



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA**



HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

TRABAJO TERMINAL

**“FACTORES ASOCIADOS A FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO
EN PACIENTES PEDIÁTRICOS TRATADAS DE FORMA QUIRÚRGICA
VERSUS TRATAMIENTO CONSERVADOR EN EL HOSPITAL GENERAL
PACHUCA DURANTE EL PERIODO DE ENERO 2021 - DICIEMBRE 2024”**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

QUE PRESENTA EL MÉDICO CIRUJANO

JUAN ANTONIO MARÍN VÁZQUEZ

M.C. ESP. JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ AGUILAR
ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL

MTRO. JUAN FRANCISCO MARTÍNEZ CAMPOS
MAESTRO EN EPIDEMIOLOGÍA
CODIRECTOR METODOLOGICO DEL TRABAJO TERMINAL

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO, SEPTIEMBRE 2025.

DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO INTERNO DE LA COORDINACION DE POSGRADO DEL AREA ACADEMICA DE MEDICINA, AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO TERMINAL TITULADO:

"FACTORES ASOCIADOS A FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS DE HÚMERO EN PACIENTES PEDIÁTRICAS TRATADAS DE FORMA QUIRÚRGICA VERSUS TRATAMIENTO CONSERVADOR EN EL HOSPITAL GENERAL PACHUCA DURANTE EL PERIODO DE ENERO 2021 - DICIEMBRE 2024"

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA QUE SUSTENTA EL MEDICO CIRUJANO:

JUAN ANTONIO MARÍN VÁZQUEZ

PACHUCA DE SOTO HIDALGO, SEPTIEMBRE DE 2025

POR LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

M.C. JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ VERA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADEMICA DE MEDICINA.

DR. EN C. OSVALDO ERIK SÁNCHEZ HERNÁNDEZ
COORDINADOR DE POSGRADO

MTRO. JUAN FRANCISCO MARTÍNEZ CAMPOS
CODIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL.

POR EL HOSPITAL GENERAL DE PACHUCA

M.C. ESP. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL PACHUCA

M.C. ESP. ANTONIA GONZÁLEZ RUIZ
SUBDIRECTORA DE ENSEÑAZA,
CAPACITACIÓN E INVESTIGACION

M.C. ESP. DIANA RAMOS CRUZ
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

M.C. ESP. JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ AGUILAR
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA
DIRECTOR DEL TRABAJO TERMINAL



Gobierno de
México



IMSS BIENESTAR
SERVICIOS PÚBLICOS DE SALUD



HOSPITAL GENERAL PACHUCA
SUBDIRECCIÓN DE ENSEÑANZA, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN

Pachuca de Soto, Hidalgo, a 01 de agosto de 2025.

Of. N°: HGP-SECI- **5227** -2025

Asunto: Autorización de impresión de proyecto

M.C. ESP. ALFONSO REYES GARNICA
JEFE DEL ÁREA ACADÉMICA DE MEDICINA (ICSa)
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
PRESENTE

En seguimiento al oficio No. HGP/I-1420/2025 de fecha 29 de julio del año en curso (anexo al presente copia simple) donde el comité de Ética en Investigación y el comité de Investigación; autoriza la impresión del trabajo terminal del **M.C. Juan Antonio Marín Vázquez** egresado de la especialidad de Traumatología y Ortopedia, correspondiente al ciclo académico 1° de marzo 2024 a 28 de febrero 2025, cuyo título es **"Factores asociados a fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos tratadas de forma quirúrgica versus tratamiento conservador en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021-diciembre 2024"**.

Sin más por el momento, me despido de usted enviándole un cordial saludo.

