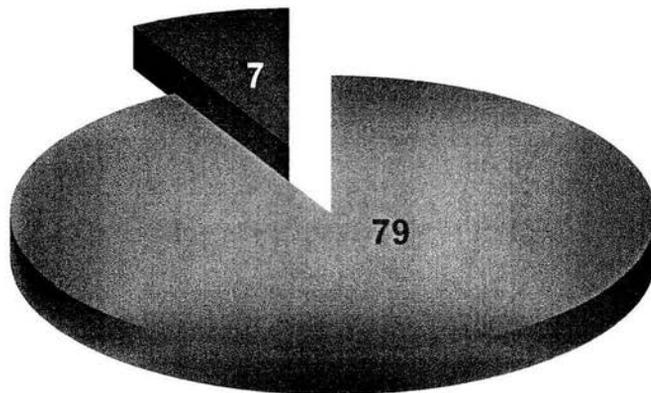
DERECHO



IZQUIERDO

VARIEDAD DE FRACTURA SUPRACONDILEA DE HUMERO

EN FLEXION



EN EXTENSION

CONCLUSIONES.

Las fracturas supracondíleas de húmero en niños tipo Gartland III en nuestro medio muestran un comportamiento similar a los casos reportados en la literatura mundial, en cuanto a características epidemiológicas tales como, frecuencia por edad y sexo, distribución sobre lado afectado y variedad de fractura, así como la presencia de alteración vascular o neurológica en la valoración inicial.

El tratamiento actual de estas fracturas con desplazamiento grave reportado en la literatura mundial, tiene una tendencia hacia la reducción cerrada y la fijación percutánea con clavos de Kirschner **solo** en el epicóndilo lateral del húmero, en número de 2 o 3 clavos, bajo control radiográfico con intensificador de imágenes al momento de la inserción de los clavos. El fundamento teórico de este tratamiento es de evitar la posible lesión neurológica iatrogénica del nervio cubital durante la inserción de los clavos.

Sin embargo, estudios biomecánicos sobre el comportamiento de la fijación con clavos **solo** en el epicóndilo lateral muestran una osteosíntesis de menor estabilidad que la osteosíntesis con clavos cruzados en ambos epicóndilos, incluso con reportes de mayor frecuencia de deformidades angulares en valgo.

Por lo tanto, en nuestro medio, ante la carencia de equipo de control radiográfico de intensificador de imágenes o fluoroscopia para la inserción percutánea de los clavos de Kirschner, el tratamiento quirúrgico abierto de las fracturas supracondíleas de húmero grado III de Gartland provee un excelente método para la reducción y la fijación de la fractura, ya que bajo la visualización directa que ofrece el abordaje posterior bilaterotricipital se elimina la posibilidad de lesión iatrogénica del nervio cubital, además de permitir la correcta colocación cruzada de los clavos de kirschner en ambos epicóndilos, dando mayor estabilidad a la fractura que con la sola fijación lateral percutánea.

Aunado a lo anterior, la conservación de la integridad de la unión miotendinosa del tríceps en el abordaje posterior bilaterotricipital ofrece la ventaja de recuperación muscular inmediata sin repercusión sobre la fuerza muscular de la extremidad.

Los resultados obtenidos en la evaluación del tratamiento llevado a cabo son adecuados y se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la literatura internacional.

1. Netter: COLECCIÓN DE ILUSTRACIONES MÉDICAS. TOMO VIII SISTEMA MUSCULOESQUELETICO. 1ª. Edición: Editorial Masson, 2001.
2. Burgos J: LESIONES TRAUMATICAS DEL NIÑO. 5ª. Edición: Editorial Médica panamericana, 1995; 255-268.
3. Muñoz Gutiérrez J: ATLAS DE MEDICIONES RADIOGRAFICAS EN ORTOPEdia Y TRAUMATOLOGIA. 4ª. Edición: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1999; 103-111.
4. De Palma: ATLAS DE TRATAMIENTO DE FRACTURAS Y LUXACIONES. 3ª. Edición: Editorial Panamericana 1994; 178-189
5. Tachdjian M: ORTOPEdia PEDIATRICA. Tomo II Editorial Interamericana, 1988; 1553-1586.
6. Hoppenfield S: SURGICAL EXPOSURES IN ORTHOPAEDICS. 3rd. Edition: Lippincott Williams & Wilkins, 2003; 186-189.
7. Alonso M: BILATEROTRICIPITAL APPROACH TO THE ELBOW ITS APLICATION IN THE OSTEOSYNTHESIS OF SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. Act Orthop. Scand. 1972; 43:479-490.
8. Otsuka NY, Kasser JP: SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. J Am Acad Orthop Surg. 1997; 5:19-26.
9. Evans S, Graham H: SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN: A RANDOMISED CLINICAL TRIAL. Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume. 80-B (2S) Supplement II: 140-141, July 1998.
10. Smit J, Du Toit W: RADIOLOGICAL ASSESSMENT OF SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume. 79-B (4S) Supplement: 441, November 1997.
11. Camp J, Ishizue K, Gomez M, Akeson W: ALTERATION OF BAUMANN'S ANGLE BY HUMERAL POSITION: IMPLICATIONS FOR TREATMENT OF SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES. J Pediatr Orthop. 1993; 13:521-525.
12. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J: LATERAL ENTRY PIN FIXATION IN THE MANAGEMENT OF SUPRACONDYLAR FRACTURES IN CHILDREN. J Bone Joint Surg [Am] 2004;86-A:735-40
13. Shannon F, Mohan P, Chacko J: PERCUTANEOUS LATERAL CROSS WIRING FOR SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume. 85-B SUPPLEMENT II:138, 2003

