



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:
ORTOPEDIA

**RESULTADOS EN PACIENTES PEDIATRICOS INTERVENIDOS
CON REDUCCIÓN CERRADA Y CONFIGURACIÓN CRUZADA CON
CLAVILLOS KIRSCHNER EN FRACTURAS SUPRACONDILEAS DE
HÚMERO GARTLAND II Y III EN EL INSTITUTO NACIONAL DE
REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
ORTOPEDIA

P R E S E N T A:
DRA. ANDREA CRISTINA SOBERANIS NUÑEZ

PROFESOR TITULAR
DR. LUIS EDUARDO LOYO SORIANO

DIRECTOR DE TESIS
DR. LUIS EDUARDO LOYO SORIANO



Ciudad de México

Febrero 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**RESULTADOS EN PACIENTES PEDIATRICOS INTERVENIDOS CON REDUCCIÓN
CERRADA Y CONFIGURACIÓN CRUZADA CON CLAVILLOS KIRSCHNER EN
FRACTURAS SUPRACONDILEAS DE HÚMERO GARTLAND II Y III EN EL
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

**DR. LUIS EDUARDO LOYO SORIANO
PROFESOR TITULAR**

**DR. LUIS EDUARDO LOYO SORIANO
DIRECTOR DE TESIS**

**DR. LUIS EDUARDO LOYO SORIANO
ASESOR DE TESIS**

**RESULTADOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS INTERVENIDOS CON REDUCCIÓN
CERRADA Y CONFIGURACIÓN CRUZADA CON CLAVILLOS KIRSCHNER EN
FRACTURAS SUPRACONDILEAS DE HÚMERO GARTLAND II Y III EN EL
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO IBARRA IBARRA**

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

**Resultados en pacientes pediátricos intervenidos con
reducción cerrada y configuración cruzada con
clavillos Kirschner en fracturas supracondíleas de
húmero Gartland II y III en el Instituto Nacional de
Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra**

Índice

Resumen.....	3
Introducción	5
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Hipótesis.....	9
Marco teórico.....	10
Justificación.....	10
Planteamiento del problema	17
Materiales y métodos	21
Resultados	25
Discusión	35
Conclusiones	41
Referencias bibliográficas	48
Bibliografía de apoyo	54

Resumen

La fractura supracondílea de húmero en la edad pediátrica es una de las lesiones que más frecuentemente requiere intervención quirúrgica en la infancia. El rol del ortopedista es clave al momento de decidir si aplica una técnica de configuración de clavillos cruzados de Kirschner o prefiere la configuración de entrada lateral. Al respecto, existe mucha bibliografía que aborda la controversia sobre la mejor opción a la hora de intervenir. Este trabajo ha analizado una muestra de pacientes intervenidos entre los años 2017 y 2018, en el Instituto Nacional de Rehabilitación, en el servicio de Ortopedia pediátrica, que fueron intervenidos con una reducción cerrada y clavillos cruzados, por padecer una fractura supracondílea de húmero tipo II o III de Gartland. Al comparar los resultados del seguimiento a 6 meses de esta muestra con los informes existentes en la bibliografía mundial al respecto, se hallaron cifras similares en cuanto a la epidemiología de presentación de la lesión y los efectos adversos derivados de la elección de la configuración cruzada. Si bien hay autores que proponen la configuración lateral como una opción válida para minimizar la incidencia de la iatrogenia del nervio cubital, los análisis

biomecánicos han demostrado que los clavos cruzados son más estables. Del mismo modo, los hallazgos propios y las series publicadas en la literatura científica dan cuenta de que menos del 5 % de los pacientes padecen secuelas neurológicas como efecto adverso de la cirugía, sin mencionar que las mismas se autolimitan en el tiempo. Por lo tanto, nuestra conclusión es que la técnica de configuración cruzada para tratar de manera quirúrgica la fractura supracondílea de húmero en la edad pediátrica es de primera elección, siempre que se mantenga un grado de flexibilidad para optar por la configuración lateral si el cuadro clínico se presenta con características que dificulten la palpación de los reparos anatómicos.

Palabras clave: fractura supracondílea de húmero, clavillos de Kirschner, traumatología pediátrica, iatrogenia del nervio cubital.

Introducción

En la edad pediátrica, las fracturas supracondíleas del húmero representan la segunda causa de fracturas a nivel general (1). En específico, en la región del codo, constituyen hasta el 80 % de las fracturas que suceden en esta zona anatómica en los pacientes pediátricos.

Su frecuencia denota que el método elegido para el abordaje y el tratamiento de las mismas es de suma importancia. Y si bien la terapéutica conservadora no encierra demasiadas discusiones científicas cuando se aplica a los tipos I y II de Gartland, no sucede lo mismo con las de tipo III.

En estas últimas se plantean diversos escenarios y propuestas quirúrgicas que cuentan con defensores y detractores. Aunque la realización de la técnica de fijación con clavillos Kirschner cruzados sea la preferida, algunos autores han remarcado que existe una posibilidad relativamente elevada de causar daño al nervio cubital.

Así es que se planteó la alternativa de colocar los clavillos en forma lateral y paralela. La técnica ya ha sido probada de manera

suficiente y diversas investigaciones al respecto la validan como una opción útil (2).

Considerando lo antedicho, resulta interesante establecer una comparativa de la literatura científica al respecto de ambas técnicas quirúrgicas, intentando establecer aquellos datos objetivos que den cuenta de la preferencia que habría que tener por una u otra. En el mismo sentido, sería un aporte a la práctica médica el hecho de fijar los criterios del paciente y de la situación clínica que harían a un procedimiento quirúrgico elegible por sobre el otro.

Para añadir elementos de valor a este análisis, el trabajo que aquí se presenta contribuye con datos propios obtenidos de cirugías realizadas en el período 2017-2018. Con esta serie de pacientes se hace hincapié en la medición de la proporción de aparición de efectos adversos con la técnica de clavillos cruzados, valorando en especial la lesión del nervio cubital.

El dilema no parte de un planteo que sea ajeno al acervo traumatológico. Diversos autores han analizado variables para trazar y definir el protocolo correcto a seguir en el caso de las fracturas supracondíleas del tipo III de Gartland (3).

Este trabajo se suma a los ya existentes bajo la forma de una revisión de la literatura con discusión frente a la experiencia de una serie quirúrgica. A través de una recopilación observacional se valorarán las variables más importantes que definan el éxito de la técnica quirúrgica con clavillos cruzados en su contexto. Hay que considerar que este llamado “éxito” se traduce en indicaciones médicas. Es decir, en un protocolo de acción que, ante un paciente con la fractura en cuestión, permita tomar la decisión más fundamentada para solucionar su problema con el menor riesgo posible de causar efectos adversos o iatrogenia.