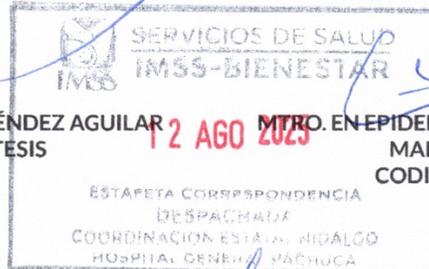
ATENTAMENTE

DR. ANTONIO VÁZQUEZ NEGRETE
ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DEL
HOSPITAL GENERAL PACHUCA

DRA. DIANA RAMOS CRUZ
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

M.C.ESP. JOSÉ ALBERTO MÉNDEZ AGUILAR
DIRECTOR DE TESIS

M.DR. EN EPIDEMIOLOGÍA JUAN FRANCISCO MARTÍNEZ CAMPOS
CODIRECTOR DE TESIS



Elaboró:
L.D. Judith Alapilla Hernandez
Apoyo Administrativo
Subdirección de Enseñanza

Revisó:
Dra. Antonia González Ruiz
Subdirector de Enseñanza, Capacitación
e Investigación

Autorizó:
Dra. Antonia González Ruiz
Subdirector de Enseñanza, Capacitación
e Investigación



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Carretera Pachuca Tulancingo, Núm. 101, Col., Ciudad de los Niños, Pachuca de Soto, Hgo., C. P. 42070, Teléfono: 771 71 3 46 49 (Ext. 151), Correo Electrónico: dir.hpachuca.ibh@outlook.com.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| RESUMEN | 1 |
| I. Marco Teórico | 2 |
| I.1. Anatomía y biomecánica del húmero en el paciente pediátrico | 2 |
| I.2. Generalidades de fracturas supracondíleas de húmero en la población pediátrica | 4 |
| I.3. Mecanismos Comunes de Lesión | 4 |
| I.4. Factores de Riesgo | 5 |
| I.5. Importancia del Diagnóstico Temprano y el Tratamiento Adecuado | 5 |
| I.6. Clasificación de las fracturas supracondíleas | 6 |
| I.7. Diagnóstico de las fracturas supracondíleas | 8 |
| 1.8 Tratamiento de las fracturas supracondíleas | 11 |
| II. Antecedentes | 18 |
| III. Justificación | 23 |
| IV. Planteamiento del problema | 24 |
| IV.1. Pregunta de investigación | 24 |
| IV.2. Hipótesis | 25 |
| IV.3. Objetivo General | 25 |
| V. Materiales y Métodos | 27 |
| V.1. Diseño de investigación | 27 |
| V.2. Análisis estadístico de la información | 27 |
| V.2.1. Análisis univariado | 27 |
| V.2.2. Análisis bivariado | 27 |
| V.3. Ubicación espacio-temporal | 28 |
| V.3.1. Lugar | 28 |
| V.3.2. Tiempo | 28 |
| V.3.3. Persona | 28 |
| V.4. Selección de la población de estudio | 28 |
| V.4.1. Criterios de inclusión | 28 |
| V.4.2 Criterios de exclusión | 38 |
| V.4.3. Criterios de eliminación | 28 |
| V.5. Determinación del tamaño de muestra y muestreo | 29 |
| V.5.1. Tamaño de la muestra | 29 |
| V.5.2 Muestreo | 29 |
| VI. Aspectos Éticos | 29 |
| VII. Recursos humanos, físicos y financieros | 31 |
| VIII.1. Recursos humanos | 31 |
| VIII.2. Recursos físicos | 32 |
| VIII.3. Recursos financieros | 32 |
| VIII. Resultados | 33 |

| | |
|---------------------|----|
| IX. Discusión | 40 |
| X. Conclusiones | 43 |
| XI. Recomendaciones | 44 |
| XII. Anexos | 45 |
| Anexo 1 | 45 |
| Anexo 2 | 47 |
| XIII. Referencias | 49 |

RESUMEN

Antecedentes. Las fracturas supracondíleas de húmero representan una de las lesiones más frecuentes en la población pediátrica, constituyendo aproximadamente el 60% de todas las fracturas de codo en niños. Su manejo adecuado es crucial para prevenir complicaciones y secuelas funcionales.

Objetivo. Determinar los factores asociados a las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos que recibieron tratamiento quirúrgico versus los que recibieron tratamiento conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.

Metodología. Se realizó un estudio transversal, analítico y retrolectivo a partir de expedientes clínicos de pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura supracondílea de húmero atendidos en el periodo enero 2021 - diciembre 2024 en el Hospital General de Pachuca. Se formaron dos grupos: el de que recibieron tratamiento quirurgico y el quiénes recibieron manejo conservador y se identificaron las complicaciones asociadas a dichos tratamientos.

