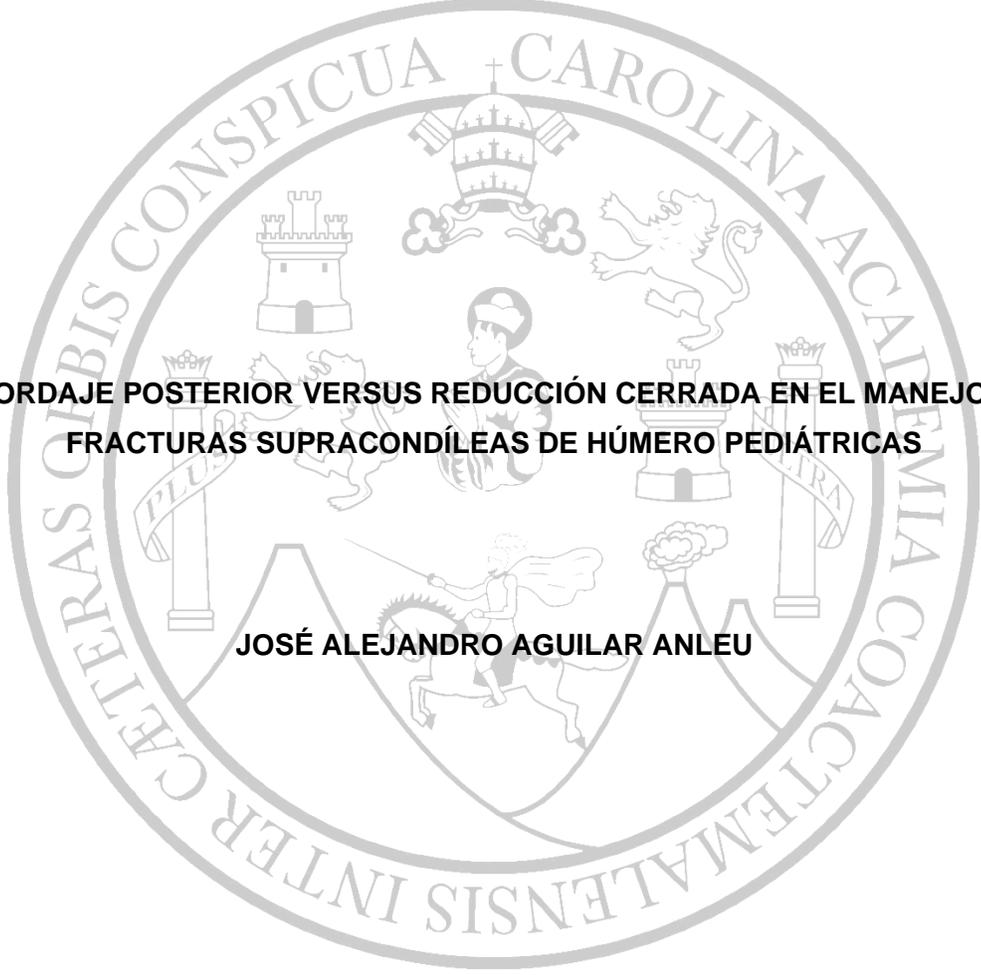


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**ABORDAJE POSTERIOR VERSUS REDUCCIÓN CERRADA EN EL MANEJO DE
FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO PEDIÁTRICAS**

JOSÉ ALEJANDRO AGUILAR ANLEU

Tesis

Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología
Para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología
Octubre de 2021



Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

ME.OI.397.2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): José Alejandro Aguilar Anleu

Registro Académico No.: 200810102

No. de CUI: 2226275650101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Ortopedia y Traumatología**, el trabajo de TESIS **ABORDAJE POSTERIOR VERSUS REDUCCIÓN CERRADA EN EL MANEJO DE FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO PEDIÁTRICAS**

Que fue asesorado por: Dr. Edson Omar Zambrano Aguilar, MSc.

Y revisado por: Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **Octubre 2021**

Guatemala, 13 de Septiembre de 2021.

SEPT. 16, 2021.

Dr. Rigoberto Velásquez Paz, MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado

Dr. José Arnoldo Saenz Morales, MA
Coordinador General de
Maestrías y Especialidades



/dlsr

2ª. Avenida 12-40, Zona 1, Guatemala, Guatemala
Tels. 2251-5400 / 2251-5409

Correo Electrónico: maestriasyespecialidades@medicina.usac.edu.gt

Ciudad de Guatemala, 22 de enero de 2021

Doctor(a)

Franklin Morales Bravatti

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS

Presente.

Respetable Dr. Morales Bravatti:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **José Alejandro Aguilar Anleu carnet 200810102**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología, el cual se titula **"Abordaje posterior versus reducción cerrada en el manejo de fracturas supracondíleas de húmero pediátricas"**.

Luego de la asesoría, hago constar que el **Dr. Alejandro Aguilar**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,


Dr. EDSON OMAR ZAMBRANO AGUILAR
MSc. Traumatología y Ortopedia
ORTOPEDISTA Pediatrico
Col. 11,324

Dr. Edson Omar Zambrano Aguilar MSc. o MA.
Asesor(a) de Tesis

Ciudad de Guatemala, 22 de enero de 2021

Doctor(a)

Franklin Morales Bravatti

Docente Responsable

Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS

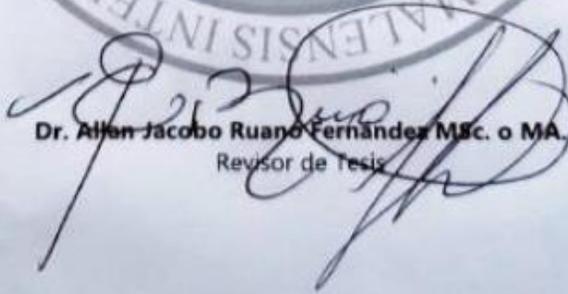
Presente.

Respetable Dr. Morales Bravatti:

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta el Doctor **José Alejandro Aguilar Anleu carnet 200810102**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología, el cual titula "**Abordaje posterior versus reducción cerrada en el manejo de fracturas supracondíleas de húmero pediátricas**".

Luego de la revisión, hago constar que el **Dr. Alejandro Aguilar**, ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior emito el **dictamen positivo** sobre dicho trabajo y confirmo está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,


Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández MSc. o MA.
Revisor de Tesis

DR. ALLAN J. RUANO F.
PEDIATRIA GINECOLOGIA
MEDICINA GENERAL



Facultad de Ciencias Médicas

Universidad de San Carlos de Guatemala

DICTAMEN.UdT.EEP/220-2021
Guatemala, 20 de julio de 2021

Doctor
Franklin Morales Bravatti, MSc.
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Doctor Morales Bravatti:

Para su conocimiento y efecto correspondiente le informo que se revisó el informe final del médico residente:

JOSÉ ALEJANDRO AGUILAR ANLEU

De la Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Ortopedia y Traumatología, registro académico 200810102. Por lo cual se determina Autorizar solicitud de examen privado, con el tema de investigación:

“ABORDAJE POSTERIOR VERSUS REDUCCIÓN CERRADA EN EL MANEJO DE FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO PEDIÁTRICAS”

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dr. Luis Alfredo Ruiz Cruz, MSc.
Responsable
Unidad de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado

c.c. Archivo
LARC/karin -

AGRADECIMIENTOS

- A Dios: Por permitirme vivir en esta tierra, en este tiempo y con estas personas.
- A mi padre: Por ser mi ejemplo para seguir, tanto de padre como de traumatólogo. Gracias por ser la inspiración que me llevara a tomar este camino; este título te lo dedico.
- A mi madre: Por su cariño, comprensión y cuidados durante toda mi vida, y en particular cuando estaba cansado durante la residencia. Gracias por el cariño demostrado en cada lonchera que mandabas.
- A mi esposa: Por estar conmigo desde segundo año del pregrado, por la paciencia durante los turnos y posturnos, por tu alegría, tu constante motivación y sobre todo tu amor; tanto de novia como de esposa. Gracias por ser la roca a la cual aferrarme.
- A mi hermano: Por tu entusiasmo e incansable curiosidad en la búsqueda de la comprensión e innovación académica y práctica.
- Al resto de mi familia: Por sus buenos deseos, felicitaciones y comprensión al ser incapaz de acudir a tantas reuniones familiares.
- A mis pacientes: Por enseñarme más que los innumerables textos estudiados.
- A mis maestros: Por las perlas, enseñanzas y castigos que ayudaran a forjarme como especialista.
- A mis compañeros de residencia: Por ser como una segunda familia y hacer que las largas horas de turno se fueran de forma rápida y amena.
- Al Hospital General de Accidentes del I.G.S.S.: Por darme todas las herramientas, educación, trabajo, responsabilidad y obligaciones que me permitieran crecer como médico, trabajador y persona.
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala: Por ser mi casa de estudios desde que era bachiller y darme la enseñanza necesaria para ser un profesional de éxito

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	3
2.1. Epidemiología.....	3
2.2. Anatomía y fisiología articular.....	3
2.3. Tipos de lesión.....	4
2.4. Mecanismo de lesión.....	4
2.5. Diagnóstico.....	5
2.5.1. Clínico.....	5
2.5.2. Imagenológico.....	6
2.6. Clasificación.....	7
2.7. Opciones de tratamiento.....	7
2.8. Técnica quirúrgica.....	8
2.8.1. Reducción de la fractura.....	8
2.8.2. Abordajes para el tratamiento.....	9
2.8.3. Fijación de la fractura.....	10
2.8.4. Factores de riesgo para resultados sub-óptimos en cirugía.....	11
2.9. Manejo postoperatorio.....	12
2.9.1. Protocolo de manejo.....	12
2.9.2. Manejo en Hospital General de Accidentes.....	13
2.9.3. Escalas de evaluación.....	14
2.10. Complicaciones.....	15
2.10.1. Complicaciones tempranas.....	15
2.10.2. Complicaciones tardías.....	16
III. Objetivos.....	17
3.1. Objetivo General.....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
IV. Material y métodos.....	18
4.1. Tipo de estudio.....	18
4.2. Población.....	18
4.3. Unidad de análisis.....	18
4.4. Criterios de inclusión y exclusión.....	19

4.5. Operacionalización de variables.....	20
4.6. Hipótesis.....	26
4.6.1. Hipótesis nula.....	26
4.6.2. Hipótesis alternativa.....	26
4.7. Procedimiento para recolección de información.....	27
4.7.1. Técnicas de recolección de datos.....	27
4.7.2. Procedimiento.....	27
4.7.3. Instrumentos de medición.....	27
4.8. Procedimiento de análisis informático.....	27
4.8.1. Plan de procesamiento.....	27
4.8.2. Plan de análisis de datos.....	28
4.9. Alcances y límites.....	28
4.9.1. Alcances.....	28
4.9.2. Límites.....	28
4.10. Aspectos éticos.....	29
V. Resultados.....	30
VI. Discusión y análisis.....	46
6.1. Análisis de los resultados.....	46
6.2. Conclusiones.....	51
6.3. Recomendaciones.....	52
VII. Referencias bibliográficas.....	53
VIII. Anexos.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
Tabla 1.....	20
Tabla 2.....	30
Tabla 3.....	31
Tabla 4.....	32
Tabla 5.....	33
Tabla 6.....	35
Tabla 7.....	36

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
Gráfica 1.....	5
Gráfica 2.....	11
Cuadro 1.....	14
Cuadro 2.....	14
Cuadro 3.....	18
Gráfica 3.....	34
Cuadro 4.....	37
Cuadro 5.....	38
Cuadro 6.....	39
Cuadro 7.....	40
Cuadro 8.....	41
Cuadro 9.....	42
Cuadro 10.....	43
Cuadro 11.....	44
Cuadro 12.....	45

RESUMEN

OBJETIVO: Comparar la tasa de complicaciones y déficit de movilidad de los pacientes tratados con reducción abierta vía abordaje posterior versus pacientes tratados con reducción cerrada.

POBLACIÓN Y MÉTODOS: Estudio analítico transversal, que incluyó el universo de pacientes con fracturas supracondíleas de húmero pediátricas tratados de forma quirúrgica en el Hospital General de Accidentes Ceibal en 2014-2018. **RESULTADOS:** Se analizaron 313 fracturas supracondíleas de húmero pediátricas, siendo los pacientes masculinos en su mayoría

(63.58%), con 4.3 años de edad en promedio. De las fracturas estudiadas, según la escala de Gartland: 0% fueron de tipo I, 14.06% de tipo II, 83.07% de tipo III y 2.87% de tipo IV. La complicación más frecuente fue la neuropraxia cubital. Hubo más complicaciones y déficit de flexión y extensión en las cirugías abiertas que las cerradas. Los residentes y ortopedistas pediatras demostraron una tendencia cada vez menor a usar abordaje posterior con el paso de los años. Hubo escasa necesidad de reintervenir las cirugías y el tiempo de consolidación promedio fue de 5.59 semanas para fracturas grado II, 6.34 semanas para grado III y 6.56 semanas para grado IV. **CONCLUSIONES:** Los pacientes tratados con abordaje abierto posterior tuvieron 1.8 veces más riesgo de complicaciones, pero esto no se vio reflejado en términos de neuropraxia que tuvo un valor similar abierto y cerrado. Los pacientes tratados de forma abierta presentaron 8.25 veces más riesgo de tener déficit de movilidad en flexión y 2.04 veces más riesgo de déficit en extensión.