En concreto, de la comparativa entre la colocación de clavillos cruzados y la colocación de los clavillos en paralelo existente en la literatura reciente, se extraerán conclusiones que incidan en la práctica clínica. Estas conclusiones se comparan y discuten con los resultados obtenidos en la serie quirúrgica del período 2017-2018, tras un seguimiento de 6 meses de los pacientes elegidos para la muestra.

Las conclusiones no serán definitivas y no necesariamente significarán la primacía de una variante quirúrgica por sobre la

otra, pero sí se conocerán las bases científicas que justifican la técnica elegida.

Objetivo general

Establecer la eficacia de la técnica quirúrgica de reducción cerrada con colocación de clavillos cruzados de Kirschner para la resolución de las fracturas supracondíleas de húmero en niños y establecer la prevalencia de complicaciones sobre el nervio cubital.

Objetivos específicos

1. Determinar los protocolos puntuales de aplicación de las técnicas quirúrgicas mencionadas, según las características del paciente y de acuerdo a la evidencia de la literatura científica.
2. Establecer los efectos adversos más frecuentes y esperables de las técnicas. Respecto a los clavillos cruzados, con datos obtenidos de la experiencia 2017-2018 y el seguimiento a 6 meses en el Instituto Nacional de Rehabilitación, respecto a los clavillos laterales, con datos de la literatura científica.
3. Enumerar las ventajas y desventajas de la técnica de colocación de clavillos de Kirschner cruzados en la fractura supracondílea de húmero en el paciente pediátrico.

4. Enumerar las ventajas y desventajas de la técnica de colocación de clavillos de Kirschner laterales y paralelos en la fractura supracondílea de húmero en niños.

Hipótesis

La cirugía con clavillos cruzados de Kirschner es la más elegida para resolver las fracturas supracondíleas de húmero en niños con el tipo III de Gartland porque se supone que aporta mayor estabilidad. La colocación de clavillos laterales podría resultar una alternativa válida, aunque se debe definir la prevalencia real de efectos adversos con la variante cruzada.

Marco teórico

Hasta los 7 años, la fractura supracondílea de húmero es la de presentación más frecuente. Luego, considerando toda la edad pediátrica, ocupa el segundo lugar en incidencia, por detrás de la fractura de metáfisis de radio distal (4).

Si analizamos los datos epidemiológicos mundiales (1,5), encontraremos que esta lesión ósea es más habitual en pacientes de sexo masculino y que se presenta a menudo en el lado no dominante, es decir, que la mayoría de los casos suceden sobre el codo izquierdo.

En cuanto al sitio de ocurrencia, más de la mitad de los accidentes que originan la fractura se registran en el hogar o en espacios recreativos, como plazas y parques. Si se desgrena la ocurrencia más en detalle, se encontrará que más de dos tercios de los accidentes son tipificados como caídas desde altura. Luego hay que mencionar las lesiones en el contexto de una práctica deportiva o por un accidente en la vía pública.

Para los lactantes, las caídas de altura con más frecuencia que se registran suceden desde la cama en el hogar. A mayor edad se

vuelve habitual que la caída sea desde dispositivos ubicados en sitios de juego.

La fractura supracondílea del húmero en el paciente pediátrico es la que más necesita ser intervenida quirúrgicamente entre todas las fracturas pediátricas. Esto denota su importancia capital a la hora de establecer el protocolo de abordaje traumatológico.

Anatómicamente, la fractura que estamos describiendo está en la metáfisis distal del húmero. Allí se localizan dos regiones anatómicas que contribuyen a la debilidad de esta región: la fosa olecraneana y la fosa coroidea. La mayor delgadez por debajo de la diáfisis es susceptible a la rotura ante caídas que se desarrollan con el codo hiperextendido.

Esto también se explica por otras cuestiones fisiológicas y anatómicas que conforman a la arquitectura del codo pediátrico. Debemos recordar que los ligamentos conservan una laxitud mayor, por lo que es posible que los ángulos de hiperextensión sean grandes.

La hiperextensión, junto a las regiones anatómicas que ya describimos, se combinan con la relación de las carillas articulares, lo que genera líneas de tensión que terminarán de unirse en la metáfisis distal.

Del mismo modo, la densidad ósea de esta población pediátrica y la disposición de las trabéculas es menos resistente si se comparan los mismos parámetros respecto a un adulto. Esto favorece la existencia de puntos débiles o de menor potencia para evitar que las líneas de tensión convergentes acaben en una fractura.

No es menor tampoco el impacto que la remodelación del cartílago epifisiario, propia de la edad, genera en la zona anatómica. La debilidad de este tejido en comparación con su homólogo óseo de la adultez, favorece la fractura en hiperextensión.

Por supuesto, la otra variante, con una fractura producto de la caída en flexión, es minoritaria (menos del 1 %). La reducción en la tensión de las líneas de fuerza se hace más evidente con esta posición, anulando algunos de los factores de riesgo que ya enumeramos y que aplican para la hiperextensión.

Para proceder a la clasificación de la fractura, el ortopedista general o el ortopedista pediátrico, se debe valer de las radiografías. Lo más frecuente es solicitar dos proyecciones: una anteroposterior del codo en extensión y una lateral con el codo a 90 grados.

La primera proyección tiene utilidad para determinar la dirección del desplazamiento lateral. Con la segunda se mide el ángulo que forma el húmero respecto al cúbito. También es posible trazar la línea humeral anterior. Ambas imágenes permitirán inferir si hay edema o si los fragmentos óseos se han desplazado de una manera que impida la correcta identificación de las estructuras anatómicas. Como analizaremos más adelante, esto es fundamental para definir la viabilidad de la configuración cruzada de los clavos al intervenir, de manera que se reduzca el riesgo de iatrogenia del nervio cubital.

Gartland (6) propuso una clasificación de las fracturas supracondíleas del húmero que se fundamenta en la imagen radiológica. De esta manera, la lesión puede ser de 3 tipos:

- Tipo I: no hay desplazamiento o el mismo es menor a 2 milímetros.

- Tipo II: el desplazamiento supera los 2 milímetros y la línea humeral anterior se proyecta por adelante del cóndilo humeral.
- Tipo III: es una fractura inestable con un desplazamiento pronunciado de los fragmentos óseos y afectación de los tejidos blandos circundantes.
- Tipo IV: es una fractura con un importante desplazamiento de los fragmentos óseos y presenta inestabilidad multidireccional.