Resultados y conclusiones. Se incluyeron 162 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero tratados entre enero 2021-diciembre 2024, donde el tratamiento quirúrgico demostró superioridad en recuperación funcional completa (85.6% vs 39.1%), menor dolor residual (7.2% vs 39.1%), menos complicaciones (2.9% vs 34.8%) y menor necesidad de reintervención (2.9% vs 36.4%), todas con $p < 0.001$. El tiempo de consolidación fue similar entre grupos (6.15 ± 0.66 vs 6.26 ± 0.75 días, $p = 0.469$). Este estudio demuestra que el tratamiento quirúrgico de fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos ofrece ventajas clínicas comparado con el manejo conservador, con mejor recuperación funcional, menor dolor residual y menos complicaciones, sin diferencias en tiempo de consolidación. **Palabras clave.** Fractura supracondílea, húmero, pediatría, clasificación de Gartland, trauma pediátrico.

I. MARCO TEÓRICO

I.1. Anatomía y biomecánica del húmero en el paciente pediátrico

El húmero es el hueso largo del brazo que conecta el codo con el hombro, y juega un papel esencial en el movimiento y la función del brazo. En los niños, la anatomía y biomecánica del húmero presentan características particulares que cambian a medida que el niño crece (1).

Durante la infancia, las estructuras óseas y las zonas de crecimiento, especialmente las que rodean el húmero, son diferentes en comparación con los adultos, lo que afecta tanto el desarrollo como la resistencia del hueso. Este tipo de variabilidad en las características anatómicas es importante para comprender las lesiones y el desarrollo motor del niño (2).

La región supracondílea del húmero es una de las áreas más relevantes en la anatomía pediátrica. Esta zona, ubicada justo por encima de los cóndilos, está cerca de la articulación del codo y es crucial para el movimiento del brazo. En los niños, el húmero supracondíleo es especialmente vulnerable debido a la presencia de la fisis o cartílago de crecimiento, que aún no se ha osificado completamente. Esta área es donde el hueso se alarga durante el crecimiento, lo que la convierte en una región susceptible a fracturas en caso de accidentes o caídas. La epífisis proximal, que se articula con la escápula, y la epífisis distal, que forma parte de la articulación del codo, están vinculadas a la función del brazo y son esenciales para la movilidad (3).

El desarrollo óseo en los niños depende en gran medida del cartílago de crecimiento, que permite la elongación y fortalecimiento continuo del hueso. Este cartílago es más blando y menos denso que el hueso maduro, lo que lo hace susceptible a lesiones, como las fracturas supracondíleas del húmero. Durante la

infancia, el cartílago de crecimiento de la fisis supracondílea es particularmente importante para el alargamiento del hueso(5).

Las fracturas que afectan esta zona pueden interferir con el crecimiento del húmero y, si no se tratan adecuadamente, pueden generar deformidades o limitar el rango de movimiento. El cierre de las fisuras de crecimiento ocurre gradualmente, generalmente entre los 16-18 años en las niñas y entre los 18-20 años en los niños (6).

La biomecánica de la articulación del codo es fundamental para el movimiento del brazo y la función del húmero. El codo es una bisagra que conecta el húmero con el cúbito y el radio, y permite movimientos de flexión y extensión, los cuales son esenciales para la movilidad del brazo. El húmero supracondíleo, por ser la base de esta articulación, desempeña un papel crucial en estos movimientos. Además, el codo también permite la pronación y supinación del antebrazo, movimientos que se realizan a través de la articulación radiocubital proximal. Estos movimientos son importantes para las actividades diarias, como girar una llave o alimentarse (7).