PALABRAS CLAVE: fractura supracondílea de húmero, abordaje posterior, Gartland, neuropraxia, complicaciones, déficit de movilidad

I. INTRODUCCIÓN

Las fracturas supracondíleas se encuentran entre las primeras causas de patología traumática en niños y pueden constituir hasta el 80% de todas las fracturas de codo. (14) Su mal tratamiento o ausencia de este puede ser la fuente de diversas complicaciones con secuelas que pueden afectar a los pacientes de por vida, como lo son la deformidad en culata de escopeta que puede dejar secuelas de la autoestima del paciente pediátrico o la contractura isquémica de Volkmann, secuela que deja inutilizable el miembro superior afecto el resto de la vida.

En el Hospital General de Accidentes Ceibal, por año en promedio se atendieron 80 casos de fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en sala de operaciones, entre las cuales más de la mitad requirieron un abordaje abierto. Es importante mencionar que esta elevada cifra no toma en cuenta otro gran número de fracturas supracondíleas tratadas en la emergencia que no requirieron intervención quirúrgica, evidenciando el gran volumen de pacientes pediátricos que se manejan en este centro. El elevado número de casos permite tener un universo adecuado de pacientes sobre el cuál se permita realizar un análisis estadístico adecuado.

Aunque la tendencia actual a nivel mundial ha sido de realizar abordajes laterales o anteriores para el tratamiento de las fracturas supracondíleas, el abordaje posterior sigue siendo una opción vigente y útil para el tratamiento de estas, así como ha sido descrito por varios autores. En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y en particular en el departamento de ortopedia pediátrica se realizan reducciones abiertas por medio del abordaje posterior teniendo los pacientes una alta tasa de éxito en el resultado funcional. El presente estudio pretende compartir la experiencia que ha tenido este centro con esta técnica y demostrar que la misma tiene tasa de complicaciones y resultados funcionales que los otros abordajes. Concretamente, los objetivos del estudio son: comparar la tasa de complicaciones y déficit de movilidad de los pacientes tratados con abordaje abierto versus cerrado, estadificar las fracturas según la escala de Gartland, determinar los factores de riesgo para resultados subóptimos, determinar el tiempo de consolidación radiográfica promedio, explicar la tendencia a usar un abordaje sobre otro a través de los años y contabilizar las neuropraxias postquirúrgicas y su tiempo promedio de recuperación.

En este estudio analítico transversal, retrospectivo, se analizaron 313 fracturas supracondíleas de húmero pediátricas, siendo los pacientes masculinos en su mayoría (63.58%), con un rango de edad entre 0.67-10.11 años, siendo los 4.3 años la edad promedio de los pacientes. De las fracturas estudiadas, al estadificarlas según la escala de Gartland: 0% fueron de tipo I, 14.06%

de tipo II, 83.07% de tipo III y 2.87% de tipo IV. La complicación más frecuente fue la neuropraxia cubital, seguida de: granulomas, cúbito varo, pines subcutáneos e infección, en orden descendente. Hubo más complicaciones y déficit de flexión y extensión en las cirugías abiertas que las cerradas, más no más neuropraxias. El abordaje más empleado por los médicos especialistas fue el abierto, mientras que los residentes y ortopedistas pediátras demostraron una tendencia cada vez menor a usar el abordaje abierto posterior con el paso de los años. Hubo escasa necesidad de reintervenir las cirugías primarias y el tiempo de consolidación promedio fue de 5.59 semanas para fracturas grado II, 6.34 semanas para grado III y 6.56 semanas para grado IV.

Una limitante muy importante para el presente estudio fue el hecho que no hay un protocolo estandarizado para el seguimiento de los pacientes en la consulta externa. Debido a esto, no siempre se registraron todos los datos necesarios para realizar las comparaciones y tampoco hay un instrumento o escala de medición estandarizada para evaluar los resultados funcionales. El registro irregular y a menudo incompleto de la información dificulta la aplicación de otras herramientas de análisis y comparación que darían mayor riqueza al estudio.

Como se estipula en el acuerdo 1247 de Junta Directiva del I.G.S.S., en la que se amplía la cobertura de atención médica a los hijos de afiliados entre cinco y siete años, esta ampliación debe estar aunada a la excelencia en el tratamiento de los pacientes. Para alcanzar la misma, es necesario realizar un estudio que evalúe los tratamientos actuales para asegurar su vigencia y comprender si es necesario realizar alguna mejora a los mismos. Desde el punto de vista investigativo, en la biblioteca de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tan sólo hay 13 estudios respecto al tema, y sólo cuatro de ellos han sido llevados a cabo a partir del año 2000, por lo que existe la necesidad de una actualización al tema. En base a lo revisado en la biblioteca, el presente estudio es el más grande de su tipo en Guatemala.

II. ANTECEDENTES

2.1. Epidemiología

Las fracturas supracondíleas de húmero pediátricas constituyen uno de los tipos más frecuentes de fracturas en la población pediátrica. La incidencia de estas fracturas a nivel mundial es de 177.3 por 100,000 y estas fracturas representan el 80% de todas las fracturas pediátricas del codo y el 66% de todas las fracturas que requieren hospitalización. (14) La distribución respecto al sexo presenta una relación de 3:2 al comparar niños con niñas (32), aunque otros autores han reportado razones similares de niños vs niñas. (20) La mayor incidencia de estas lesiones ronda entre los 5 y 7 años (13) y usualmente las niñas presentan una edad menor a los niños. (20) Finalmente, las fracturas presentan un predominio en el lado no dominante del paciente (33).

2.2. Anatomía y fisiología articular

Se denomina codo a la región de la extremidad superior comprendida entre una línea horizontal que pasa cinco centímetros proximal y distal al pliegue del codo. Esta articulación consta de tres articulaciones distintas: humerocubital, humerorradial y radiocubital proximal, estando éstas rodeadas por una única cápsula de tipo sinovial. Las superficies articulares correspondientes al húmero distal constan de la tróclea y el cóndilo humerales, que se articulan con sus homólogas del antebrazo proximal, siendo éstas la cavidad sigmoidea del cúbito y la cúpula radial, respectivamente (35).

El codo es estable a pesar de su gran amplitud de movimientos y superficies articulares debido a un conjunto de ligamentos que se agrupan funcionalmente en dos: el ligamento colateral cubital y el colateral radial. Existe además el ligamento anular que sujeta la cabeza radial, proveyéndole estabilidad a la hora de realizar movimientos de pronosupinación (35).

La articulación del codo, a pesar de ser una única anatómicamente hablando, permite dos funciones concretas: flexoextensión y pronosupinación, usando para su efecto las tres diferentes articulaciones que posee. (35) La función primordial del codo es la de aproximar la mano desde y hacia el tronco y por esta misma razón, trabajan sobre la misma una serie de músculos que permiten este movimiento, incluyendo el bíceps braquial, también denominado músculo de la alimentación. Para efectos de la flexoextensión efectiva, la paleta humeral presenta características anatómicas que permiten ampliar su rango de movilidad, en la forma de la fosita olecraniana, que permite la extensión completa, y la fosa supratroclear, que aumenta los grados de flexión permitidos (35).

Respecto al arco de movilidad del codo, la extensión es de cero, aunque en ciertos pacientes hiperlaxos puede llegar a ser de 3-10° (29), mientras que la flexión activa no sobrepasa los 145°, ya que la masa muscular bicipital previene una mayor flexión. Sin embargo, si este último movimiento se realiza de forma pasiva, puede alcanzar los 160°. La pronosupinación es un arco de movilidad propio del antebrazo y no del codo, sin embargo, para que este movimiento funcione adecuadamente, las estructuras articulares del codo, en particular la cabeza radial y la articulación radiocubital proximal, se deben encontrar en adecuada posición (29).

2.3. Tipos de lesión

Las fracturas supracondíleas suceden tras un traumatismo que provoca una solución en la continuidad del hueso de la metáfisis distal del húmero, a nivel de la paleta humeral. Estas fracturas pueden ser completas o incompletas, y pueden ser fracturas en flexión o extensión, dependiendo del mecanismo de lesión que presenten (8).

En las fracturas por extensión, que corresponden al 97% del total de todas las fracturas supracondíleas (8), el desplazamiento adicional en valgo o varo, hace que éstas se subdividan en fracturas con desplazamiento posteromedial, posterolateral o posteriores puras (8).

2.4. Mecanismo de lesión

El mecanismo de lesión es el principal determinante sobre el tipo de variante que presentará una fractura humeral a nivel supracondíleo. Las fracturas supracondíleas en extensión suceden cuando existe una carga axial a través de la muñeca extendida que provoca la hiperextensión del codo al caer. Esta hiperextensión hace que el olecranon encaje en su fosa correspondiente y convierta la carga axial en una carga deformante en extensión a nivel supracondíleo. (5) La posición de la muñeca, ya sea en prono o supino, provee un vector de fuerza adicional que provoca desplazamientos posterolaterales o posteromediales del fragmento distal. Una causa común de las fracturas en extensión son las caídas de propia altura o caídas desde una bicicleta. (7)

Las fracturas en flexión suceden en cambio por una caída sobre el codo en flexión, recibiendo el olecranon la carga y transmitiéndola a la coronoides y fosa coronoidea creando un sitio de tensión supracondíleo con bisagra anterior (7).

2.5. Diagnóstico

El diagnóstico de estas fracturas suele ser clínico, pero los estudios radiográficos son de utilidad para determinar la severidad y dirección del desplazamiento del fragmento.

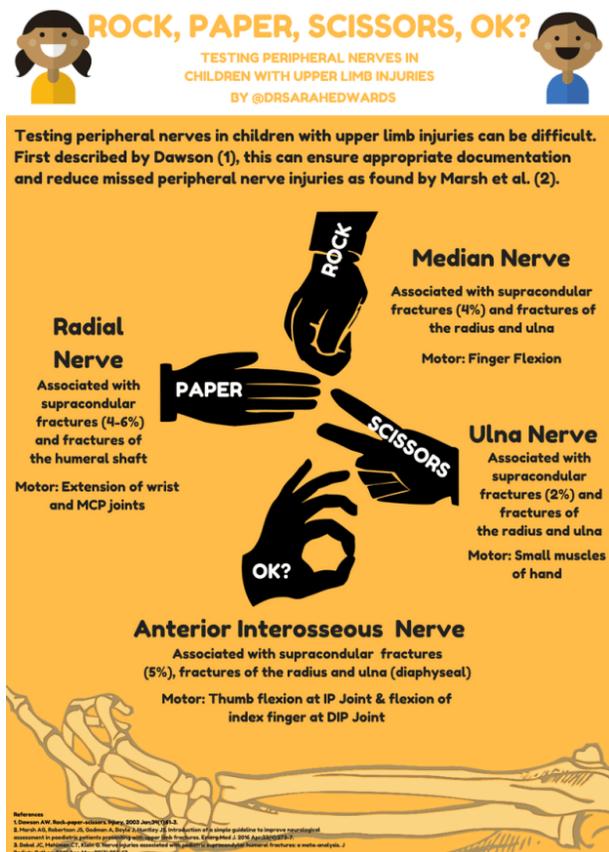
2.5.1. Clínico

El examen físico puede ser a veces difícil por la edad del paciente y por el dolor que provoca ansiedad, tanto en el infante como en el padre o responsable. Previo a realizar la evaluación clínica, se recomienda dar analgesia y entablar una relación amigable con el paciente para aumentar el *rapport* (32).

Dentro de los signos clínicos importantes estará el edema, equimosis y dolor que aumenta a la palpación y movilización. Es importante evaluar el estado de la piel y describir cualquier excoriación que pueda afectar el abordaje quirúrgico, o herida que indique que la fractura es expuesta y además amerite sutura. Cuando el fragmento proximal atraviesa el músculo braquial, se puede producir un hoyuelo en la cara anterior del brazo, también conocido como el signo del braquialis. Este signo denota un mal pronóstico para la reducción cerrada, y podría indicar un alto riesgo de lesión neurovascular asociada (33).

La evaluación vascular es de suma importancia por lo que es necesario evaluar la coloración de la mano, así como la presencia del pulso radial. Una ausencia del pulso radial puede indicar un vasoespasmio o lesión de la arteria braquial. Debido a esto es importante evaluar el estado de permeabilización arterial del miembro superior mediante aspectos como: color, temperatura, dolor que va en aumento, parestesias y llenado capilar. Es posible que exista llenado capilar adecuado en ausencia de un pulso radial debido a la circulación colateral

Gráfica 1
Imagen infográfica del test
“Piedra, Papel, Tijeras, Ok”



Fuente: <https://www.embeds.co.uk/2019/10/04/rock-paper-scissors-ok-rpsok/>

existente. Cuando hay una ausencia de pulso radial pero la mano está rosada, ameritará tratamiento quirúrgico el cual se puede diferir por algún tiempo, pero en caso de haber ausencia de pulso y la mano estar blanca, requiere exploración vascular inmediata (32).