Con base en ello, se establece por protocolo habitual que las de tipo I se tratan de manera conservadora, sin intervencionismo quirúrgico. En el otro extremo, las de tipo III y tipo IV siempre se intervienen con alguna de las técnicas de cirugía disponibles. Respecto a las de tipo II, la situación clínica y el contexto serán determinantes para elegir la vía conservadora o la quirúrgica.

La técnica de cirugía más utilizada para la corrección de la fractura supracondílea de húmero en niños es la colocación de clavillos de Kirschner cruzados en fijación percutánea. Uno de los clavillos se inserta lateral y el otro medial. Según diferentes

series de análisis (7), la configuración cruzada es la más estable en todos los ejes. Por eso es la preferida.

De todas maneras, reportes de efectos adversos ligados a la lesión del nervio cubital con esta disposición de clavos, llevaron a experimentar con la configuración lateral cada vez más, buscando una reducción de las complicaciones postoperatorias. Si bien la tasa de riesgo de esta lesión neurológica es aproximadamente del 4 % por una mala inserción del clavo medial (8), la misma se incrementa cuando el paciente tiene un edema notorio del codo, lo cual imposibilita al cirujano tener una referencia adecuada de la ubicación de las estructuras anatómicas.

Las complicaciones postquirúrgicas de la cirugía con clavillos de Kirschner cruzados, no se limitan a la lesión del nervio cubital. Entre los efectos adversos inmediatos más frecuentes tras la intervención tenemos a los siguientes:

- Pérdida de la reducción ósea: hasta en el 10 % de los casos.
- Neuropraxia iatrogénica: el nervio cubital se lesiona hasta en el 4 % de las intervenciones con clavillos

cruzados. Con la configuración lateral sería menor el riesgo, con una prevalencia del daño de menos del 2 %. También se han registrado problemas con el nervio radial y con el mediano, aunque en menor medida.

- Infección en el trayecto de los clavillos: la tasa de esta complicación es inferior al 3 % (9).

También es posible que aparezcan efectos adversos o complicaciones tardías de la cirugía. Una de ellas es el cúbito varo, en mucha mayor medida que el cúbito valgo (10). Ambas condiciones son capaces de limitar el movimiento de la articulación.

A más largo plazo podría aparecer la pseudoartrosis del codo. Se considera que hay una rigidez de esta articulación cuando el ángulo de movimiento tiene una diferencia mayor a 15 grados con la contralateral (11).

Justificación

Actualmente en la literatura se recomienda la fijación de las fracturas supracondíleas con la configuración lateral, ya sea con 2 o 3 clavillos dependiendo de la selección del cirujano, la

justificación de estas configuraciones es debido al menor riesgo de lesión del nervio cubital (neuropraxia en el mayor número de los casos) En el Instituto Nacional de Rehabilitación, se atienden alrededor de 150 fracturas supracondíleas al año siendo en su gran mayoría tratadas con configuración cruzadas, dentro de nuestra casuística tenemos un número bajo de neuropraxias cubitales por lo que consideramos que la configuración cruzada es igual de segura que la lateral.

Planteamiento del problema

La iatrogenia del nervio cubital en la intervención quirúrgica para resolver las fracturas supracondíleas de húmero en niños tiene una frecuencia que podría considerarse no despreciable. Como bien adelantamos en el marco teórico, las series estudiadas en el pasado reportan una incidencia del 4 % (8,12) de esta complicación posoperatoria, alcanzando hasta el 15 % en ciertos reportes (13), al considerar la configuración cruzada como la de elección.

La pregunta que siempre se hace presente es si resultaría posible reducir esa incidencia de efectos secundarios, quizás a través de

la colocación de clavillos paralelos como alternativa. El problema con la entrada lateral de los clavillos es que la misma otorga menos estabilidad a la articulación (7).

Por lo tanto, se vuelve indispensable contar con un protocolo de actuación que ayude a tomar una decisión correcta a la hora de intervenir a un niño con este tipo de fractura. De manera esquemática, podría decirse que el proceso de toma de decisiones en estos casos tendría que pasar las etapas clásicas (14):

- 1) Definir el problema con precisión.
- 2) Valorar todas las alternativas terapéuticas disponibles.
- 3) Elegir aquella que mejor se adapte al paciente y a su situación.

El problema se define con la anamnesis, el examen físico y los métodos complementarios. Las alternativas son las que ofrece la ciencia médica actual. Para nuestra situación se trata de las configuraciones que las técnicas quirúrgicas nos proponen. Finalmente, la elección queda en manos del equipo tratante; y allí es que un algoritmo claro mejora los resultados para los pacientes.

Por parte del equipo profesional puede haber dudas sobre la aplicación de la configuración con clavillos cruzados o con clavillos laterales, por miedo a generar daño en el nervio cubital o, en sentido contrario, temor a que la articulación quede inestable. Esto influye sobremanera en el último paso del proceso de toma de decisiones.

Por lo tanto, sería ideal conocer de primera mano cuál es la prevalencia real de la iatrogenia del nervio cubital, según la técnica aplicada de clavillos cruzados de Kirschner en un medio local. El análisis de una serie de pacientes intervenidos en el periodo de 2017 y 2018 en el Instituto Luis Guillermo Ibarra Ibarra, permitirá ese acercamiento concreto, para establecer una comparación con la literatura científica referente al mismo tema.

En resumen, diríamos que el planteamiento del problema intenta responder a la siguiente pregunta general: ¿cuál es la eficacia de la técnica quirúrgica de reducción cerrada con colocación de clavillos cruzados de Kirschner en la resolución de las fracturas supracondíleas de húmero en niños y cuál es la prevalencia de complicaciones sobre el nervio cubital?

Al mismo tiempo, este planteo permitirá abordar otras preguntas complementarias, como las siguientes:

- ¿Qué técnica quirúrgica es mejor según las características del paciente y de acuerdo a la evidencia científica actual?
- ¿Cuáles son los efectos adversos más frecuentes y esperables de la técnica con clavillos cruzados de Kirschner?
- ¿Qué ventajas y desventajas presenta la configuración cruzada de clavillos para la fractura supracondílea de húmero respecto a la configuración lateral?

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional y prospectivo de seguimiento por 6 meses de 70 pacientes con fracturas supracondíleas de húmero clasificadas como Gartland III y tratadas con reducción cerrada más fijación percutánea de clavillos de Kirschner en configuración cruzada en el servicio de Ortopedia pediátrica en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

Los pacientes fueron intervenidos entre el mes de enero de 2017 y el mes de mayo del año 2018, incluyendo ambos extremos en el período considerado.