En los niños, la biomecánica del codo tiene una característica adicional: los ligamentos y cartílagos son más elásticos que en los adultos. Esta mayor elasticidad permite una mayor flexibilidad en los movimientos, pero también hace que los niños sean más susceptibles a lesiones en estas estructuras cuando están expuestos a fuerzas excesivas. Las lesiones en el codo infantil, como esguinces o fracturas, pueden ser complicadas de tratar debido a la vulnerabilidad de los cartílagos y fisuras en crecimiento. Por lo tanto, entender la biomecánica del codo y la anatomía del húmero en el niño es crucial para prevenir y tratar adecuadamente las lesiones, asegurando un desarrollo funcional y sin complicaciones(8).

I.2. Generalidades de fracturas supracondíleas de húmero en la población pediátrica

Las fracturas supracondíleas de húmero son una de las lesiones más comunes en la población pediátrica, especialmente en niños de entre 5 y 10 años de edad. Estas fracturas afectan la región del húmero que se encuentra por encima de los cóndilos, cerca de la articulación del codo(9).

Son especialmente importantes debido a la proximidad de la fisis (cartílago de crecimiento), que, al estar en desarrollo, hace que el manejo de estas fracturas sea más delicado. Las fracturas supracondíleas en los niños pueden afectar el crecimiento óseo y el rango de movimiento del codo si no se tratan adecuadamente (10).

I.3. Mecanismos Comunes de Lesión

Las fracturas supracondíleas del húmero suelen ocurrir debido a traumatismos directos o caídas, que son los mecanismos de lesión más comunes en la población pediátrica. El mecanismo más frecuente es la caída sobre la mano extendida (FOOSH, por sus siglas en inglés), que es el principal mecanismo responsable de la mayoría de las fracturas en la extremidad superior de los niños. En este tipo de lesiones, la energía de la caída se transmite a través de la muñeca y el antebrazo, afectando el codo y el húmero supracondíleo. Este mecanismo es particularmente prevalente en niños debido a que, cuando caen, tienden a extender las manos para protegerse, lo que pone en tensión los huesos y articulaciones del brazo(11).

Otro mecanismo común es el trauma directo sobre el codo o el brazo, que puede ocurrir por accidentes, caídas desde alturas o impactos durante actividades deportivas. Aunque menos frecuente que la caída sobre la mano extendida, el trauma directo también puede provocar fracturas graves debido al impacto en la región del húmero supracondíleo(12).

Existen también otros mecanismos menos comunes, como las lesiones causadas por accidentes vehiculares o golpes contundentes, aunque estos son más raros en la población pediátrica en comparación con las caídas. Sin embargo, cualquier trauma que afecte la articulación del codo o el brazo puede resultar en una fractura de esta región si las fuerzas son suficientemente grandes (13).

I.4. Factores de Riesgo

Aparte de los mecanismos directos de lesión, ciertos factores de riesgo pueden predisponer a los niños a sufrir fracturas supracondíleas. Los factores más comunes incluyen la edad (los niños más pequeños son más propensos debido a su menor coordinación y mayor tendencia a caer), la actividad física intensa (como la práctica de deportes) y el ambiente (zonas de juego no seguras o caídas en superficies duras). También, algunos estudios sugieren que las fracturas pueden estar asociadas a ciertos factores biológicos, como la fragilidad ósea o desórdenes de crecimiento, aunque estos casos son menos frecuentes(14).

I.5. Importancia del Diagnóstico Temprano y el Tratamiento Adecuado

El diagnóstico temprano de las fracturas supracondíleas es fundamental para evitar complicaciones a largo plazo, como deformidades óseas o restricciones en el movimiento del codo. El tratamiento puede ser conservador o quirúrgico, dependiendo de la gravedad y el tipo de fractura. Las fracturas que afectan la fisis de crecimiento requieren especial atención, ya que un tratamiento inadecuado puede comprometer el desarrollo del hueso y provocar alteraciones en la función del codo(15) .

La identificación precisa del tipo de fractura es esencial para elegir el enfoque terapéutico adecuado. En este sentido, las radiografías son fundamentales para evaluar la extensión de la fractura y la implicación de la fisis. Con un manejo adecuado, la mayoría de los niños se recuperan completamente de una fractura

supracondílea del húmero, aunque siempre existe el riesgo de complicaciones si el tratamiento no es oportuno o adecuado (16).