Finalmente, el aspecto neurológico suele ser de difícil evaluación debido a la edad de los pacientes y el dolor. Para esto, se ha desarrollado una prueba motora denominada: “piedra, papel, tijeras, OK”. Esta prueba disfraza la evaluación neurológica en la forma del tradicional juego de piedra, papel y tijera, a modo que mientras se juega con el niño, el evaluador pueda apreciar el estado de distintos nervios. Cuando el niño es capaz de hacer “piedra” con la mano, se corrobora la integridad del nervio mediano. Lo mismo sucede con “papel” que indica la integridad del radial, “tijeras” que lo hace con el cubital, y “OK” que lo hace con el nervio interóseo anterior. (10)

2.5.2. Imagenológico

Generalmente basta con radiografías AP y lateral de codo para realizar un diagnóstico preciso. (30) La tomografía axial usualmente no es necesaria y además implica irradiación adicional al paciente pediátrico, por lo que no se suele usar. El ultrasonido de tejidos blandos no aporta más información debido a la presencia de edema y posible derrame articular. Sin embargo, el Doppler arterial puede ser de gran utilidad al diagnosticar posibles lesiones vasculares, en particular en el contexto de manos rosadas sin pulso. El uso de proyecciones especiales radiográficas de codo como oblicuas o comparativas con el lado sano se debe considerar en casos puntuales. La proyección de Jones resulta útil para valorar la adecuada reducción intraoperatoria al hacer procedimientos cerrados. Algunas otras mediciones útiles en los estudios radiográficos son las siguientes (30):

- Ángulo de Baumann: en una radiografía AP de codo, es la angulación entre la línea fisiaria del cóndilo lateral y el eje de la metáfisis distal del húmero. El valor oscila entre 70-78° (30)
- Línea humeral anterior: en una radiografía lateral de codo, se traza una línea siguiendo toda la cortical anterior del húmero y al prolongar la misma más allá del húmero, esta debe bisecar el tercio medio o anterior del capitellum (30).
- Línea coronoidea: en una radiografía lateral de codo, se traza una línea siguiente el borde anterior de la apófisis coronoides y al extender ésta hacia proximal, debería rozar mínimamente el borde anterior del cóndilo lateral (30).

2.6. Clasificación

Aunque existen múltiples clasificaciones para las fracturas supracondíleas de húmero pediátricas, la más frecuentemente usada es la de Gartland. La clasificación original las dividía de la siguiente forma: (12)

- Gartland I: Fracturas supracondíleas alineadas
- Gartland II: Fracturas en tallo verde, con bisagra perióstica posterior en fracturas en extensión, y bisagra perióstica anterior en fracturas en flexión
- Gartland III: Fracturas totalmente desplazadas, sin bisagra perióstica remanente.

En el año 2006, Leitch le agrega un estadio adicional a la clasificación (14):

- Gartland IV: Fracturas desplazadas con inestabilidad multidireccional. Usualmente estas fracturas suceden tras un trauma de gran energía o bien, pueden ser iatrogénicas tras una manipulación inapropiada en sala de operaciones.

En el año 1984, Wilkins realizó una modificación adicional a la clasificación, al dividir al tipo II en A y B. Sin embargo, esta subdivisión no es habitualmente empleada ya que ha demostrado tener poca concordancia inter/intra-observador. (14) La modificación de este autor era la siguiente:

- Gartland I: Fracturas supracondíleas alineadas
- Gartland IIA: Fracturas en tallo verde con bisagra perióstica posterior en fracturas en extensión, y bisagra perióstica anterior en fracturas en flexión. En esta subdivisión, no existe componente rotacional.
- Gartland IIB: Idéntico a la Gartland IIA, sólo que en esta subdivisión sí hay un componente rotacional que hace a la fractura intrínsecamente más inestable y usualmente amerita fijación percutánea.
- Gartland III: Fracturas totalmente desplazadas sin periostio remanente.
- Gartland IV: Fractura completa con inestabilidad multidireccional, usualmente iatrogénica.

2.7. Opciones de tratamiento

No existe un consenso o algoritmo definitivo para el manejo de las fracturas supracondíleas de húmero pediátricas. Aunque hay guías internacionales, éstas suelen ser modificadas de acuerdo con el país y disponibilidad de recursos, existiendo bastante discrepancia en el gremio de médicos. Esto se evidencia en un estudio realizado en Brasil a 5500 participantes de un Congreso Médico, en el cual no sólo discreparon respecto a tratamiento a emplearse según el grado de lesión, sino también sobre si la cirugía era de urgencia o podía diferirse. (9)

En general, las fracturas supracondíleas de húmero pediátrico se tratan en base al grado de lesión según la clasificación de Gartland.

- Gartland I: Usualmente no es necesario nada más que enyesado braquiopalmar con la muñeca en posición indiferente. Rara vez es necesario realizar una manipulación previa (9).
- Gartland IIA: No hay consenso sobre el tratamiento idóneo para esta subdivisión, pero dentro de las opciones expuestas en un meta-análisis del 2018 (2), todas implican el uso de clavos de Kirschner percutáneos para la fijación de la fractura. En donde no hay consenso es respecto al abordaje – abierto o cerrado – y la configuración de las clavijas, ya sea en X, paralelos o divergentes. Algunos autores también abogan para este grado sólo realizar una manipulación bajo sedación y realizar el enyesado, sin clavijas (2).
- Gartland IIB: Prácticamente todas las fracturas de este grado se tratan con reducción cerrada vs. abierta y fijación percutánea en sala de operaciones. Aún existe discrepancia respecto al abordaje ideal y la configuración de los pines. (22)
- Gartland III: Se tratan de la misma forma que las fracturas Gartland IIB (22).
- Gartland IV: Aunque se tratan de la misma forma que las fracturas Gartland IIB y III, usualmente es necesario realizar una reducción abierta, ya que, al no haber bisagra perióstica remanente, resulta muy difícil lograr el encaje de ambos fragmentos de forma cerrada. (14)

2.8. Técnica quirúrgica

El tratamiento quirúrgico se desglosa en tres diferentes componentes que son: la reducción del foco fractuario, el abordaje empleado (de ser necesario) y la fijación de la fractura, incluyendo el implante a usarse y su configuración (26).

2.8.1. Reducción de la fractura

La maniobra de reducción se realiza bajo sedación y bajo control radiográfico o fluoroscópico en sala de operaciones. Los pasos son los siguientes (26):

1. Realizar tracción longitudinal sobre la extremidad, a modo de permitir que la fractura se desimpacte y ganar la altura perdida (26).
2. Tras ganar la suficiente longitud, se verifica bajo el fluoroscopio si la fractura se reduce mejor con el antebrazo en pronación o supinación. Habitualmente, las fracturas con

desplazamiento posteromedial reducen mejor con pronación del antebrazo, mientras que las posterolaterales reducen mejor en supinación. (26)

3. Tras verificar en qué posición es más estable y congruente la reducción, se mantiene la posición del antebrazo mientras se hiperflexiona el codo y se verifica la reducción final mediante la proyección de Jones para ver la alineación en el plano coronal, y mediante una proyección lateral para ver la alineación en el plano sagital (26).

2.8.2. Abordajes para el tratamiento

El gold-estándar para el tratamiento de las fracturas supracondíleas es la reducción cerrada, puesto que tiene la ventaja teórica de preservar el hematoma, disminuyendo el tiempo para la consolidación, así como prevenir cicatrices retráctiles y debilidad de la musculatura del área, y lesiones iatrogénicas, en particular de índole neurológica. Sin embargo, en múltiples estudios (4, 24), no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas al año de cirugía entre un abordaje cerrado o abierto, en términos de complicaciones y funcionalidad. Sí hay, sin embargo, diferencia significativa en la satisfacción de los padres del paciente desde el punto de vista cosmético al comparar cirugías abiertas y cerradas, prefiriendo los padres el tratamiento cerrado. (25)

En lo que concierne los abordajes abiertos disponibles para el tratamiento de estas lesiones, se destacan los siguientes:

- Anterior: Este abordaje resulta de utilidad cuando hay lesiones vasculares y se realiza haciendo una incisión transversa a nivel del pliegue del codo, la cual puede ampliarse hacia distal o proximal según las necesidades de la lesión. Este abordaje es el más empleado en EEUU y le atribuyen un buen resultado cosmético, la visualización directa de la lesión vascular y la facilidad para reducir la fractura al no tocar el periostio posterior (6).
- Lateral: Se realiza una incisión de 3-4 cm a través del epicóndilo lateral. Se disecciona la fascia y se ingresa entre el tríceps y braquiorradial hasta llegar al foco, el cual se palpa y reduce. Posteriormente se colocan dos agujas percutáneas laterales y una medial con el codo en flexión. (6)
- Medial: Se realiza una incisión de 3-4 cm a través del epicóndilo medial, diseccionando la fascia profunda y explorando el nervio cubital sin remover de su respectivo canal. Posteriormente se llega al foco ingresando entre el braquial y tríceps y se reduce el foco de forma digital, finalmente haciendo osteodesis medial y lateral. Tanto este abordaje como el lateral demostraron ser seguros, con pocas complicaciones,

adecuada movilidad posterior y con resultados cosméticos favorables, en particular el abordaje medial. (6)

- Posterior: Originalmente, este era el abordaje de elección. Se realizaba una incisión posterior empezando aprox. 5 centímetros proximal al olecranon hasta la punta de éste, con el potencial para ampliar hacia distal o proximal según las necesidades. De forma profunda, se incidía la fascia tricipital y se ingresaba transtricipital hasta llegar al foco fractuario. El nervio cubital nunca se exponía y se protegía con el vientre muscular seccionado. En el Hospital General de Accidentes, sin embargo, a la hora de realizar el abordaje, siempre se busca el nervio, se identifica su trayecto y se protege, separándolo del camino. Con el paso del tiempo, debido a reportes de contracturas, cicatrices retráctiles y resultados funcionales subóptimos, se desarrollaron variaciones a la técnica, como la de Alonso-Llamas, en la cual el tríceps no se seccionaba, sino se retraía hacia medial o lateral. (21) Aunque la tendencia a nivel mundial es a NO usar el abordaje posterior, diversos autores han reportado resultados funcionales idénticos, estadísticamente significativos, al comparar abordajes posteriores con conservación del tríceps y reducciones cerradas. (27) Asimismo, se aboga por el uso de este abordaje en casos de fractura negligetas que ya lleven varias semanas puesto que permite una buena visualización del área y se protege el nervio cubital al movilizar el tríceps en los abordajes con conservación de este músculo. (28)

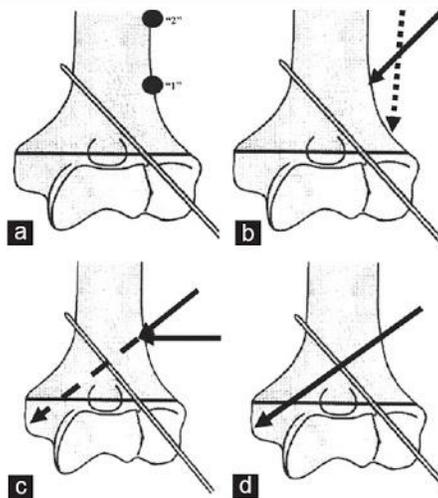
2.8.3. Fijación de la fractura

No existe un consenso respecto a la técnica o configuración para colocar las clavijas de Kirschner 1.6mm en la fijación de fracturas supracondíleas de húmero pediátrico. Se recomienda a la hora de introducir el pin medial, el codo se encuentre flexionado no más de 45° a modo de palpar el nervio y subluxarlo de su canal y posteriormente de forma manual introducir la punta de la aguja, palpando el hueso mientras el nervio se encuentra retraído. Ya sobre la cortical, se acopla el trépano y se introduce apropiadamente, cuidando el nervio en todo momento. (17) Aunque se suele colocar las agujas de forma percutánea, algunos autores abogan por realizar una pequeña incisión del lado medial, a nivel donde se introducirá el clavo, para diseccionar tejidos y asegurar una visualización directa del hueso para no lesionar el nervio (17).

Respecto a la configuración de las clavijas, se ha aceptado tradicionalmente que la configuración con dos clavos K cruzados, de medial a lateral, ofrece un constructo más estable que introducir los clavos únicamente del lado lateral. (23) Sin embargo, algunos médicos prefieren colocar clavijas laterales únicamente a modo de evitar lesiones iatrogénicas del nervio cubital. Sin embargo, existen varios estudios (15, 16) en donde se ha demostrado que la configuración de pines laterales es igual de estable que en X, en particular cuando estos son divergentes y son tres y no dos (15).

Alternativamente se ha descrito la modificación de Dorgan para la colocación de pines en configuración cruzada, pero introduciéndolos únicamente del lado externo. Sin embargo, aún no hay suficientes estudios para avalar el uso de esta modificación, la cual conlleva otro grupo de complicaciones como granulomas, por lo que no es usada de forma tan amplia (16).