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- Pacientes categorizados como Gartland tipo I y II.
- Pacientes elegibles para un tratamiento con reducción abierta.
- Pacientes con fracturas previas en la misma región anatómica.

Aquellos pacientes con los que no se pudo concretar un seguimiento a 6 meses fueron eliminados de la muestra. Y tras 6 semanas desde la cirugía se realizó el retiro del yeso.

La evaluación de los pacientes para el seguimiento y la recolección de datos pertenecientes a las variables en estudio se concretaron en el posquirúrgico inmediato, a las 6 semanas (momento coincidente con el retiro del yeso) y a los 6 meses. El estado neurológico fue evaluado también en el momento prequirúrgico para fijar la línea de base.

En conclusión, las variables representativas fueron las siguientes:

- Sexo: masculino o femenino.
- Edad.
- Dominancia: derecha o izquierda.
- Lado afectado: brazo izquierdo o derecho.
- Estado neurológico: evaluado en el prequirúrgico, el posquirúrgico, a las 6 semanas y a los 6 meses.
- Ángulo de acarreo: se entiende como el ángulo formado entre el eje longitudinal del brazo respecto al antebrazo, siempre y cuando se halle el codo en extensión neutra y

el antebrazo en supinación completa (15). Fue evaluado en el posquirúrgico, a las 6 semanas y a los 6 meses.

- Ángulo de Baumann: entendido como aquel que se forma entre la perpendicular al eje longitudinal del húmero, si lo medimos respecto al eje de la línea fisaria (16). Evaluado en el posquirúrgico, a las 6 semanas y a los 6 meses.

Los datos obtenidos de la observación prospectiva fueron discutidos con la literatura científica de referencia, la cual se estableció entre artículos publicados retrospectivos y prospectivos, así como meta-análisis que figuraran en las bases de datos de *PubMed* y *Google Scholar*, bajo los términos “kirschner pins”, “supracondylar fracture” y “pediatric”.

Los artículos seleccionados para la discusión debían cumplir con los siguientes criterios:

- Haberse realizado con pacientes catalogados con fracturas de tipo II o III de Gartland.
- Contener información comparativa entre las técnicas quirúrgicas con clavillos cruzados y clavillos laterales de Kirschner.

- Registrar incidencia de efectos adversos asociados a la cirugía y atribuibles a iatrogenia o a cualquier otro factor que se derive del procedimiento.

Resultados

Una vez iniciada la conformación de la muestra, la selección inicial consistió en 62 pacientes masculinos y 60 del sexo femenino. El rango que abarcó la muestra fue desde el año de edad hasta los 15 años de edad. La media de edad fue de 5,63 y la mediana se calculó en 5 años.

Fueron fracturas supracondíleas con indicación quirúrgica, ya que se encontraban, en su totalidad, clasificadas como Gartland tipo II y tipo III. Ninguno de los pacientes de esta muestra inicial fue catalogado con una lesión del tipo I de Gartland.

La primera cirugía fue realizada el 02 de enero del año 2017 y se incluyeron pacientes intervenidos hasta el último día de mayo del año 2018.

En cuanto a la frecuencia del lado afectado, 49 pacientes tuvieron la fractura supracondílea del codo en el brazo derecho, mientras que los restantes 73 la presentaron en el izquierdo. En específico, las clasificaciones de Gartland denotaron que solo 15 pertenecían al tipo II, mientras que 107 eran susceptibles de incluirse en el tipo III. Todas las de tipo II se resolvieron con un procedimiento de reducción cerrada, mientras que las de tipo III

se dividieron en 99 con reducción cerrada y 8 con reducción abierta.

El total de reducciones cerradas entre las fracturas tipo II y tipo III de Gartland fue de 114 intervenciones bajo esta modalidad. Las 8 de reducción abierta pertenecieron solo a la clase III.

Sobre este primer grupo intervenido fue necesario realizar cirugía de revisión a 5 pacientes. La cirugía complementaria se empleó solo en 2 casos.

Respecto a las intervenciones de revisión, las causas fueron una lesión del nervio cubital en 2 oportunidades, y una reducción inadecuada en 3 pacientes.

En definitiva, considerando solo a los pacientes con fractura supracondílea de húmero que formaron la muestra inicial de 122 pacientes, se procedió a eliminar según los criterios de exclusión a sujetos que no reunían las condiciones. Entre ellos, se trató de 7 que tuvieron que ser abordados con una configuración de 3 clavillos de Kirschner cruzados y 1 que poseía una radiografía no valorable.

Como la intención inicial era completar evaluaciones programadas en los siguientes 6 meses, durante el proceso posquirúrgico prolongado se redujo la muestra debido a la pérdida de seguimiento. Por lo tanto, la muestra final y apta para establecer los resultados quedó conformada por 70 pacientes con fractura supracondílea de húmero tipo III de Gartland, operados con reducción cerrada más fijación percutánea de clavillos con seguimiento a 6 meses completo.

Sobre el grupo de estudio se registraron las evaluaciones predeterminadas en el posquirúrgico inmediato, a las 6 semanas y a los 6 meses de la cirugía. Para ello se evaluó el ángulo de acarreo, el ángulo de Baumann y el estado neurológico.

El ángulo de acarreo en el posquirúrgico tuvo una media de 18,13 y una mediana de 17. Los valores oscilaron entre 1 y 42,8. 20 fue el valor más hallado (en 8 pacientes). A las 6 semanas, el mismo valor descendió su media hasta 14,85 y la mediana se colocó en 14,5. Para este momento, el ángulo de acarreo con valor de 8 fue el más frecuente. Finalmente, a los 6 meses se llegó a la media mínima, con un valor de 13,4; y la mediana se

ubicó en 13. 10 y 15 fueron los valores más frecuentes del ángulo de acarreo en este momento, con 9 pacientes cada uno.

Respecto al ángulo de Baumann, en el posquirúrgico inmediato la media fue de 17,92 y la mediana de 18. El valor máximo fue 33 y el mínimo fue 7. La mayor frecuencia de pacientes se concentró en un ángulo de 12. Luego, pasadas 6 semanas, la media descendió a 16,48 y la mediana a 17. El intervalo también cambió, con un valor mínimo de 3 y un máximo de 31. 17 fue el hallazgo más común en este momento, con 8 pacientes en este rango. Finalmente, el ángulo de Baumann a los 6 meses tuvo una media de 16,15 y una mediana de 17, muy similar al período anterior. 9 sujetos presentaron un valor de 18 en este momento, constituyendo la medida más frecuente.