I.6. Clasificación de las fracturas supracondíleas

Las fracturas supracondíleas del húmero son lesiones frecuentes en la población pediátrica, especialmente entre los 5 y 10 años, debido a la alta actividad física y la tendencia a las caídas. La clasificación de estas fracturas es fundamental para decidir el tratamiento más adecuado y, en última instancia, determinar el pronóstico (17).

Las fracturas supracondíleas se pueden categorizar según varios criterios, como la apertura de la fractura, el desplazamiento de los fragmentos óseos y la localización de la lesión. Entre las clasificaciones más utilizadas se encuentran la de Gartland y la de Wilkins, que ayudan a los médicos a evaluar el tipo y la gravedad de la fractura, y a seleccionar el tratamiento más efectivo (18).

En términos generales, las fracturas supracondíleas se dividen en cerradas y abiertas. Las fracturas cerradas son aquellas en las que la piel permanece intacta, sin exposición del hueso o los tejidos internos. Este tipo es el más común en niños y generalmente se maneja mediante reducción cerrada, seguida de inmovilización en yeso o férula. Por otro lado, las fracturas abiertas, aunque menos frecuentes, involucran una ruptura de la piel y exponen el hueso a posibles infecciones(19).

La clasificación de Gartland, propuesta en 1959, es la más utilizada para describir las fracturas supracondíleas en niños. Se basa en el grado de desplazamiento de los fragmentos óseos. El Tipo I se refiere a una fractura no desplazada, donde los fragmentos permanecen alineados y no es necesario realizar una reducción. El Tipo II implica una fractura con desplazamiento, pero la cortical posterior permanece intacta, lo que generalmente permite una reducción cerrada. En el Tipo III, los fragmentos óseos están completamente desplazados, lo que compromete la

estabilidad de la articulación del codo, y requiere una reducción abierta y fijación interna para evitar complicaciones. Una versión ampliada de esta clasificación incluye un Tipo IV, que se refiere a fracturas con daño neurovascular asociado, lo que requiere tratamiento quirúrgico urgente(20) [Figura 1].



Figura 1. Clasificación de Gartland (20).

Otra clasificación importante es la clasificación de Wilkins, que pone énfasis en la relación de la fractura con la fisis de crecimiento y los compromisos articulares. En el Tipo I, la fractura es no desplazada, y el hueso permanece alineado. El Tipo II describe fracturas desplazadas sin comprometer la fisis, lo que permite un pronóstico favorable si se trata de manera adecuada. El Tipo III se caracteriza por fracturas en las que el desplazamiento afecta la fisis, lo que puede interferir con el crecimiento normal del hueso y la función del codo. Finalmente, el Tipo IV se refiere a fracturas complejas con dislocación de la articulación del codo, lo que requiere intervención quirúrgica urgente (21).

Para la clasificación de fracturas supracondíleas humerales existen varias opciones; actualmente la clasificación de Gartland es la más usada, debido a su amplia prevalencia en la literatura médica; esto significa que probablemente sea la más reproducible, pero no la clasificación que tenga mejor validez anatómica y mejor acuerdo. El mecanismo de lesión que produce el trazo de fractura es directamente proporcional a la posición del codo y el antebrazo en el momento de la lesión y a la energía aplicada; para esto, se considera un espacio tridimensional, característica que dicha clasificación no toma en cuenta. Holmberg pondera un componente

principal que Gartland no: la deformidad tridimensional, que describe el componente distal del trazo de fractura. Desde ese entonces, el nivel de rotación del componente distal ya formaba parte importante del trazo de fractura. De igual forma, el contacto que existe entre ambos fragmentos (estabilidad) refleja su importancia en el tratamiento y los pasos a seguir en la reducción cerrada.

| Clasificación de Holmberg | |
|----------------------------------|--|
| Tipo I | Sin desplazamiento |
| Tipo II | Angulación hacia anterior o posterior de fragmento distal |
| Tipo III | Tipo II + Vasculación de fragmento distal |
| Tipo IV | Tipo III + Rotación y desplazamiento posterior de fragmento distal |
| Tipo V | Tipo IV, pero con desplazamiento anterior de fragmento distal |

Figura 2. Clasificación de Holmberg

Además de las clasificaciones de Gartland y Wilkins, los traumatólogos pediátricos también deben considerar otros factores, como el daño neurovascular (lesiones en nervios o vasos sanguíneos) y el comportamiento de la fractura durante la reducción. La edad del niño, el grado de desplazamiento de la fractura y la localización de la lesión son aspectos clave para decidir el tratamiento adecuado (22).