Gráfica 2
Técnica de Dorgan



Fuente: Tomado de Osman M, Al-Hadi EA. Percutaneous lateral cross-pinning of paediatric supracondylar humeral fractures. Egypt Orthop J 2014;49:188-92

2.8.4. Factores de riesgo para resultados sub-óptimos en la cirugía

Existen diversos factores que pueden llevar a resultados sub-óptimos en la cirugía, dentro de los cuáles se pueden destacar:

- Realizar las cirugías en horas de la madrugada. Se ha encontrado un mayor número de complicaciones en los pacientes que son atendidos entre la media noche y las seis de la mañana en comparación a horas más hábiles. Usualmente se intenta intervenir quirúrgicamente al paciente como si fuera una emergencia, por el potencial riesgo de compromiso neurovascular y esto hace que pasen los procedimientos a horas cuando el cirujano ya se encuentra cansado física y mentalmente. Se ha demostrado que no hay complicaciones en diferir el procedimiento algunas horas o incluso 2 días, puesto que las potencialmente complicaciones como reducciones pobres y resultados funcionales inadecuados aparecen hasta los catorce días (11)

- La especialidad del médico tratante. Se ha encontrado en diversos estudios que los resultados funcionales, así como el tiempo quirúrgico son mejores cuando la fractura es intervenida por un médico traumatólogo con especialización pediátrica. (3, 18) Esto en comparación a intervenciones por traumatólogos generales o cirujanos pediatras.
- Realizar cirugías diferidas, aunque esto dependerá de la cantidad de días diferida la cirugía. Usualmente hay resultados inferiores cuando se espera más de siete-doce días, pero no hay efectos adversos al comparar cirugías realizadas durante el mismo día del accidente o un día después. (19)
- No contar con intensificador de imágenes. Aumenta la posibilidad de tener que realizar un abordaje abierto para el tratamiento de los pacientes (19).

2.9. Manejo postoperatorio

El manejo postoperatorio de los pacientes habitualmente consta de un período de inmovilización con o sin clavijas, un período de retiro del aparato inmovilizador y agujas y seguidamente un período variable de rehabilitación. La duración de estas tres fases dependerá de cada institución y algunos autores abogan que los pacientes pediátricos tendrán una recuperación de la movilidad de forma natural al cabo de algunos meses por lo que la fisioterapia no es útil. (33)

2.9.1. Protocolo de manejo

Inicialmente, el manejo postoperatorio dependerá de si la reducción fue abierta o cerrada. En casos de fracturas tratadas de forma percutánea cerrada, el tratamiento consta de colocar una escayola, ya sea de yeso o de fibra de vidrio, desde el momento que termina la cirugía, hasta 3-4 semanas posteriores. Al terminar estas semanas se evalúa radiográficamente cómo va la consolidación de la fractura. Si se considera que ya hay trabéculas óseas atravesando el foco fractuario o que ya existe consolidación clínica indolora, se retira el aparato inmovilizador y se inicia la terapia. La terapia consiste en permitir que el niño use su extremidad para hacer sus quehaceres/jugar/estudiar, usualmente evitando los deportes y actividades que impliquen mayor peso hasta los tres meses post-intervención. (32)

Sin embargo, cuando la reducción fue abierta, el protocolo tiende a diferir. Al terminar la cirugía, tras cerrar el abordaje, se cortan y doblan los clavos K y se coloca una férula braquiopalmar provisional para manejo de dolor y edema. Algunos autores colocan drenaje (29) el cual se puede retirar a las 24 horas, pero no es la opción común. En los primeros dos o tres días, se suele tratar de tener la extremidad intervenida elevada y dependiendo del edema, con hielo.

Al verificar que no hay lesiones neurovasculares secundarias a la intervención o la fractura, se da egreso y a los 6-8 días se retiran los puntos y se reemplaza la férula por un yeso cerrado el cual se retira entre la cuarta y sexta semana dependiendo del estado de la consolidación. Si las clavijas fueron colocadas subcutáneas, se usa anestesia general e incisiones puntiformes para retirar los clavos, sin manipular el codo. (29) La recuperación posterior se espera completar en las siguientes cuatro semanas (29).

2.9.2. Manejo en Hospital General de Accidentes

El manejo postoperatorio de los pacientes tratados en el Hospital General de Accidentes el Ceibal es muy similar al descrito en la literatura, pero presenta algunas adaptaciones debido a la dificultad que presentan algunos pacientes para acudir a sus citas, ya sea por motivos económicos o de distancia geográfica.

En el caso de pacientes con reducción cerrada y fijación percutánea, a los pacientes tras terminar la cirugía se les coloca un aparato de fibra de vidrio braquiopalmar en prono o indiferente. Al día siguiente se evalúa el paciente y si no hay signos de lesión neurovascular, si el yeso no está manchado y no tiene dolor el paciente, se egresa con cobertura antibiótica y analgésicos. El paciente se cita a las cuatro semanas para controles radiográficos y si se considera que fractura ya está consolidada se retira el aparato de yeso. Si aún falta consolidación, se deja el yeso dos semanas adicionales antes de retirarlo. Al retirar el yeso, al progenitor del paciente se le indica una serie de movimientos para hacer en casa y se da una cita dentro de otro mes para evaluar resultado funcional y dar caso concluido.

En el caso de pacientes con reducción abierta y fijación percutánea, el cierre de piel se hace con sutura absorbible y se coloca férula braquiopalmar en prono o indiferente. Al día siguiente se evalúa la herida, se cura y se cambia la férula de estar ésta muy manchada. Se da egreso y en caso de tener reservas sobre el edema o el estado clínico, se da cita en dos semanas para evaluar herida, retirar vestigios de la sutura que aún queden y se cambia la férula por un aparato de yeso cerrado, citando al paciente nuevamente en dos a cuatro semanas para la evaluación radiográfica. Si ya hay consolidación ósea, se retiran clavos y yeso, se inicia movilidad y se cita nuevamente en un mes para evaluar resultado funcional. En casos selectos se da cita al paciente al mes de la cirugía y no a las dos semanas para retiro de la férula, clavos y vestigios de sutura.

2.9.3. Escalas de evaluación

Existen diversas formas de evaluar el resultado cosmético y funcional los codos tras la intervención quirúrgica. Algunos ejemplos de estas escalas son (34):

- Criterios de Flynn: esta escala es la forma más común de evaluar el resultado funcional y cosmético de la intervención tras una fractura supracondílea de húmero pediátrico y evalúa el componente estético y funcional. El resultado estético se examina en base a la pérdida del ángulo de carga, cuyo valor normal en varones es de 5-7° y en mujeres de 10-15°. El resultado funcional se gradúa en base a los grados de movilidad perdidos. Las pérdidas de ambos componentes se tabulan en base a una tabla para determinar si el resultado final fue excelente, bueno o favorable, en cuyo caso se considera que la intervención fue satisfactoria, o si el resultado fue malo e insatisfactorio. (34)
- Escala visual análoga: no es específica para este tipo de fracturas, pero ayuda a determinar la satisfacción del paciente y de los padres con el resultado funcional, dolor y cosmesis de la intervención (34).
- Mayo Elbow Performance Score: esta escala tampoco es específica para fracturas supracondíleas, pero puede ser de gran utilidad para la

Cuadro 1
Criterios de Flynn

RESULTADO	CATEGORÍA	FACTOR ESTÉTICO, PÉRDIDA DEL ÁNGULO DE CARGA	FACTOR FUNCIONAL, PÉRDIDA DE LA MOVILIZACIÓN.
SATISFACTORIO	EXCELENTE	0-5°	0-5°
	BUENO	5-10°	5-10°
	FAVORABLE	10-15°	10-15°
INSATISFACTORIO	MALO	>15°	>15°

Fuente: Elaborado a partir de Flynn JC, Matthew JG, Benoit RL. Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children: sixteen years of experience with long-term follow-up. J Bone Joint Surg Am 1974; 56(2): 267

Cuadro 2
Mayo Elbow Performance Score

Función	Definición	Puntuación	Clasificación
Dolor	Ninguno	45	Excelente, >90
	Leve	30	
	Moderado	15	
	Severo	0	
Movilidad	Arco >100	20	Bueno, 75-89
	Arco 50-100	15	
	Arco <50	5	
Estabilidad	Estable	10	Aceptable, 60-74
	Inestabilidad moderada	5	
	Inestabilidad franca	0	
Función	Cepillarse	5	Pobre, <60
	cabello	5	
	Alimentarse	5	
	Higiene	5	
	Camisa	5	
	Zapato	5	
Total		100	

Fuente: Elaborado y traducido a partir de Chien HY, Chen ACY. Short- to medium-term outcomes of radial head replacement arthroplasty in posttraumatic unstable elbows: 20 to 70 month followup. Chang Gung Med J 2010;33:668-78

evaluación funcional del paciente. El valor final es de 100 puntos, lo cual indicaría un codo perfectamente funcional sin secuelas, siendo el valor más inferior de 5 puntos. Se divide en cuatro componentes que son: dolor, arco de movilidad, estabilidad y función; asignándose a cada uno de estos un valor numérico y sumando los totales para un valor final. Abajo se encuentra una imagen de la tabla empleada (34).

2.10. Complicaciones

Existe una serie de complicaciones, secundarias a la injuria inicial o la injuria quirúrgica, que también se pueden desglosar en lesiones tempranas o tardías.

2.10.1. Complicaciones tempranas

Las complicaciones tempranas más habituales suelen ocurrir debido a la fractura inicial, con excepción de las lesiones neurológicas que pueden ser de índole iatrogénica. Dentro de las complicaciones tempranas más frecuentes se pueden destacar:

- Lesiones vasculares: suelen haber alteraciones vasculares en 10-20% de las fracturas supracondíleas, pero menos del 5% constituyen verdaderas lesiones vasculares y menos del 1% desarrollan una contractura isquémica de Volkmann como resultado. (14,31) La arteria braquial es la más afectada y requiere intervención abierta inmediata para su resolución. Sucede con mayor frecuencia en fracturas Gartland III con desplazamiento considerable (14).
- Lesiones neurológicas: las lesiones neurológicas suceden en 6.5-19% de los casos, y pueden ser primarias, que aparecen previo a la cirugía, o secundarias, tras la cirugía y muchas veces iatrogénicas. Diversos artículos mencionan que los nervios más afectados en las fracturas en extensión son el mediano y el radial, dependiendo hacia qué lado se encuentre el desplazamiento, con una menor incidencia de lesiones a nervio cubital e interóseo anterior. En fracturas en flexión el nervio cubital es el más afectado. (1) Existe controversia sobre la necesidad y el momento indicado para hacer una reintervención para reparar la lesión neurológica. El electromiograma puede ser una herramienta útil pero no se protocolario realizarlo (1).
- Síndrome compartimental: este síndrome se presenta en 0.1-0.3% de los casos. Representa una verdadera emergencia traumatológica que amerita una reducción abierta en el quirófano, fasciotomía y exploración neurovascular. La presión del antebrazo aumenta cuando el codo se encuentra flexionado más allá de los 90° y es por esto que la inmovilización previa a quirófano se hace con una menor flexión. (31)

- Infección: las infecciones en el trayecto de los pines son operador e institución dependientes y oscilan entre el 1-21% de los casos. Usualmente la cobertura con antibióticos, cuidados de la herida y en el peor de los casos, retiro de los pines, son suficientes para controlar esta complicación. (31)

2.10.2. Complicaciones tardías

- Cúbito varo o valgo: el cúbito varo es frecuente y sucede en 9-58% de los casos. Se debe a una consolidación defectuosa del fragmento distal más que a un cierre fisiario temprano y constituye una deformidad angular que provoca resultados estéticos y funcionales inadecuados con el codo que se encuentra en una angulación en varo anormal. (31) A esta deformidad también se le conoce como deformidad en culata de escopeta y suele requerir corrección, la cual es mejor hacerla dos años después de la fractura. El cúbito valgo es mucho más raro, menos del 2% de los casos, y resulta de fracturas con desplazamiento posterolateral con el consiguiente codo con aumento del ángulo de carga y un aspecto más valgo de lo fisiológico. (31)
- Rigidez y pérdida de la movilidad: Secundario a la fractura, la reducción o la fisioterapia inadecuada, el arco final de movilidad del codo puede perder 5-10° de movilidad, aunque dependiendo del caso, se puede llegar a perder mucho más del arco móvil. (31)
- Osificación heterotópica: es una complicación poco habitual en la que hay un crecimiento anómalo de tejido óseo en estructuras blandas adyacentes como músculo, tendón o ligamento. Suele ser de buen pronóstico y no requerir intervención a menos que provoque dolor o deformidad cosmética importante. (34)
- Malunión en extensión: este tipo de malunión sucede cuando la reducción es insuficiente o cuando una fractura Gartland tipo II se trata de forma conservadora. Causa una hiperextensión con una flexión deficiente. (14)
- Contractura isquémica de Volkmann: tras un síndrome compartimental o una lesión vascular puede haber una reducción en el aporte sanguíneo a los músculos del antebrazo que provoca un infarto muscular con posterior contractura en flexión de los dedos, manos y muñeca. (34) Incidencia de aproximadamente 0.5% de todos los casos, aunque la clínica Mayo registra esta complicación en 0.03% de los casos (34).