Por último, la tercera evaluación fue la neurológica. En el posquirúrgico inmediato hubo un registro de 4 lesiones, siendo 3 en el nervio cubital y 1 en el nervio radial. Esta última tenía una presentación prequirúrgica, por lo que no se considera un efecto adverso iatrogénico. En la valoración neurológica a los 6 meses, la misma ya no se manifestaba clínicamente, por lo que se

consideró resuelta. Al contrario, las lesiones del nervio cubital fueron en su totalidad de aparición posquirúrgica.

Por lo tanto, considerando la muestra de estudio final de 70 participantes, podemos calcular que la incidencia de la iatrogenia del nervio cubital fue del 4,28 %.

El análisis de datos que se relacionan entre sí y que pueden tener alguna significancia se puede resumir en los siguientes puntos:

- Entre las pacientes de sexo femenino predominó la fractura del lado izquierdo con un 54,16 % de los casos.
- Entre los varones la predominancia del mismo lado fue mayor, representando un 64,7 % de las fracturas.
- Los sujetos participantes de la muestra con fractura del lado derecho tenían también predominancia de uso del miembro superior del mismo lado.
- Al contrario, los integrantes del muestreo con fractura del lado izquierdo eran dominantes del lado derecho en un 86,44 % y predominantes del lado izquierdo en el 13,5 %.

A la par de todos estos análisis se procedió a una búsqueda bibliográfica que permitiese tener una base de referencia para discutir los resultados con la evidencia actual. En este sentido, siguiendo los criterios de exclusión y las etiquetas de *PubMed* y *Google Scholar* antes mencionadas, se seleccionaron 14 publicaciones científicas.

Todas fueron publicadas desde el año 2010 en adelante y se pueden clasificar en los siguientes subgrupos:

- 2 estudios prospectivos.
- 7 estudios retrospectivos.
- 5 ensayos aleatorizados.

El listado de las publicaciones analizadas es el siguiente:

- Gaston RG, Cates TB, Devito D, Schmitz M, Schrader T, Busch M, Fabregas J, Rosenberg E, Blanco J. Medial and lateral pin versus lateral-entry pin fixation for type 3 supracondylar fractures in children: a prospective, surgeon-randomized study. *J Pediatr Orthop.* 2010; 30: 799–806.

- Anwar W, Rahman N, Iqbal MJ, Khan MA. Comparison of the two methods of percutaneous K-wire fixation in displaced supracondylar fracture of humerus in children. *J. Postgrad. Med. Inst.* 2011; 25: 356–61.
- Maity A, Saha D, Roy DS. A prospective randomised, controlled clinical trial comparing medial and lateral entry pinning with lateral entry pinning for percutaneous fixation of displaced extension type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Surg Res.* 2012; 7: 6.
- Singh S, Pai DR, Kaur A, Soe HH. Crossed versus lateral pinning in the treatment of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus: a prospective study. *Int J Orthop Surg.* 2013: 21.
- Mahmood S, Ali Z and Makki KH. Stability after close reduction and stabilization by two percutaneous pinning technique in type-III supracondylar fracture of humerus. 2013.
- Sahu RL. Percutaneous K-wire fixation in paediatric supracondylar fractures of humerus: a retrospective study. *Niger. Med. J.: J. Niger. Assoc.* 2013; 54: 329–334.

- Kwak-Lee J, Kim R, Ebrahimzadeh E, Silva M. Is medial pin use safe for treating pediatric supracondylar humerus fractures? *J Orthop Trauma*. 2014; 28: 216–221.
- Huiyong Z, Ligu S, Wenbo F, Jiabo D, Shili C, Yanjie L. Comparison of two K-wire approaches in children's supracondylar fracture treatment. *Chin J Front Med Sci*. 2014; 10: 56–58.
- Prashant K, Lakhotia D, Bhattacharyya TD, Mahanta AK, Ravooof A. A comparative study of two percutaneous pinning techniques (lateral vs medial–lateral) for Gartland type III pediatric supracondylar fracture of the humerus. *J Orthop Traumatol*. 2016; 17: 1–7.
- Yongliang T, Guanxian W, Yongxiang H, Guibin H. Clinical observation of crossed and lateral entry pinning in children's closed supracondylar fracture treatment. *Chinese J. Clin. Res. Lett*. 2016; 29: 1105–1107.
- Reisoglu A, Kazimoglu C, Hanay E, Agus H. Is pin configuration the only factor causing loss of reduction in the management of pediatric type III supracondylar fractures? *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2016; 51: 34–38.

- Bing C, Zhenglin L, Yanjun G. Clinical observation of early closed reduction and flexible lateral Kirschner wire external fixation for supracondylar fracture of humerus in children. *J. Math. Med.* 2017; 30: 1288–1290.
- Yuan Z, Chenxiao Z, Jiayi C. Comparison on clinical effect of two kinds of gram needle fixation methods for the treatment of children with supracondylar fracture of humerus. *Chinese J Mod Drug Appl.* 2017; 2: 1–3.
- Wenlong X, Chaohui S, Jianjun W. Comparison of two approaches for the treatment of Gartland III supracondylar fractures in children by K wires. *Chinese J Histochem Cytochem.* 2017; 05: 434–435.

851 pacientes, entre todas las publicaciones seleccionadas, fueron tratados con la metodología de cirugía con entrada lateral de los clavillos de Kirschner. Por otro lado, 681 niños y adolescentes recibieron un abordaje con configuración cruzada de los clavillos.

En ninguna de las publicaciones hubo una edad media de los participantes inferior a 4,5 años, así como tampoco se registró una media superior a 9,8.

En la comparativa general de la bibliografía seleccionada, se encontró que hubo una pérdida de la reducción posterior a la cirugía, medida según el ángulo de Baumann, en más del 10 % de los pacientes tratados con clavillos laterales. En cambio, para la configuración cruzada no se alcanzó el 10 % de este efecto adverso.

Al contrario, la lesión iatrogénica del nervio cubital tuvo mayor incidencia en el grupo de pacientes operados con configuración cruzada. En promedio, tomando el total de los 681 pacientes, casi el 5 % padeció esta complicación. De otro lado, entre los 851 intervenidos con clavillos laterales, menos del 1 % registró injuria cubital.

Finalmente, habiendo analizado también la incidencia del cúbito varo como complicación a largo plazo, se halló que la diferencia de presentación entre ambos grupos no es significativa en esta serie de publicaciones. En ambos grupos se registró una proporción apenas superior al 2 %.