I.7. Diagnóstico de las fracturas supracondíleas

El diagnóstico temprano y preciso de las fracturas supracondíleas del húmero en la población pediátrica es crucial para asegurar un tratamiento adecuado y evitar complicaciones a largo plazo. Estas fracturas, que ocurren generalmente por caídas sobre la mano extendida, se presentan con una serie de manifestaciones clínicas, que junto con la exploración física y los estudios de imagen, permiten a los médicos

establecer el diagnóstico y la gravedad de la lesión (23). A continuación, se detallan los principales aspectos involucrados en el diagnóstico de estas fracturas.

- Manifestaciones Clínicas

Las fracturas supracondíleas del húmero se caracterizan por una serie de manifestaciones clínicas que permiten sospechar de la lesión. El dolor es el síntoma más común, especialmente en la región del codo, y tiende a aumentar con los movimientos del brazo. El dolor es generalmente intenso y está asociado a una sensación de debilidad o incapacidad para mover el brazo de manera normal(24).

El edema es otro signo frecuente, y puede ser evidente en el codo o el antebrazo debido a la inflamación de los tejidos blandos. Este edema es resultado de la respuesta inflamatoria y de la alteración del flujo sanguíneo local debido al traumatismo. La deformidad es a menudo visible, especialmente en fracturas desplazadas, donde los fragmentos óseos pueden crear una alteración en la alineación normal del codo. Además, existe una limitación del movimiento, ya sea debido al dolor o por la pérdida de estabilidad en la articulación del codo, lo que impide la flexión y extensión completas (25).

-Exploración Neuromuscular y Vascular

La exploración neuromuscular y vascular es una parte esencial del diagnóstico de las fracturas supracondíleas, ya que las lesiones graves pueden comprometer los nervios o los vasos sanguíneos circundantes. Un aspecto crítico a evaluar es la presencia de un síndrome compartimental, que puede ocurrir cuando el sangrado o la inflamación causan un aumento de la presión dentro del compartimento muscular, comprimiendo estructuras importantes como los nervios y vasos sanguíneos. El síndrome compartimental puede causar dolor intenso, palidez, pérdida de pulso distal y disminución de la sensibilidad, lo que requiere una intervención quirúrgica urgente para aliviar la presión y evitar daños permanentes(26).

Además, es crucial evaluar la circulación sanguínea, especialmente la arteria braquial, que se encuentra cerca de la región supracondílea. La lesión de esta arteria puede comprometer la perfusión del brazo, lo que se manifiesta con un pulso débil o ausente en la muñeca o el antebrazo. La ausencia de pulso o signos de isquemia distal deben alertar al clínico sobre una posible lesión vascular, que podría requerir cirugía para reparar los vasos afectados. Por tanto, la inspección del pulso radial y la palpación de los pulsos braquiales son parte fundamental de la evaluación inicial en estos casos(27).

-Estudios de Imagen: Radiografía Anteroposterior y Lateral del Codo

El diagnóstico definitivo de las fracturas supracondíleas del húmero se realiza a través de estudios de imagen. Las radiografías en proyección anteroposterior (AP) y lateral del codo son fundamentales para observar la alineación ósea, el grado de desplazamiento de los fragmentos y la presencia de posibles complicaciones, como la afectación de la fisis o la articulación del codo. La radiografía AP permite ver el eje del húmero, los cóndilos y las superficies articulares, mientras que la radiografía lateral proporciona una vista clara de la relación entre los fragmentos óseos y la articulación del codo. En niños, estas proyecciones ayudan a evaluar con precisión la localización de la fractura y la afectación del cartílago de crecimiento(28).