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Comparar la tasa de complicaciones y déficit de movilidad de los pacientes tratados con reducción abierta y fijación percutánea vía abordaje posterior versus pacientes tratados con reducción cerrada

3.2. Objetivos Específicos

- Estadificar las fracturas supracondíleas de húmero pediátrico según sexo y lado afecto
- Estadificar las fracturas supracondíleas de húmero pediátrico según la escala de Gartland para determinar qué grado es el más frecuentemente operado
- Determinar factores de riesgo para resultados subóptimos postquirúrgicos
- Determinar el tiempo promedio de consolidación radiográfica según su estadio en la clasificación de Gartland
- Determinar la tendencia a través de los años a realizar abordaje abierto versus cerrado según el nivel del cirujano
- Contabilizar las neuropraxias postquirúrgicas y su tiempo promedio de recuperación

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Tipo de estudio

Analítico transversal.

4.2. Población

Todos los pacientes de 0-12 años que recibieron una intervención quirúrgica por presentar una fractura supracondílea de húmero desde el 1 de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2018 en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Ya que se usó la totalidad de casos, no fue necesario el muestreo.

4.3. Unidad de análisis

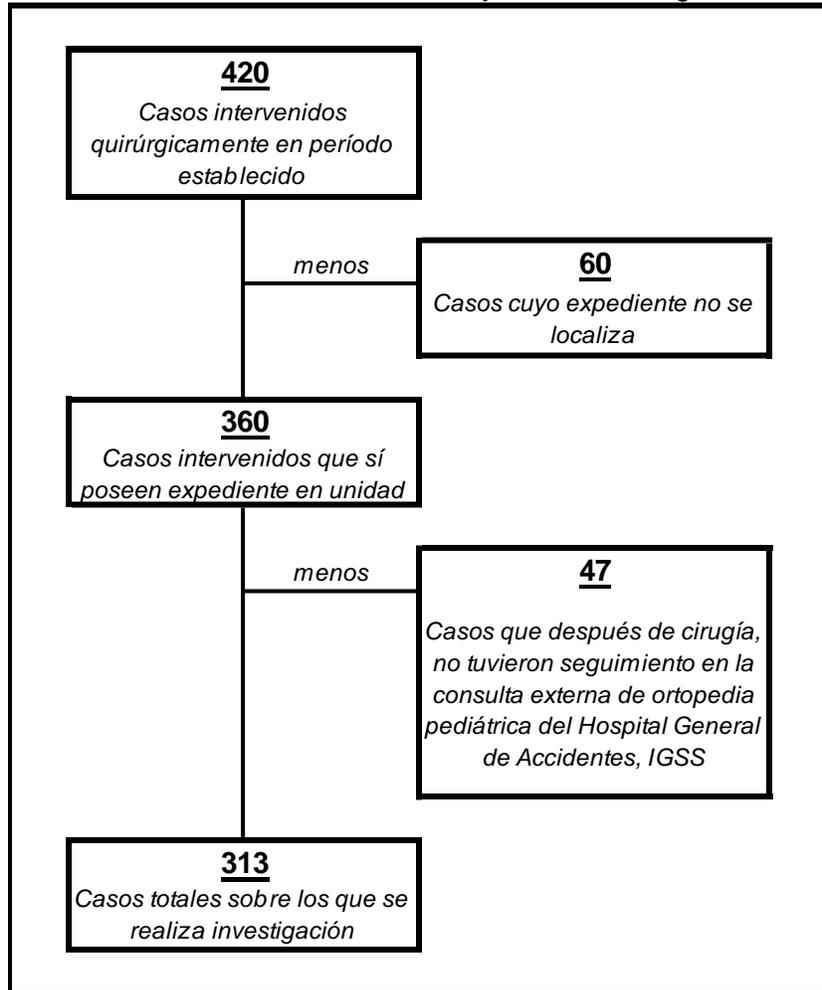
La unidad de análisis son los datos epidemiológicos, clínicos y radiográficos registrados en los expedientes clínicos de los

pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y no poseían criterios de exclusión.

La unidad de información fueron los expedientes clínicos de los pacientes que cumplieran con los criterios y que fueran intervenidos quirúrgicamente del 1 de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2018.

Cuadro 3

Proceso de selección de los sujetos de investigación



4.4. Criterios de inclusión y exclusión

4.4.1. Criterios de inclusión

- Pacientes de cualquier sexo entre 0-12 años
- Pacientes con fractura supracondílea de húmero unilateral que recibieron tratamiento quirúrgico en sala de operaciones del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
- Pacientes que tuvieran seguimiento postoperatorio en la consulta externa de Ortopedia Pediátrica del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

4.4.2. Criterios de exclusión

- Pacientes con fracturas asociadas de la extremidad superior ipsilateral
- Pacientes que fueran tratados quirúrgicamente de forma extrainstitucional y que recibieran seguimiento en la consulta externa de Ortopedia Pediátrica del Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
- Pacientes que recibieron el tratamiento quirúrgico en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social pero que no recibieron un seguimiento completo en la consulta externa de Ortopedia Pediátrica del mismo centro.
- Paciente con fracturas supracondíleas de húmero pediátrica que recibieron tratamiento fuera de sala de operaciones

4.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables					
Variable	Definición teórica	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Edad	Tiempo en años del nacimiento del paciente hasta la fecha de recolección de datos.	Número de meses de vida del paciente al momento de recolectar los datos	Cuantitativa	Razón	Meses de vida
Sexo	Sexo biológico del paciente al nacer identificado por su genotipo - XX vs XY	Sexo marcado en la hoja No. 2 de ingreso	Cualitativa	Nominal	M=masculino F=femenino
Lado afectado	Sitio anatómico de la lesión, denotando en qué extremidad superior fue la injuria.	Lado afectado marcado en el registro operatorio	Cualitativa	Nominal	D=derecho I=izquierdo
Tipo de fractura	Clasificación de la fractura de acuerdo con la clasificación de Gartland en	Clasificación de las fracturas en I, II, III o IV según la clasificación de	Cualitativa	Ordinal	G1=Gartland I G2=Gartland II G3=Gartland III G4=Gartland IV

	alineadas (I), en tallo verde (II), desplazadas (III) o multidireccional (IV).	Gartland. (Ver marco teórico). El valor/categoría de la fractura será tomado de la hoja de ingreso.			
Tipo de tratamiento	El tratamiento definitivo que haya sido utilizado para el manejo de la fractura pediátrica en términos de la reducción: abierta o cerrada.	Se clasificarán los tratamientos ofrecidos en el hospital de acuerdo con las siguientes categorías: reducción cerrada y fijación percutánea, reducción abierta y fijación percutánea.	Cualitativa	Nominal	Se tomará la conducta descrita en el registro operatorio como el valor de esta variable. A = Abierta = reducción abierta y fijación percutánea C = Cerrada = reducción cerrada y fijación percutánea
Rango académico del cirujano	Nivel de conocimiento y experiencias del médico que atiende al paciente	Para determinar el tipo de cirujano, se verá en el récord operatorio quién fue el individuo que la trató y cuál es su rango	Cualitativa	Ordinal	Se escribirá en la matriz de datos: R = Residente E = Especialista en traumatología y ortopedia y/o subespecialistas en

					ramas alternas a la traumatología pediátrica O = Ortopedista pediatria
Tiempo de seguimiento	Medida de tiempo desde que sufre el accidente el paciente hasta que se da caso concluido en consulta externa.	Cantidad de semanas transcurridas desde la fecha del ingreso y la fecha de la última evolución de consulta externa.	Cuantitativa	Razón	Número de semanas transcurridas según la definición operacional.
Tiempo para consolidación radiográfica	Medida de tiempo desde el accidente hasta que el hueso se encuentre consolidado.	Cantidad de semanas transcurridas desde la fecha del ingreso y la fecha de la evolución en donde se dictamina que ya existe consolidación radiográfica de la lesión.	Cuantitativa	Razón	Número de semanas transcurridas según la definición operacional.

Rango de movilidad	Capacidad para desplazar un segmento o parte del cuerpo dentro de un arco de recorrido lo más amplio posible mientras se mantiene la integridad anatómica y biomecánica	Se evalúa última evolución realizada en consulta externa que sea al menos un mes posterior al retiro de inmovilizador, y se documenta si existió déficit en la movilidad en flexión y extensión.	Cualitativa	Ordinal	<p>En la matriz de datos se registra de la siguiente forma:</p> <p>ND=no hay datos</p> <p>SIN=sin pérdida del arco de movilidad según última evolución</p> <p>LEVE=cuando en la última evolución, el médico tratante describe con la palabra "leve" la pérdida del arco</p> <p>LIM=limitación notable del arco de movilidad</p> <p><i>*En los casos que sí se registra la cantidad numérica de grados de movilidad perdidos, se documenta tanto para flexión como extensión.</i></p>
--------------------	---	--	-------------	---------	--

Complicaciones	Evento adverso o de carácter negativo que sucede tras evento determinado	Se revisan todas las evoluciones a partir de la fecha de intervención quirúrgica para determinar aparecimiento de cualquier complicación.	Cualitativa	Nominal	Se registra en matriz de datos de acuerdo con la siguiente clave: GRANU=granuloma NEURO=neuropraxia DEHIS=dehiscencia de herida operatoria INFECT=infección CUBITOVARO=cúbito varo OSI=osificación heterotópica QUELOIDE=cicatriz que loide SUBCUT=pin subcutáneo
Neuropraxia	Lesión de grado leve que produce un fallo en la conducción del impulso nervioso y déficit neurológico transitorio	Cualquier registro de neuropraxia realizado posterior a la fecha de la intervención quirúrgica, según hojas de evolución	Cualitativa	Nominal	Se registra en matriz de datos: R=neuropraxia radial C=neuropraxia cubital M=neuropraxia del mediano

Reintervención	Procedimiento quirúrgico correctivo llevado a cabo tras el procedimiento primario, para controlar una secuela o complicación.	Cualquier registro de intervenciones posteriores a la fecha de la cirugía inicial, según consta en expediente electrónico.	Cualitativa	Nominal	Se registra en matriz de datos: S=sí N=no
Necesidad de fisioterapia	Pacientes quien, al terminar su seguimiento en consulta externa, por una evolución insatisfactoria, o para mejorar alguna complicación, fueron enviados a la unidad pertinente de fisioterapia para su seguimiento	En última evolución de consulta externa se determina si paciente fue enviado o no a fisioterapia para seguimiento. Posteriormente, se revisa el número de semanas que estuvo en la misma, de la fecha de aceptación de caso hasta fecha de última cita en rehabilitación.	Cualitativa	Nominal	S=sí N=no <i>*En caso de ser enviado a rehabilitación, se documenta en número de semanas, cuánto duro la terapia.</i>

4.6. Hipótesis

4.6.1. Hipótesis nula

H1₀: No hay diferencia en el número de complicaciones entre los pacientes tratados con reducción abierta vs. reducción cerrada

H2₀: No hay diferencia en el número de complicaciones neurológicas entre los pacientes tratados con reducción abierta vs. reducción cerrada

H3₀: No hay diferencia en la pérdida del rango de movilidad entre los pacientes intervenidos de forma abierta vs. cerrada

H4₀: No hay diferencia en la elección del tratamiento, cerrado o abierto, según el rango académico del cirujano.

4.6.2. Hipótesis alternativa

H1_A: Los pacientes tratados con reducción abierta tienen más complicaciones en general que los pacientes tratados con reducción cerrada

H2_A: Los pacientes tratados con reducción abierta tienen más complicaciones neurológicas que los pacientes tratados con reducción cerrada

H3_A: Los pacientes intervenidos de forma abierta tienen mayor pérdida de rango de movilidad que los pacientes intervenidos de forma cerrada

H4_A: Habrá diferencia en la elección del tratamiento, cerrado o abierto, según el rango académico del cirujano.

4.7. Procedimientos para la recolección de la información

4.7.1. Técnicas de recolección de datos

Se realizó la observación y revisión sistemática de los expedientes digitales, posteriormente trasladando la información de esta hacia la matriz de datos correspondiente.

4.7.2. Procedimiento

Se buscó en las computadoras que registran todos los récords operatorios para obtener la totalidad de pacientes intervenidos quirúrgicamente por una fractura supracondílea de húmero pediátrico del año 2014 a 2019. Posteriormente, con el listado de pacientes, se buscaron sus respectivos expedientes digitales para obtener el resto de las variables estudiadas. Al tener la matriz completa, se depuraron los casos que no presentaran un seguimiento completo o tuvieran otros datos incompletos, obteniendo la población final. Sobre ésta se trabajaría todo el aspecto estadístico de la investigación.

4.7.3. Instrumento de medición

Se empleó una hoja de Microsoft Excel 2010 para crear una matriz de datos en la cual ir plasmando todos los resultados de los pacientes. Primero se obtuvo una lista de afiliaciones correspondientes a los pacientes intervenidos. En base a esta lista se recolectó el resto de los datos requeridos en la matriz. Una copia de esta se puede observar en el área de anexos.