Discusión

En la actualidad se prefiere utilizar la metodología de intervención con clavillos cruzados de Kirschner cuando se trata de operar fracturas supracondíleas en niños con una lesión tipo II o III de Gartland. Esta elección se fundamenta en la mayor estabilidad al eje del codo y de todo el miembro superior que otorga esta variante frente a la otra, que consiste en la inserción lateral de los clavillos (3,17).

La controversia parece fundamentarse en una supuesta mayor incidencia de lesiones en el nervio cubital con los clavillos cruzados. Según diferentes series de variados autores, realizadas en distintos puntos del planeta, esto parece ser así.

La prevalencia de la iatrogenia del nervio cubital oscila entre el 3 % y el 20 %, según el estudio consultado, cuando se aplica la configuración cruzada (18,19). Esto implicaría 5 veces más riesgo de esta complicación en los pacientes intervenidos de esta manera, que si se hubiera preferido la entrada lateral de los clavillos.

Pero la controversia no se resume en esto (17). Si así fuera los traumatólogos optarían sin dudar por la configuración lateral

para evitar la iatrogenia del nervio cubital y mejorar los resultados de sus intervenciones. El problema es que, además de la menor estabilidad (3), los clavillos de Kirschner con entrada lateral tienen fallas (20) que se atribuyen, sobre todo, a la mala ejecución técnica. Se han registrado errores al fijar los fragmentos proximales y distales de la fractura, por ejemplo.

En primera instancia, nuestras estadísticas coinciden con la mayoría de las series consultadas (1,5) en cuanto a la distribución de edades, miembros afectados según la dominancia y prevalencia masculina o femenina.

Según la experiencia de nuestra serie de casos, la incidencia apenas superior al 4 % de la iatrogenia del nervio cubital con la configuración cruzada parece estar en consonancia con la mayoría de los hallazgos de la literatura científica mundial. Se trata de una proporción esperable de complicaciones en la población pediátrica y se encuentra muy por debajo de aquellas series que han informado hasta 20 % de complicaciones neurológicas ulnares.

Estos valores, de todas maneras, son fuente de controversia. Las series más extensas analizadas de pacientes con iatrogenia ulnar

en el mundo oscilan entre 5 % y 6 % de ocurrencia con los clavos cruzados (21,22). Sin embargo, hasta existen reportes de un 0 % de aparición de la consecuencia no deseada.

El seguimiento que implementamos a 6 meses es un tiempo prudencial para determinar la resolución espontánea o no de esta iatrogenia. La mayoría de las veces, el problema se autolimita a 2-3 meses (23).

Con los cambios en el ángulo de acarreo y en el ángulo de Baumann sucede algo similar. Nuestros registros indican una evolución buena al cabo de 6 meses. Y si bien la literatura informa que la configuración lateral de clavos tiene menor incidencia de trastornos en la movilidad posquirúrgica (24), lo evidente es que nuestra serie no expresó desviaciones significativas en este sentido.

Las reacciones adversas y las complicaciones menores reportadas han sido las infecciones de los clavillos y el cúbito valgo (15). La literatura informa una incidencia menor al 1 % de cada una de ellas, lo que se condice con la nulidad de ambos hallazgos en nuestra muestra.

Con base en todas estas evidencias y discusiones, no pareciera que hayamos obtenido resultados lejanos a lo que la experiencia traumatológica mundial registra en promedio. Así como tampoco hay elementos para suponer que, si hubiéramos empleado la técnica con configuración lateral de clavos, la incidencia de complicaciones hubiera sido menor.

Como adelantamos en la introducción y en el marco teórico, la controversia sobre la mejor opción para tratar las fracturas supracondíleas de húmero Gartland II y III tiene incidencia en el protocolo a ejecutar. La decisión que debe tomar el equipo tratante se realiza combinando factores de riesgo, experiencia previa en el abordaje de lesiones similares y la situación clínica inicial del paciente.

Para algunos autores es preferible siempre la configuración lateral, para prevenir la lesión del nervio cubital (18,25). Para otros es necesario evaluar y explorar alternativas con un tercer clavillo si la condición clínica así lo amerita (26), ya sea por una fractura con inestabilidad severa que augure un mal desempeño de las configuraciones ya conocidas o porque el grupo

profesional tratante encuentra mayor estabilidad en la aplicación de la variante.

También existe la hipótesis de que la monitorización intraoperatoria del nervio cubital con electricidad sería una manera de reducir el peligro de daño neurológico (27). Con este aditamento en el quirófano, se podría alertar de antemano si el clavo medial contacta con el nervio desplazado por el edema. De todas maneras, esta es una aparatología que no siempre está disponible y que, en la actualidad, no puede implementarse de manera global.

Considerando, entonces, que el muestreo del grupo de pacientes que analizamos de manera local no dista de las estadísticas mundiales (4, 28, 29), es válido admitir que la elección de la configuración cruzada para el tratamiento fue oportuna. En primer lugar porque los efectos adversos se mantuvieron dentro de los límites esperables. En segunda instancia porque la movilidad medida en los ángulos de acarreo y en el ángulo de Baumann evolucionaron satisfactoriamente, con un tiempo de progresión que también coincide con los reportados por otros autores (30).

Como postularemos en las conclusiones de este trabajo, hay elementos suficientes para sostener la elección de la configuración cruzada (7). Así como también debemos valernos de los aportes de otros autores que proponen soluciones alternativas y novedosas para ciertos pacientes.

Conclusiones

Retomando los objetivos planteados al inicio de este trabajo y considerando la hipótesis que se trajo a colación, podríamos concluir que la configuración cruzada de los clavillos de Kirschner para tratar las fracturas supracondíleas de húmero en la edad pediátrica es aceptable y constituye el método de primera elección. Así lo demuestra la literatura científica mundial y la experiencia propia con esta serie de pacientes que constituyeron la muestra sobre la que se extrajeron los datos.

La existencia de alternativas propuestas como menos capaces de causar efectos adversos (configuración lateral de los clavillos de Kirschner) o la posibilidad de añadir elementos intraoperatorios para reducir el riesgo de iatrogenia (monitorización eléctrica) no deben descartarse. El aporte de los autores que han estudiado estas opciones es muy valioso.

Por un lado, la configuración lateral de los clavillos tiene indicación en casos clínicos puntuales. Por ejemplo, cuando el edema y el desplazamiento de los elementos del codo es muy grande, lo que dificulta al cirujano palpar los reparos anatómicos para la inserción correcta del elemento externo.

Por otro lado, en los lugares en los que está disponible la herramienta de medición eléctrica intraoperatoria, no debería dudarse en utilizarla. Es un complemento a la destreza quirúrgica.