Una de las características clave en las radiografías de fracturas supracondíleas es el signo del desplazamiento de la grasa o fat pad sign, que es un hallazgo indirecto pero importante. Este signo se refiere a la acumulación de líquido en las bolsas de grasa que rodean la articulación del codo, que se desplaza hacia fuera de su posición normal cuando se produce un traumatismo(29).

En una fractura supracondílea, se observa una elevación del pad anterior de grasa (signo de la almohadilla de grasa anterior) o la presencia de un pad posterior de grasa, lo que indica que hay una fractura, incluso en ausencia de desplazamiento óseo evidente. El fat pad sign es un hallazgo altamente sugestivo de fractura,

especialmente cuando la radiografía no muestra claramente la fractura, y su presencia debe generar una alta sospecha de lesión ósea, incluso en fracturas no desplazadas(30).

-Otras Pruebas de Imagen y Evaluación

En algunos casos, cuando la radiografía no es concluyente o cuando se sospechan complicaciones adicionales, se pueden realizar tomografías computarizadas (TC) o resonancias magnéticas (RM). Estas pruebas son útiles para obtener imágenes más detalladas de las fracturas complejas o cuando se sospecha de lesiones asociadas a los tejidos blandos o estructuras neurovasculares. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las radiografías en dos proyecciones (anteroposterior y lateral) son suficientes para hacer un diagnóstico inicial y guiar el tratamiento (31).

I.8. Tratamiento de las fracturas supracondíleas

El tratamiento de las fracturas supracondíleas del húmero en niños depende de varios factores, como el tipo de fractura, el grado de desplazamiento, la edad del niño y la presencia de complicaciones. Las fracturas pueden tratarse de manera conservadora o quirúrgica, siendo crucial elegir el enfoque adecuado para asegurar una recuperación funcional y evitar complicaciones a largo plazo, como la limitación del movimiento o la deformidad del codo (32).

Tratamiento Conservador

En los casos de fracturas no desplazadas, el tratamiento conservador es generalmente suficiente. Este tipo de fractura se caracteriza por la alineación adecuada de los fragmentos óseos, lo que permite que el hueso cicatrice correctamente sin necesidad de intervención quirúrgica. En estos casos, el tratamiento principal consiste en la inmovilización de la articulación del codo para permitir la consolidación ósea y evitar movimientos que puedan interferir con el proceso de curación(33).

La inmovilización se logra mediante el uso de un yeso o férula en la posición adecuada, generalmente en una posición ligeramente flexionada (aproximadamente a 90 grados), lo que ayuda a mantener la estabilidad de la fractura mientras se cura. El seguimiento radiográfico es fundamental para asegurar que no haya desplazamiento de los fragmentos durante el proceso de curación. Si durante el seguimiento se observa algún signo de desplazamiento o pérdida de la alineación, se puede considerar la intervención quirúrgica. Generalmente, las fracturas no desplazadas tienen un buen pronóstico si se gestionan adecuadamente mediante este enfoque conservador (34).

Tratamiento Quirúrgico: Reducción Cerrada y Fijación Percutánea con Agujas de Kirschner

En los casos de fracturas desplazadas, o cuando la reducción cerrada no consigue alinear correctamente los fragmentos óseos, se indica un tratamiento quirúrgico. La reducción cerrada y fijación percutánea con agujas de Kirschner (K-wires) es una técnica comúnmente utilizada. La reducción cerrada implica realinear los fragmentos óseos sin realizar una incisión quirúrgica directa, es decir, sin abrir la piel. Este procedimiento se realiza bajo control radiográfico para asegurar que los fragmentos óseos se posicionen correctamente(35).

Una vez que los fragmentos están alineados, se fijan en su lugar mediante agujas de Kirschner, que son insertadas percutáneamente (a través de la piel) para mantener la posición de los huesos mientras sanan. Las agujas se colocan de manera que se evite el desplazamiento de la fractura y se permita la correcta cicatrización. Esta técnica es menos invasiva que la cirugía abierta y puede ser muy efectiva en fracturas que no comprometen gravemente la fisis de crecimiento. Las agujas se retiran generalmente después de unas semanas, una vez que se ha logrado la consolidación ósea. El seguimiento radiológico es esencial durante este proceso para monitorizar la cicatrización y detectar cualquier signo de complicación, como la pérdida de la alineación o infección(36).