14. Mostafavi R: **CROSSED PIN FIXATION OF DISPLACED SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN.** *Clinical Orthopaedics & Related Research.* (376):56-61, July 2000
15. Shim JS, Lee Y: **TREATMENT OF COMPLETELY DISPLACED SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN BY CROSS FIXATION WITH THREE K-WIRES.** *J Pediatr Orthop* 2002; 22:12-16.
16. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J: **OPERATIVE TREATMENT OF SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. THE CONSEQUENCES OF PIN PLACEMENT.** *J Bone Joint Surg [Am].* 2001; 83:735-740.
17. Topping RE, Blanco JS, Davis TJ: **CLINICAL EVALUATION OF CROSSED PIN VERSUS LATERAL-PIN FIXATION IN DISPLACED SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES.** *J Pediatr Orthop.* 1995;15:435-439
18. Mulhall K, Abuzakuk T, Curtin W: **OUTCOME OF PRIMARY O.R.I.F. IN TYPE 111 SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS.** *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume.* 80-B(3S) Supplement III:284, November 1998
19. Lee SS, Mahar AT, Miesen D: **DISPLACED PEDIATRIC SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES: BIOMECHANICAL ANALYSIS OF PERCUTANEOUS PINNING TECHNIQUES.** *J Pediatr Orthop.* 2002;22:440-443
20. Srivastava S: **THE RESULTS OF OPEN REDUCTION AND PIN FIXATION IN DISPLACED SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN.** *Med J Malaysia* 2000;55(Suppl):44-8
21. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R: **TORSIONAL STRENGTH OF PIN CONFIGURATIONS USED TO FIX SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN.** *J Bone Joint Surg [Am].* 1994;76:253-256
22. Swenson AL: **THE TREATMENT OF SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS BY KIRSCHNER-WIRE TRANSFIXION.** *J Bone Joint Surg [Am].* 1988;30:993-997
23. Salama A: **DISPLACED SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN - A REVIEW OF FOUR DIFFERENT METHODS OF MANAGEMENT.** *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume.* 86-B Supplement III:298, 2004
24. Davies RT, Gorczyca JT, Pugh K: **SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN: COMPARISON OF OPERATIVE TREATMENT METHODS.** *Clin Orthop* 2000;376:49-55
25. O'Hara LJ, Barlow JW, Clarke NM: **DISPLACED SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN: AUDIT CHANGES PRACTICE.** *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82-B:204-10

26. France J, Strong M: DEFORMITY AND FUNCTION IN SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN VARIOUSLY TREATED BY CLOSED REDUCTION AND SPLINTING, TRACTION, AND PERCUTANEOUS PINNING. *J Pediatr Orthop.* 1992;12:494-498
27. Iyengar SR, Hoffinger SA, Townsend DR: EARLY VERSUS DELAYED REDUCTION AND PINNING OF TYPE III DISPLACED SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY. *J Orthop Trauma* 1999;13:515
28. Gupta N, Robert M, Leitch K: EFFECT OF SURGICAL DELAY ON PERIOPERATIVE COMPLICATIONS AND NEED FOR OPEN REDUCTION IN SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN. *Journal of Pediatric Orthopedics.* 24(3):245-248, May 2004
29. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR: NEUROLOGICAL COMPLICATIONS AFTER K-WIRE FIXATION OF SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN. *J Pediatr Orthop.* 1991;11:191-194
30. Rasool MN: ULNAR NERVE INJURY AFTER K-WIRE FIXATION OF SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN. *J Pediatr Orthop.* 1998;18:686-690
31. Lyons JP, Ashley E, Hoffer MM: ULNAR NERVE PALSIES AFTER PERCUTANEOUS CROSS-PINNING OF SUPRACONDYLAR FRACTURES IN CHILDREN'S ELBOWS. *J Pediatr Orthop.* 1998;18:43-45
32. Culp RW, Osterman AL, Davidson RS, Skirven T, Bora FW: NEURAL INJURIES ASSOCIATED WITH SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 1211-5
33. Dormans JP, Squillante R, Sharf H: ACUTE NEUROVASCULAR COMPLICATIONS WITH SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES IN CHILDREN. *J Hand Surg [Am]* 1995; 20: 1-4
34. Hirner M, Lennox H. George J: COMPLICATIONS OF SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume.* 80-B(2S) Supplement II:159, July 1998
35. Campbell C, Waters P, Emans J: NEUROVASCULAR INJURY AND DISPLACEMENT IN TYPE III SUPRACONDYLAR HUMERUS FRACTURES. *J Pediatr Orthop.* 1995;15:47
36. Holmberg I: FRACTURES OF THE DISTAL END OF THE HUMERUS IN CHILDREN. *Act Chir Scand.* 1975; 92.