Las complicaciones registradas en la iatrogenia del nervio cubital no parecen estar por encima de lo esperable. Si bien se certifica que este efecto adverso neurológico es más prevalente cuando se opera con la configuración cruzada, una incidencia menor al 5 % no es diferente a la experiencia de otros autores. Y los síntomas tienden a autolimitarse y revertirse antes de los 6 meses, por lo que un seguimiento adecuado podría identificar a aquellos niños que necesitan ser reintervenidos o acompañados con rehabilitación específica.

En este sentido, el seguimiento a 6 meses es un tiempo lógico para la continuidad de la atención por parte del equipo tratante. Sobre todo si asumimos que la mayoría de las iatrogenias del nervio cubital se resuelven de manera espontánea alrededor de los 2-3 meses luego de la cirugía.

La medición del ángulo de acarreo y del ángulo de Baumann son dos parámetros útiles. Utilizados desde hace bastante tiempo, han demostrado su pertinencia para la evaluación posquirúrgica.

Más allá de la iatrogenia del nervio cubital y el cúbito varo (26), las otras complicaciones son menores y, excepto que su prevalencia aumente de manera considerable, no deberían ser motivo para cambiar la elección del método de abordaje terapéutico. Las infecciones de los clavos y el cúbito valgo, mientras se mantengan por debajo del 1 % de los casos, se encuentran dentro de límites aceptables.

La estabilidad de la configuración cruzada es indiscutible. Los análisis biomecánicos al respecto son contundentes (7). Este es un elemento de peso para que recalquemos la primera elección que representa esta modalidad frente a los clavos laterales.

De todas maneras, la experiencia del equipo tratante es un factor de considerable importancia en el contexto de la elección del protocolo. Si los cirujanos intervinientes poseen mejor experiencia con la configuración lateral, es válido desde el punto de vista científico que opten por ella antes que por la colocación cruzada de los clavillos de Kirschner.

Los errores de técnica reportados con la configuración lateral son atribuibles al fallo humano. Y las diferencias de prevalencia de los efectos adversos entre diferentes estudios también pueden depender, en parte, del factor humano.

La evaluación del paciente al arribar a la consulta y antes de ingresar al quirófano debe ser una instancia que aporte datos clínicos capaces de mejorar la elección de la técnica que se aplicará. Las controversias y las opiniones divididas que hemos analizado dan cuenta de que es preferible ser flexibles y no rígidos ante cada paciente. La mayor experiencia con una configuración por sobre la otra no debería ser el único factor a tener en cuenta.

En la flexibilidad también incluimos la idea de no apresurar una decisión sobre qué técnica utilizar si contamos con medidas de seguridad para entender que no habrá complicaciones inmediatas. Según consideran autores consultados (30, 31), una media de 12 horas de demora en la intervención no parece constituir un factor de riesgo para la evolución posterior.

Los mismos autores que plantean esto aclaran que la experiencia del cirujano de traumatología y ortopedia es clave para que se

pueda optar entre aquellos pacientes que requieren ingreso urgente al quirófano y los que pueden esperar por una evaluación más detallada.

En resumen, nuestra experiencia indica que la elección de la configuración con clavillos cruzados de Kirschner para tratar las fracturas supracondíleas de húmero en los niños es aceptable y representa la primera opción.

También vale una aclaración y extensión sobre la importancia de la prevención de los accidentes en la edad pediátrica. Esto es una tarea en la que los traumatólogos y ortopedistas cumplen un rol comunitario y social. La mayoría de estas fracturas que estamos abordando y analizando se derivan de traumatismos que ocurrieron en el hogar o en los sitios de esparcimiento (plazas, parques de juego).

La existencia de una iatrogenia del nervio cubital posquirúrgica es el resultado de una larga cadena de sucesos que inició con el trauma del niño y que culminó con un efecto adverso derivado del quirófano. Sin menospreciar la importancia de cada etapa dependiente de la atención, es evidente que la mejora en los

mecanismos preventivos redundan en menores cantidades de fracturas y, por ende, menos posibilidad de consecuencias.

Esto que podemos nombrar como “prevención primaria” se complementa con la prevención secundaria, en la que el traumatólogo hace un diagnóstico oportuno y opta por la mejor terapéutica a aplicar. La existencia de un protocolo claro en las unidades de traumatología y ortopedia mejora este flujo de trabajo para dar celeridad a la toma de decisiones (14).

Finalmente, en la prevención terciaria se busca la rehabilitación de un daño que ya apareció. Si el niño intervenido padece lesión del nervio cubital, cúbito varo o valgo, entonces el mismo equipo profesional debe cerciorarse de que el seguimiento sea el pertinente y que se arbitren los medios para la rehabilitación.

Como se desprende de este análisis, la fractura supracondílea del húmero en la edad pediátrica es un evento que esconde detrás un encadenamiento de circunstancias. En ellas, el rol del traumatólogo es clave. Y ese rol no se limita a la cirugía.

Análisis como el que hemos expuesto en este trabajo son útiles para influir en la toma de decisiones y para elaborar protocolos

locales que respondan a la realidad epidemiológica particular. En nuestro contexto, la operación con clavillos cruzados de Kirschner es útil, brinda buenos resultados, posee efectos adversos esperables y dentro de límites normales.

De todas maneras, se recomienda continuar esta línea de investigación para aumentar el volumen de datos locales que mejoren la toma de decisiones con base en la experiencia particular. Se trata de elementos cuantitativos y cualitativos que se pueden obtener con relativa facilidad si se sistematizan los registros. Eso permitiría aumentar la confianza de cada grupo tratante para actuar de acuerdo a su prevalencia real y concreta de efectos adversos.

Referencias bibliográficas

1. Quezada-Daniel I, Pérez-Solares A. Tiempo quirúrgico y recuperación en niños con fractura supracondílea humeral tratada con reducción. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2009; 47 (1): 69-72.
2. Carvalho RA, Filho NF, Neto AB, Reis GD, Dias MP. Supracondylar fracture of the humerus in children: fixation with two crossed kirschner wires. *Rev Bras Ortop.* 2015; 47 (6): 705-709.
3. Zionts LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76 (2): 253-6.
4. Galvan, J; Medina, E. Descripción epidemiológica de las características de las fracturas supracondíleas del húmero en niños y factores asociados. *Especialización en Epidemiología.* Universidad del Rosario 2009.
5. Celiker O, Pestilci FI, Tuzuner M. Supracondylar fractures of the humerus in children: analysis of the results in 142 patients. *J Orthop Trauma.* 1990; 4 (3): 265-9.

6. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *EFORT Open Rev.* 2018; 3 (10): 526-540.
7. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1994; 76 (2): 253-6.
8. Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997; 5 (1): 19-26.
9. Vega Fernández E, Tórriz Hernández ME, Martínez Mesa J. Fractura supracondílea de codo en extensión en niños. *Rev Cubana Ortop Traumatol* 2006 ; 20 (2).
10. Eren A, Güven M, Erol B, Akman B, Özkan K. Correlation between posteromedial or posterolateral displacement and cubitus varus deformity in supracondylar humerus fractures in children. *J Child Orthop* 2008; 2 (2): 85-90.
11. Espino AMJ, Nualart L, Capdevila R. La pseudoartrosis de fracturas distales de húmero, en niños, correlación clínica y radiológica. *Rev Mex Ortop Ped.* 2005; 7 (1): 24-29.

12. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C, Kay RM, Tolo VT. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus in children. The consequences of pin placement. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83 (5): 735-740.

13. Ortiz D, Useche LF, Castellanos C, Estrada C. Resultados del manejo de la fractura supracondílea Gartland de tipo III en una institución pediátrica. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2017; 31 (4): 167-171.

14. Millis MB, Singer IJ, Hall JE. Supracondylar fracture of the humerus in children. Further experience with a study in orthopaedic decision-making. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1984; (188): 90-97.

15. Canales-Zamora OA, Mora-Ríos FG, Mejía-Rohenes LC, Anaya-Morales A, González-Gijón OR, López-Hernández JR. Complicaciones de fracturas supracondíleas humerales en niños. *Acta Ortop Mex.* 2020; 34 (2): 91-95.

16. Moreno EH, Tomé-Bermejo F, Micó NR. Revisión de los resultados a los 10 años del tratamiento quirúrgico de las fracturas supracondíleas de húmero en el niño, tratadas

mediante reducción abierta y fijación interna. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2012; 56 (5): 361-368.

17. Arana-Hernández EI, Cuevas-De Alba C, Gutiérrez-De La O M, Flores-Navarro HH, Espinosa-Montiel F, Duque-Zepeda F, Pérez-Liñán JA Fractura supracondilea humeral Gartland III (FSH-GIII). Tratamiento quirúrgico con clavos de Kirschner cruzados vs laterales. Rev Med MD; 4 (2): 111-115.

18. Zhao JG, Wang J, Zhang P. Is lateral pin fixation for displaced supracondylar fractures of the humerus better than crossed pins in children? Clin Orthop Relat Res. 2013; 471 (9): 2942-53.

19. Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM, Kocher MS. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. J Pediatr Orthop. 2007; 27: 181–186.

20. Davis RT, Gorczyca JT, Pugh K. Supracondylar humerus fractures in children. Comparison of operative treatment methods. Clin Orthop 2000; 376: 49-55.

21. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C, Kay RM, Tolo VT. Operative treatment of supracondylar fractures of the humerus

in children. The consequence of pin placement. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83: 735-40.

22. Royce RO, Dutkowsky JP, Kasser JR, Rand FR. Neurologic complications after K-wire fixation of supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 1991; 11: 191-194.

23. Brown IC, Zinar DM. Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15(4): 440-443.

24. Woratanarat P, Angsanuntsukh C, Rattanasiri S, Attia J, Woratanarat T, Thakkestian A. Meta-analysis of pinning in supracondylar fracture of the humerus in children. *J Orthop Trauma.* 2012; 26: 48–53.

25. Na Y, Bai R, Zhao Z, Han C, Kong L, Ren Y, Liu W. Comparison of lateral entry with crossed entry pinning for pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2018; 13(1): 68.

26. Castañeda Leeder P, Aziz Jacobo J, Atri Levi J. Riesgo de desarrollar cúbito varo después de fracturas supracondíleas del húmero en niños. *Rev Mex Ortop Ped* 2007; 1: 13-18.

27. Wind WM, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2002; 22 (4): 444-447.
28. Barrón-Torres EA, Sánchez-Cruz JF, Cruz-Meléndez JR. Perfil clínico-epidemiológico de las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos en un hospital general regional. *Cirugía y Cirujanos* 2015; 83 (1): 29-34
29. Aparicio Martínez JL, Pino Almero L, Cibrian Ortiz de Anda RM, Guillén Botaya E, García Montolio M, Mínguez Rey MF. Epidemiological study on supracondylar fractures of distal humerus in pediatric patients. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2019; 63 (6): 394-399.
30. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90 (5): 1121-1132.
31. Paci GM, Tileston KR, Vorhies JS, Bishop JA. Pediatric Supracondylar Humerus Fractures: Does After-Hours Treatment Influence Outcomes? *J Orthop Trauma.* 2018; 32 (6): 215–220.

Bibliografía de apoyo

Anari JB, Neuwirth AL, Carducci NM, Donegan DJ, Baldwin KD. Pediatric T-Condylar Humerus Fractures: A Systematic Review. *J Pediatr Orthop*. 201; 37 (1): 36-40.

Chen TL, He CQ, Zheng TQ, Gan YQ, Huang MX, Zheng YD, Zhao JT. Stiffness of various pin configurations for pediatric supracondylar humeral fracture: a systematic review on biomechanical studies. *J Pediatr Orthop B*. 201; 24 (5): 389-399.

Dekker AE, Krijnen P, Schipper IB. Results of crossed versus lateral entry K-wire fixation of displaced pediatric supracondylar humeral fractures: A systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2016; 47 (11): 2391-2398.

Lin-Guo, Zhang XN, Yang JP, Wang Z, Qi Y, Shan-Zhu, Meng XH. A systematic review and meta-analysis of two different managements for supracondylar humeral fractures in children. *J Orthop Surg Res*. 2018; 13 (1): 141.

Peña Cardona CJ, Medina Madrid LM, Trujillo González CI, Peña López AJ, González González V. Actualización en fracturas

supracondíleas del codo en la infancia. Medicina U.P.B. 2020; 39 (1): 57-70

Pérez NP, Herrera EC, Ojeda JLM, Crespo LRA, Machado DB, Chang YA. Incidencia de las fracturas supracondíleas del codo en pediatría: fijación percutánea lateral. Acta Med Cent. 2018; 12 (2): 140-147.

Villarroel González LBT, Rojas Padilla YM, Brito Núñez NJ. Rango de movilidad en fracturas supracondíleas de húmero en niños. Rev Col Or Tra. 2017; 31 (4): 159-166.

Wang S Il, Kwon TY, Hwang HP, Kim JR, Mayr J. Functional outcomes of Gartland III supracondylar humerus fractures with early neurovascular complications in children: a retrospective observational study. Med (United States). 2017; 96 (25): 1–5.