4.8. Procedimientos de análisis de la información

4.8.1. Plan de procesamiento de datos

Los datos se recolectaron manualmente por un único investigador en base a los récords operatorios disponibles en las computadoras de sala de operaciones del Hospital General de Accidentes. Con este listado de pacientes intervenidos en el período bajo estudio, se buscaron sus respectivos expedientes digitales en el sistema MEDI-IGSS y los datos requeridos fueron plasmados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010, construyendo así la matriz de datos. Con la matriz completa, se depuraron los registros espurios, incompletos o duplicados y se crearon múltiples copias de esta, organizando cada una de forma distinta para el análisis de las distintas variables en las siguientes categorías: complicaciones, tipo de abordaje, grado según clasificación de Gartland, año de cirugía y rango del médico tratante.

4.8.2. Plan de análisis de datos

A partir de las distintas matrices de datos, ya depuradas y clasificadas según las distintas categorías, se procedió a realizar tablas y gráficas en base a los diferentes datos. Se utilizaron las medidas de tendencia central, así como tablas de 2x2 para obtener el Odds-ratio y la prueba de Chi cuadrado para aceptar o refutar las hipótesis nulas.

Debido a que se estará trabajando con tablas dicotómicas de 2x2, las variables a estudiar tienen únicamente un grado de libertad. Se busca un intervalo de confianza del 95% por lo que el valor de corte de Chi cuadrado para comprobar o refutar hipótesis será de 3.8415.

4.9. Alcances y límites

4.9.1. Alcances

El presente estudio busca comparar los resultados de la cirugía abierta versus cerrada en el tratamiento de fracturas supracondíleas de húmero pediátricas. Se compara los resultados de ambos en base a pérdida de arco de movilidad y complicaciones. Asimismo, se intenta determinar qué factores aumentan el potencial de complicaciones en los pacientes, y comprender la tendencia de tratamiento preferido según avanzan los años. Esta investigación busca determinar cuál de las hipótesis son las verdaderas y aunque correlaciona variables, no explica causalidad.

4.9.2. Límites

El estudio se encuentra limitado por ser de índole retrospectiva y trabajar con expedientes tomados por múltiples personas y no por un único investigador con una metodología idéntica en todos los casos. Asimismo, no se observa un registro constante de muchas otras variables que se pudieron haber investigado y correlacionado para comparar de mejor forma las dos técnicas. No existe una escala usada de forma consistente con todos los pacientes por lo que no se pueden formular más conclusiones.

4.10. Aspectos éticos

La investigación se clasifica como Categoría I ya que no presenta riesgo para la población estudiada y se fundamenta en los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia. Para recolectar los datos, se buscaron los expedientes digitales, así como los registros de sala de operaciones, sin llevar a cabo ningún experimento o tomar conducta sobre qué tratamiento tendría el paciente.

Debido a que se usó el expediente clínico, se aseguró de no modificar el orden o alterar alguna hoja o documento de los récords ni se extrajeron datos físicos del hospital ni los expedientes físicos. Finalmente, nunca se divulgó el nombre de los pacientes ni participantes ni se comentó sobre los casos del estudio con terceras personas. La revisión y asesoría del estudio fue realizada por expertos en el tema y con interés en el mismo.

V. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la investigación. Se estudiaron 313 casos, de los cuáles 161 presentaron un abordaje abierto y 152 cerrado.

Tabla 2

Características generales y demográficas de los pacientes tratados por fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2014-2018

Característica	Cifra
Edad	
Meses, promedio	51.9
Meses, mínima	8
Meses, máxima	122
Sexo, n (%)	
Masculino	199 (63.58)
Femenino	114 (36.42)
Lado afectado, n (%)	
Derecho	126 (40.26)
Izquierdo	187 (59.74)
Clasificación de Gartland, n (%)	
I	0 (0)
II	44 (14.06)
III	260 (83.07)
IV	9 (2.87)

Tabla 3

Características de resultados tras cirugía abierta versus cerrada en pacientes tratados por fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2014-2018

Características	Abierto	Cerrado
Complicaciones, n (%)		
Sí	45 (27.95)	27 (17.76)
No	116 (72.05)	125 (82.24)
Neuropraxia, n (%) *		
Sí	20 (12.42)	17 (11.18)
<i>N. radial</i>	4 (2.48)	2 (1.32)
<i>N. cubital</i>	14 (8.70)	14 (9.21)
<i>N. mediano</i>	2 (1.24)	1 (0.66)
No	141 (87.58)	135 (88.82)
Déficit extensión, n (%)**		
Presente	51 (34.23)	25 (20.33)
<i>Grados perdidos***</i>	13.57	11.67
Ausente	98 (65.77)	98 (79.67)
Déficit flexión, n (%)**		
Presente	59 (39.86)	9 (7.44)
<i>Grados perdidos***</i>	32.42	42.5
Ausente	89 (60.14)	112 (92.56)

* Posterior a SOP

** Déficit presente en última evolución del paciente, tiempo promedio de seguimiento 10.4 semanas

*** Promedio de grados de movilidad perdidos tomado de los casos que sí reportaron este valor (cifra menor a la totalidad porque no todos los expedientes reportaron este dato).

Tabla 4

Características de la cirugía y del seguimiento de los casos según el grado de severidad según la escala de Gartland para fracturas supracondíleas de húmero pediátricas. Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2014-2018

Características	Clasificación de Gartland		
	Grado II	Grado III	Grado IV
Tipo de abordaje, n (%)			
Abierto	7 (15.91)	146 (56.15)	8 (88.89)
Cerrado	37 (84.09)	114 (43.85)	1 (11.11)
Complicaciones, n (%)			
Sí	5 (11.36)	64 (24.62)	3 (30.00)
No	39 (82.64)	196 (75.38)	7 (70.00)
Necesidad de reintervención, n (%)			
Sí	0 (0.00)	10 (3.85)	0 (0.00)
No	44 (100.00)	250 (96.15)	9 (100.00)
Déficit de flexión, n (%)			
Presente	6 (20.69)	58 (25.00)	4 (50.00)
Ausente	23 (79.31)	174 (75.00)	4 (50.00)
Déficit de extensión, n (%)			
Presente	4 (13.79)	58 (25.00)	5 (62.50)
Ausente	25 (86.21)	174 (75.00)	3 (37.50)
Consolidación radiográfica			
Promedio, en semanas	5.59	6.34	6.56

Tabla 5

Características de la cirugía y del seguimiento de los casos según el grado de formación académica de los cirujanos implicados en el tratamiento quirúrgico de fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2014-2018

Características	Formación académica		
	<i>Médico residente</i>	<i>Médico especialista</i>	<i>Ortopedista pediatra</i>
Tipo de abordaje, n (%)			
Abierto	117 (50.00)	21 (84.00)	23 (42.59)
Cerrado	117 (50.00)	4 (16.00)	31 (57.41)
Complicaciones, n (%)			
Sí	55 (23.50)	6 (24.00)	11 (20.37)
No	179 (76.50)	19 (76.00)	43 (79.63)
Necesidad de reintervención, n (%)			
Sí	8 (3.42)	2 (8.00)	0 (0.00)
No	226 (96.58)	23 (92.00)	54 (100.00)

Gráfica 3

Preferencia de tratamiento abierto a través de los años según grado académico del cirujano principal. Hospital General de Accidentes, I.G.S.S., 2014-2018

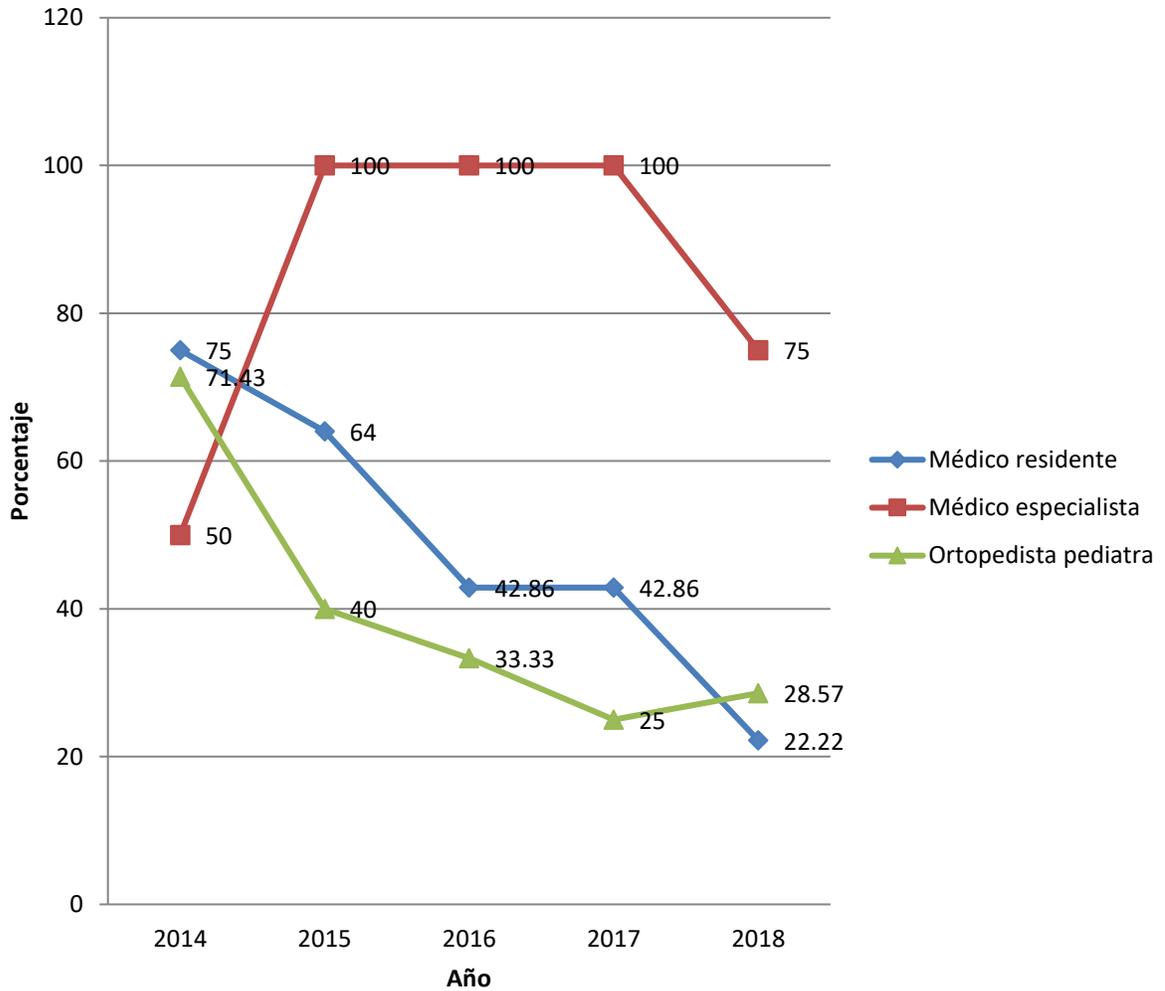


Tabla 6

Desglose de las complicaciones de los pacientes tratados de forma abierta o cerrada por fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, 2014-2018

Complicación	Cifra
Neuropraxia*	35
Cubital	26
Radial	5
Mediana	2
Mixta	2
Granuloma	11
Pin subcutáneo**	7
Cúbito varo	7
Infección	6
Dehiscencia	2
Queloides	2
Osificación heterotópica	2

**Cifra difiere con valores de tabla 3 ya que algunos pacientes mostraron neuropatías múltiples, que se contabilizaron de forma separado en esta tabla.*

***En nuestro centro siempre se dejan los clavos percutáneos. Si un clavo se vuelve subcutáneo y requiere llevar a quirófano para retiro del mismo, se considera una complicación.*

Tabla 7

Tiempo promedio, en meses,
para resolución de neuropraxia
en pacientes tratados por
fracturas supracondíleas de
húmero pediátricas en el Hospital
General de Accidentes del
Instituto Guatemalteco de
Seguridad Social, 2014-2018

Neuropraxia	Meses
Radial	2.00
Cubital	5.33
Mediano	Sin datos
Mixto	2.50
<i>Promedio global</i>	4.63

Cuadro 4

Riesgo de déficit de extensión en
fracturas grado IV vs. grados menores

	Déficit en extensión	Sin déficit	Total
Grado IV	5	3	8
No grado IV	62	199	261
Total	67	202	269*

Odds-Ratio	5.35
Intervalo de confianza 95%	1.24-23.02

**Total de pacientes menor a los 313 casos estudiados debido a que el déficit o ausencia de este sólo fue reportado en 269 casos.*

Cuadro 5

Riesgo de déficit de flexión en fracturas
grado IV vs. grados menores

	Déficit en flexión	Sin déficit	Total
Grado IV	4	4	8
No grado IV	64	197	261
Total	68	201	269*

Odds-Ratio	3.08
Intervalo de confianza 95%	0.75-12.66

**Total de pacientes menor a los 313 casos estudiados debido a que el déficit o ausencia de este sólo fue reportado en 269 casos.*

Cuadro 6

Riesgo de complicaciones según tipo de abordaje

	Complicación	Sin complicación	Total
Abierto	45	116	161
Cerrado	27	125	152
Total	72	241	313

Odds-Ratio	1.8
Intervalo de confianza 95%	1.05-3.08
Chi cuadrado	4.58

Cuadro 7

Riesgo de neuropraxia según tipo de abordaje

	Neuropraxia	Sin neuropraxia	Total
Abierto	20	141	161
Cerrado	17	135	152
Total	37	276	313

Odds-Ratio	1.13
Intervalo de confianza 95%	0.57-2.24
Chi cuadrado	0.11

Cuadro 8

Riesgo de déficit de flexión según tipo de abordaje

	Déficit en flexión	Sin déficit	Total
Abierto	59	89	148
Cerrado	9	112	121
Total	68	201	269*

Odds-Ratio	8.25
Intervalo de confianza 95%	3.88-17.55
Chi cuadrado	37.06

**Total de pacientes menor a los 313 casos estudiados debido a que el déficit o ausencia de este sólo fue reportado en 269 casos.*

Cuadro 9

Riesgo de déficit de extensión según
tipo de abordaje

	Déficit en extensión	Sin déficit	Total
Abierto	51	98	149
Cerrado	25	98	123
Total	76	196	272*

Odds-Ratio	2.04
Intervalo de confianza 95%	1.17-3.55
Chi cuadrado	6.47

**Total de pacientes menor a los 313 casos estudiados debido a que el déficit o ausencia de este sólo fue reportado en 272 casos.*

Cuadro 10

Cuadro de 2x2 comparando las variables:
grado académico del cirujano y tipo de
abordaje para residentes

	Abierto	Cerrado	Total
Residente	117	117	234
No residente	44	35	79
Total	161	152	313

Odds-Ratio	0.8
Intervalo de confianza 95%	0.48-1.33
Chi cuadrado	0.77

Cuadro 11

Cuadro de 2x2 comparando las variables:
grado académico del cirujano y tipo de
abordaje para especialistas

	Abierto	Cerrado	Total
Especialista	21	4	25
No especialista	140	148	288
Total	161	152	313

Odds-Ratio	5.55
Intervalo de confianza 95%	1.86-16.57
Chi cuadrado	10.16

Cuadro 12

Cuadro de 2x2 comparando las variables: grado académico del cirujano y tipo de abordaje para ortopedistas peditras

	Abierto	Cerrado	Total
Ortopedista peditra	23	31	54
No ortopedista	138	121	259
Total	161	152	313

Odds-Ratio	0.65
Intervalo de confianza 95%	0.36-1.18
Chi cuadrado	2.04

VI. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

6.1. Análisis de los resultados

El presente estudio analizó 313 fracturas supracondíleas de húmero pediátricas tratadas en el transcurso de los cinco años estudiados. De estos casos, el 63.58% fueron hombres, siendo la predominancia masculina concordante con lo reportado en la literatura. Asimismo, el lado no dominante fue el más afecto, teniendo el lado izquierdo el 59.74% de la totalidad de los casos, dato congruente con la literatura también. Sin embargo, algo interesante de la población de estudio es que la edad promedio para estas lesiones rondó en los 4.3 años, dato que discrepa de la literatura que menciona que la edad más frecuente para estas lesiones es de 5 a 7 años, hecho que no se vio reflejado en el estudio, siendo los pacientes más jóvenes. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que no se evaluaron la totalidad de fracturas supracondíleas, ya que las que NO ameritaron tratamientos quirúrgicos, en su mayoría Gartland I, no se tomaron en cuenta, y esta cifra podría dar un sesgo significativo a la edad promedio. Finalmente, hubo una predominancia de fracturas Gartland III en el grupo de fracturas que sí fue intervenida quirúrgicamente, constituyendo éstas el 83.07% de los casos. Al estudiar las diferentes variables respecto al grado de la lesión según la escala de Gartland, se encontraron los siguientes datos: respecto a la elección del abordaje, abierto o cerrado, entre más alto era el grado más aumentaba la probabilidad de realizar un abordaje abierto, siendo la preferencia de usar éste sólo del 15.91% en las grado II y de 88.89% en las grado IV. Esto se explica parcialmente en el hecho que las grado IV habitualmente fueron intervenidas por médicos especialistas bajo techo durante los turnos, y lo habitual es que este grupo de médicos elijan el abordaje abierto, muchas veces debido a que los médicos residentes ya intentaron de forma cerrada y fracasaron. Predeciblemente, entre más alto era el grado de la lesión, se tendía a tener más complicaciones, subiendo éstas de 11.36% en las grado II a 30% en las grado IV. Esto concuerda con lo estudiado en la literatura. Un aspecto interesante que no se menciona en la literatura, y que se encontró al analizar los resultados, es que entre más severa es la lesión, más tiempo se requiere para la consolidación, aún con una intervención quirúrgica de por medio. En promedio, se requiere una semana más para lograr la consolidación radiográfica en las fracturas grado IV que en las grado II. En términos del grado académico del cirujano principal, es importante mencionar que contrario a lo esperado, son los médicos especialistas y no los residentes quienes más frecuentemente eligen realizar un abordaje abierto que cerrado. En general, 84% de las cirugías realizadas por médicos especialistas fueron llevadas a cabo de forma abierta, en comparación a 42.59% de

los ortopedistas pediatras y 50% de los residentes. Esto se explica en parte ya que los médicos especialistas que se estudiaron son aquellos que laboran de turno como especialistas bajo techo. A menudo, ellos asisten en cirugías realizadas por médicos residentes que intentaron realizar el procedimiento de forma cerrada y, al no lograrlo, intervienen realizando un abordaje posterior para lograr la adecuada reducción y fijación. En lo que concierne al número de complicaciones, éstas oscilan entre 20.37-24% en todos los grados académicos, sin existir diferencias estadísticamente significativas. Sucede lo mismo con el aspecto de reintervención para el tratamiento de secuelas y complicaciones, ya que los números reportados para especialistas y residentes no son distintos estadísticamente hablando, pero si se reporta una tasa de 0% de casos que ameritan reintervención cuando éstos fueron intervenidos por ortopedistas pediatras. Finalmente, en lo que concierne a preferencia de abordaje abierto versus cerrado a través de los años, tanto para los médicos residentes como ortopedistas pediatras, el porcentaje de cirugías abiertas ha ido en constante descenso, desde más del 70% de las mismas abiertas en 2014 a menos de 30% en 2018. Sin embargo, esta tendencia no se ve reflejada en la preferencia de médicos especialistas, que en 2014 operaban 50% de los casos de forma abierta, 2015-2017 el 100% de los casos de forma abierta y en 2018 bajaba esta cifra a 75%. Se especula que esta tendencia para especialistas jamás llegará a niveles tan bajos como los otros dos rangos académicos, por las razones ya expuestas, y por el hecho que los médicos especialistas bajo techo actúan realizando cirugía de salvataje cuando deben entrar a quirófano, y ésta usualmente amerita un abordaje posterior.

El porcentaje de neuropraxias postquirúrgicas fue de 11.18%, cifra que cabe dentro del rango estipulado en la literatura. Sin embargo, algo muy interesante es que contrario a la misma, la neuropraxia más frecuente fue la cubital, quintuplicando la cantidad de la segunda neuropraxia más frecuente, que fue la radial. En la literatura se menciona que las lesiones neurológicas más comunes para fracturas en extensión son medianas y radiales, mientras que las lesiones cubitales o interóseas son mucho menos frecuentes. Debido a que las neuropraxias cubitales se dieron en casos tratados de forma abierta y cerrada, se considera que son secundarias a la técnica de colocación de pines y no al abordaje. Debido a que en el hospital usualmente se usa la configuración cruzada de pines, el pin cubital podría estar provocando dichas neuropraxias. Se recomendaría emplear la variante de Dorgan como técnica alternativa para la colocación del mismo. Otro aspecto interesante en el tema de complicaciones es que no se documentaron lesiones vasculares transitorias o permanentes en la totalidad de casos, a pesar de que éstas se reportan en 10-20% de los casos de la literatura. La tasa de infecciones postoperatorias fue de 1.9%, un valor bastante bajo considerando que en la literatura esta

complicación oscila entre 1-11%, y ninguno de los pacientes que experimentó esta complicación requirió retiro temprano de pines, ni tuvo otras secuelas derivadas de lo mismo. Sólo se reportaron dos casos de osificación heterotópica que no ameritaron corrección quirúrgica, mientras que de los 7 casos de cúbito varo, sólo uno ameritó corrección quirúrgica. Al realizar el análisis en las tablas de 2x2, no se encontró relación estadísticamente significativa entre las variables: grado de la fractura y complicaciones, grado de la fractura y reintervención ni grado de la fractura y déficit en flexión. Únicamente se encontró una relación significativa cuando la fractura era grado IV, ya que ésta tenía un Odds-ratio de 5.35 para sufrir déficit en extensión. Esto es de esperarse ya que las fracturas grado IV con inestabilidad multidireccional a menudo presenta lesiones de partes blandas que eventualmente podrían fibrosar y limitar el arco de movilidad final, más cuando no se lleva a cabo una rehabilitación formal en casa.

Al realizar el análisis en las tablas de 2x2, no se encontró relación estadísticamente significativa entre las variables tipo de abordaje (abierto vs. cerrado) y neuropraxia, ya que como se explicó previamente, la neuropraxia es más dependiente de la técnica de colocación del pin, más que del abordaje. Sin embargo, sí se encontró un mayor riesgo estadísticamente significativo de complicaciones (Odds-ratio 1.8, intervalo de confianza del 95%: 1.05-3.08) al realizar un abordaje abierto que cerrado. De la misma forma, el déficit de flexión y extensión se encontraron aumentados al comparar las cirugías abiertas con las cerradas. Sin embargo, en cantidad de grados de movilidad perdidos, no variaron mucho las dos categorías, perdiendo en promedio 13.57° de extensión en cirugías abiertas versus 11.67° de extensión en cirugías cerradas. Interesantemente, al comparar los grados perdidos en flexión, se perdieron en promedio 10° más cuando la cirugía era realizada de forma cerrada que abierta, hecho que no concuerda con la literatura. Sin embargo, es muy importante mencionar que en lo que respecta totalidad de grados de movilidad perdidos, el valor presenta un sesgo importante ya que no en todos los casos se reportó este valor y el promedio fue obtenido de los casos que sí lo reportaron (sólo el 13.4% de la totalidad de casos).

Al realizar el análisis en las tablas de 2x2, no se encontró relación estadísticamente significativa entre las variables: rango académico del cirujano y complicaciones ni rango académico del cirujano y necesidad de reintervención posterior. Sin embargo, sí hubo relación, como ya fue mencionado, entre el rango académico del cirujano y la elección del tipo de abordaje – abierto o cerrado – usado en el procedimiento. En el caso de los médicos residentes y ortopedistas pediátricos, no se encontró un predominio estadísticamente significativo para usar un abordaje sobre el otro. Sin embargo, en el caso de los especialistas, hubo 5.55 veces

más riesgo de hacer un abordaje abierto que cerrado por las razones que ya se han expuesto (intervalo de confianza del 95%: 1.86-16.57).

En lo que concierne a las hipótesis estudiadas, se puede ratificar los siguientes datos:

- Se refuta la H_{10} . Los pacientes tratados mediante el abordaje posterior tienen 1.8 veces más riesgo de tener complicaciones que los pacientes intervenidos de forma cerrada (Intervalo de confianza del 95%: 1.05-3.08).
- Se acepta la H_{20} . Los pacientes tratados con abordaje posterior presentan la misma cantidad de complicaciones neurológicas que los pacientes intervenidos de forma cerrada. El valor de Odds-Ratio es de 1.13, con un rango de 0.57-2.24 en un intervalo de confianza del 95%.
- Se refuta H_{30} . Los pacientes intervenidos mediante abordaje posterior presentan más frecuentemente déficits en flexión (8.25 veces más riesgo, intervalo de confianza del 95%: 3.88-17.55) y extensión (2.04 veces más riesgo, intervalo de confianza del 95%: 1.17-3.55) que los pacientes intervenidos de forma cerrada.
- Se acepta H_{40} al tomar en cuenta sólo médicos residentes y ortopedistas pediátricos, ya que los pacientes operados por médicos residentes son intervenidos con la misma frecuencia de forma abierta que cerrada. El valor de Odds-Ratio es de 0.8, con un rango de 0.48-1.33 en un intervalo de confianza del 95%, mientras que para los ortopedistas pediátricos, el valor de Odds-Ratio es de 0.65, con un rango de 0.36-1.18 en un intervalo de confianza del 95%. Sin embargo, se refuta H_{40} al tomar en cuenta los médicos especialistas ya que los pacientes operados por éstos tienen 5.55 veces más riesgo de ser intervenidos de forma abierta que cerrada (intervalo de confianza del 95%: 1.86-16.57).

Para concluir, al tener la limitante importante de la no estandarización de los datos, y por lo mismo, ser imposible usar una prueba o criterio ya estandarizado, no es posible valorar con certeza el resultado funcional de los casos. No obstante, en base al tema de complicaciones y déficit en la movilidad para flexión y extensión, sí fue posible determinar resultados más favorables al realizar el abordaje cerrado. Sin embargo, el abordaje posterior, aunque en muchas partes del mundo se encuentra en desuso e incluso proscrito según algunas escuelas de pensamiento, sigue siendo de gran utilidad para el tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero pediátricas en el Hospital General de Accidentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Esto se evidencia al notar que las tasas de neuropraxia, infección, cubito varo y lesión vascular, son las mismas que las descritas en la literatura de otros abordajes. La pérdida del arco de movilidad en extensión en pacientes tratados de forma

abierta es levemente mayor que la descrita en la literatura, pero la pérdida de la movilidad en flexión sí es tres veces mayor en el presente estudio que en la descrita en la literatura.

Sería de gran utilidad para futuros estudios, comparar los resultados funcionales del abordaje posterior versus el anterior o lateral, y usar una escala ya estandarizada.

6.2. Conclusiones

- Los pacientes que recibieron abordaje abierto experimentaron, de forma estadísticamente significativa, más complicaciones, que los pacientes intervenidos de forma cerrada (OR 1.8, intervalo de confianza del 95%: 1.05-3.08). Además, experimentaron, de forma estadísticamente significativa, mayores déficits de flexión y extensión que los pacientes intervenidos de forma cerrada.
- La edad promedio de los sujetos de investigación fue de 4.3 años, siendo éstos masculinos en su mayoría (64%), y siendo el lado izquierdo el más afectado (59.7%).
- Del total de fracturas documentadas según la clasificación de Gartland: 14% perteneció a grado II, 83 a grado III y 3% a grado IV. El 89% de las fracturas grado IV tuvieron un abordaje abierto.
- Los pacientes con fracturas grado IV según la clasificación de Gartland, poseen 5.35 veces más riesgo de sufrir déficit en la extensión (estadísticamente significativo con un intervalo de confianza del 95%: 1.24-23.02) que los pacientes con fracturas grado II y III. Asimismo, poseen 3.08 veces más riesgo de sufrir déficit en la flexión (NO estadísticamente significativo con un intervalo de confianza del 95%: 0.75-12.66).
- El tiempo promedio de consolidación radiográfica varió según el grado de la fractura según la clasificación de Gartland: 5.59 semanas para fracturas grado II, 6.34 semanas para grado III y 6.56 semanas para grado IV.
- Tanto en médicos residentes con ortopedistas pediátricos, la tendencia a través de los años ha sido en realizar cada vez menos el abordaje abierto en comparación al cerrado, de más del 70% de los casos tratados de forma abierta en 2014 a menos de 30% en 2018.
- La complicación más frecuente fue la neuropraxia, en particular del nervio cubital. El tiempo promedio de recuperación de todas las neuropraxias fue de 4.63 meses. No hubo diferencia estadísticamente significativa en las neuropraxias reportadas en abordaje abierto vs. cerrado.
- Se requirió una reintervención para corregir complicaciones o secuelas en 3.19% de los casos.

6.3. Recomendaciones

- Realizar estudios prospectivos y de cohortes para dar seguimiento a las tendencias demostradas en el presente estudio. Asimismo, evaluar en estudios subsiguientes si la hora a la cuál es intervenido el paciente tiene algún efecto sobre el resultado funcional final.
- Reglamentar el uso de alguna escala para la evaluación de los pacientes en la consulta externa. Se pueden usar los criterios de Flynn o el Mayo Elbow Performance Score como herramientas útiles para el seguimiento de los pacientes y para tener datos estandarizados.
- Estandarizar los protocolos de controles radiográficos, a modo que siempre se hagan los mismos a la misma cantidad de semanas.
- Valorar realizar abordajes alternativos al posterior, como el lateral o el anterior, según la necesidad del paciente.
- Valorar implementar la técnica de Dorgan en la colocación de clavos percutáneos en X para fracturas supracondíleas de húmero pediátricas para evitar la elevada proporción de neuropraxias de índole cubital.

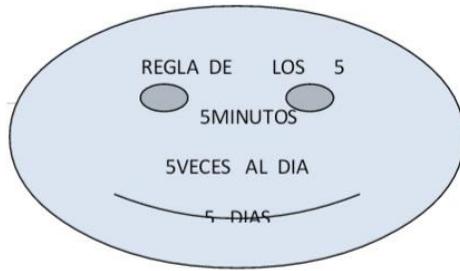
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tuomilehto N, Sommarhem A, Nietosvaara AY. 9 years' follow-up of 168 pin-fixed supracondylar humerus fractures in children. *Acta Orthopaedica*. 4 de mayo de 2018;89(3):351-6.
2. Lin-Guo, Zhang X-N, Yang J-P, Wang Z, Qi Y, Shan-Zhu, et al. A systematic review and meta-analysis of two different managements for supracondylar humeral fractures in children. *J Orthop Surg Res*. diciembre de 2018;13(1):141.
3. Dodds SD, Grey MA, Bohl DD, Mahoney EM, DeLuca PA. Clinical and radiographic outcomes of supracondylar humerus fractures treated surgically by pediatric and non-pediatric orthopedic surgeons. *J Child Orthop*. febrero de 2015;9(1):45-53.
4. Tomori Y, Nanno M, Takai S. Clinical results of closed versus mini-open reduction with percutaneous pinning for supracondylar fractures of the humerus in children: A retrospective case-control study. *Medicine*. noviembre de 2018;97(45):e13162.
5. Na Y, Bai R, Zhao Z, Han C, Kong L, Ren Y, et al. Comparison of lateral entry with crossed entry pinning for pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. diciembre de 2018;13(1):68.
6. Uludağ A, Tosun HB, Aslan TT, Uludağ Ö, Gunay A. Comparison of Three Different Approaches in Pediatric Gartland Type 3 Supracondylar Humerus Fractures Treated With Cross-Pinning. *Cureus [Internet]*. 23 de junio de 2020 [citado 19 de octubre de 2020]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/34749-comparison-of-three-different-approaches-in-pediatric-gartland-type-3-supracondylar-humerus-fractures-treated-with-cross-pinning>
7. Auso-Perez JR, Rodríguez-Blanes GM. Comprehensive Analysis of Pediatric Supracondylar Fractures in the Emergency Department; A Single Center Experience. *Bull Emerg Trauma [Internet]*. julio de 2020 [citado 19 de octubre de 2020];8(3). Disponible en: <https://doi.org/10.30476/beat.2020.83195>
8. Iorio C, Crostelli M, Mazza O, Rota P, Polito V, Perugia D. Conservative versus surgical treatment of Gartland type 2 supracondylar humeral fractures: What can help us choosing? *Journal of Orthopaedics*. enero de 2019;16(1):31-5.
9. Moreira RFG, Nishimi AY, Zanon EM, Rama TS, Ciofi RPL, Dobashi ET. Cross-sectional study of Gartland II and III humerus supracondylar fracture treatment in childhood: Brazilian orthopedists' opinion. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. marzo de 2018;53(2):129-35.
10. Shenoy PM, Islam A, Puri R. Current Management of Paediatric Supracondylar Fractures of the Humerus. *Cureus [Internet]*. 15 de mayo de 2020 [citado 19 de octubre de 2020]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/28278-current-management-of-paediatric-supracondylar-fractures-of-the-humerus>

11. Masumbuko CK, Mutheke EG, Mbindyo B, Hawkes MT. Delayed surgery leads to reduced elbow range of motion in children with supracondylar humeral fractures managed at a referral hospital in sub-Saharan Africa. *Afr H Sci.* 6 de noviembre de 2019;19(3):2565-70.
12. Kwiatkowska M, Dhinsa BS, Mahapatra AN. Does the surgery time affect the final outcome of type III supracondylar humeral fractures? *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* marzo de 2018;9:S112-5.
13. Pilla NI, Rinaldi J, Hatch M, Hennrikus W. Epidemiological Analysis of Displaced Supracondylar Fractures. *Cureus* [Internet]. 19 de abril de 2020 [citado 19 de octubre de 2020]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/30312-epidemiological-analysis-of-displaced-supracondylar-fractures>
14. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *EFORT Open Reviews.* octubre de 2018;3(10):526-40.
15. Claireaux H, Goodall R, Hill J, Wilson E, Coull P, Green S, et al. Multicentre collaborative cohort study of the use of Kirschner wires for the management of supracondylar fractures in children. *Chinese Journal of Traumatology.* octubre de 2019;22(5):249-54.
16. Gopinathan N, Sajid M, Sudesh P, Behera P. Outcome analysis of lateral pinning for displaced supracondylar fractures in children using three kirschner wires in parallel and divergent configuration. *Indian J Orthop.* 2018;52(5):554.
17. Woo C, Ho H, Ashik M, Lim K. Paediatric supracondylar humeral fractures: a technique for safe medial pin passage with zero incidence of iatrogenic ulnar nerve injury. *smedj.* febrero de 2018;59(2):94-7.
18. Saarinen AJ, Helenius I. Paediatric supracondylar humeral fractures: the effect of the surgical specialty on the outcomes. *J Child Orthop.* febrero de 2019;13(1):40-6.
19. Wendling-Keim DS, Binder M, Dietz H, Lehner M. Prognostic Factors for the Outcome of Supracondylar Humeral Fractures in Children. *Orthop Surg.* agosto de 2019;11(4):690-7.
20. LiBrizzi CL, Klyce W, Ibaseta A, Shannon C, Lee RJ. Sex-based differences in pediatric supracondylar humerus fractures. *Medicine.* 15 de mayo de 2020;99(20):e20267.
21. Sibly TF, Briggs PJ, Gibson MJ. Supracondylar fractures of the humerus in childhood: range of movement following the posterior approach to open reduction. *Injury.* noviembre de 1991;22(6):456-8.
22. Yang J, Wang T, Tian N-F, Yu X-B, Chen H, Wu Y-S, et al. Supracondylar humeral fractures in children: American Academy of Orthopaedic Surgeons appropriate use criteria *versus* actual management in a teaching hospital. *J Child Orthop.* agosto de 2019;13(4):404-8.
23. Carrazzone OL, Belloti JC, Matsunaga FT, Mansur NSB, Matsumoto MH, Faloppa F, et al. Surgical Interventions for the Treatment of Supracondylar Humerus Fractures in Children: Protocol of a Systematic Review. *JMIR Res Protoc.* 21 de noviembre de 2017;6(11):e232.

24. Li M, Xu J, Hu T, Zhang M, Li F. Surgical management of Gartland type III supracondylar humerus fractures in older children: a retrospective study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. noviembre de 2019;28(6):530-5.
25. Basaran SH, Ercin E, Bayrak A, Bilgili MG, Kizilkaya C, Dasar U, et al. The outcome and parents-based cosmetic satisfaction following fixation of paediatric supracondylar humerus fractures treated by closed method with or without small medial incision. *SpringerPlus*. diciembre de 2016;5(1):174.
26. Smuin D, Hatch M, Winthrop Z, Gidvani S, Hennrikus W. The Reduction Maneuver for Pediatric Extension Type 3 Supracondylar Humerus Fractures. *Cureus* [Internet]. 15 de julio de 2020 [citado 19 de octubre de 2020]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/35827-the-reduction-maneuver-for-pediatric-extension-type-3-supracondylar-humerus-fractures>
27. Rizk AS. Triceps-sparing approach for open reduction and internal fixation of neglected displaced supracondylar and distal humeral fractures in children. *J Orthopaed Traumatol*. junio de 2015;16(2):105-16.
28. Kokly S, Castagna A, Aarabi M. Triceps-sparing Posterior Approach for Supracondylar Humeral Fracture in Children. . *NUMBER*. 2019;7(5):6.
29. Domínguez L. Fracturas supracondíleas del extremo distal del húmero en niños [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2015 [citado 18 de octubre de 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9594.pdf
30. Cortez D. GRADO DE FUNCIONALIDAD DE CODO EN NIÑOS ENTRE 2 Y 5 AÑOS DE EDAD POST-TRATAMIENTO DE FRACTURA [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2018 [citado 18 de octubre de 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10793.pdf
31. Ajtujal L. COMPLICACIONES POST QUIRÚRGICAS DE FRACTURAS SUPRACONDILEAS DE HÚMERO EN NIÑOS [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016 [citado 18 de octubre de 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_9894.pdf
32. Kasser J, Beaty J. Fracturas supracondíleas del húmero distal. En: *Rockwood & Wilkins´ Fracturas en el niño*. España: Marban; 2014. p. 656.
33. Staheli L. Fracturas supracondíleas. En: *Ortopedia Pediátrica*. 1.^a ed. Marban; 2002. p. 446.
34. Tecú V. COMPARACIÓN DEL RESULTADO CLÍNICO FUNCIONAL DE LAS FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO TRATADAS CON REDUCCIÓN CERRADA VERSUS REDUCCIÓN ABIERTA [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2016 [citado 20 de octubre de 2020]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10128.pdf
35. Kapandji A. Capítulo 2: El codo. En: *Fisiología Articular*. Sexta. España: Editorial Panamericana; p. 367.

Anexo No. 2 - Instructivo usado para padres en el manejo rehabilitativo de los pacientes



FLEXION



EXTENSION



Dr. Edson Zambrano
Ortopedista Pediatrico

PERMISO DEL AUTOR PARA COPIAR EL TRABAJO

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada "ABORDAJE POSTERIOR VERSUS REDUCCIÓN CERRADA EN EL MANEJO DE FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO PEDIÁTRICAS" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos de autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.