Indicaciones de Reducción Abierta

En algunos casos, la reducción abierta es necesaria, especialmente en fracturas complejas o cuando la reducción cerrada no es posible o no tiene éxito. La reducción abierta implica una intervención quirúrgica en la que se realiza una incisión en la piel para acceder directamente a los fragmentos óseos y realinearlos. Esta técnica se emplea en situaciones en las que hay un desplazamiento significativo de los fragmentos óseos, lesiones asociadas de la fisis de crecimiento o si la fractura es inestable y no puede mantenerse en su lugar con reducción cerrada y fijación percutánea(37).

Las indicaciones para la reducción abierta incluyen fracturas con desplazamiento significativo, fracturas con daño neurovascular, fracturas con comprometimiento de la fisis de crecimiento, o fracturas asociadas con dislocación de la articulación del codo. También se puede recurrir a la reducción abierta si hay involucramiento de la piel o fracturas abiertas, donde la intervención quirúrgica es necesaria para limpiar la herida, estabilizar la fractura y prevenir infecciones. El objetivo principal de la reducción abierta es restaurar la anatomía normal de la articulación del codo, asegurar la estabilidad de la fractura y minimizar el riesgo de complicaciones a largo plazo, como la deformidad angular o la limitación del movimiento(38).

Recuperación y Seguimiento

El manejo postoperatorio depende del tipo de tratamiento realizado. En el caso de la reducción cerrada y fijación percutánea, el brazo debe inmovilizarse durante un período de tiempo determinado, y el seguimiento radiológico es esencial para asegurarse de que la fractura se esté consolidando correctamente. Una vez que la fractura ha cicatrizado y el niño comienza a recuperar el rango de movimiento, se puede iniciar un programa de rehabilitación que incluye ejercicios de fisioterapia para mejorar la fuerza y flexibilidad del codo(39).

Para las fracturas tratadas mediante reducción abierta, el seguimiento es igualmente importante para detectar posibles complicaciones, como la infección o el no unión de los huesos. En estos casos, también se suelen recomendar ejercicios de fisioterapia una vez que el proceso de curación inicial haya terminado. La recuperación completa puede tomar varios meses, y los niños deben evitar actividades físicas intensas hasta que el médico considere que la fractura ha cicatrizado por completo y el codo ha recuperado su funcionalidad(40).

I.9. Complicaciones de las fracturas supracondíleas

Las fracturas supracondíleas del húmero son lesiones comunes en la población pediátrica, pero su manejo inadecuado o complicaciones asociadas pueden afectar significativamente la funcionalidad del codo y la calidad de vida del niño. Existen diversas complicaciones que pueden surgir, tanto agudas como crónicas, que requieren una intervención oportuna para evitar secuelas permanentes. A continuación, se detallan las principales complicaciones que pueden desarrollarse tras una fractura supracondílea del húmero(41).

Complicaciones Agudas

Las complicaciones agudas ocurren en las primeras horas o días después de la fractura, a menudo como consecuencia del daño directo durante el traumatismo o de complicaciones derivadas del tratamiento quirúrgico(42).

Lesión de la arteria braquial (Isquemia de Volkmann)

Una de las complicaciones más graves asociadas con las fracturas supracondíleas es la lesión de la arteria braquial, lo que puede conducir a una isquemia de Volkmann. Esta condición ocurre cuando el flujo sanguíneo hacia los músculos y tejidos distales al codo se ve comprometido. Es más frecuente en fracturas desplazadas, especialmente cuando los fragmentos óseos comprimen la arteria braquial o cuando se genera una presión elevada en el compartimento muscular, lo que bloquea la circulación(43).

La isquemia de Volkmann puede causar necrosis muscular, deformidades permanentes y daño funcional en la mano y el antebrazo. Los síntomas incluyen la pérdida del pulso radial, palidez o cianosis de la piel y pérdida de sensibilidad distal. El tratamiento inmediato para esta complicación puede requerir una liberación del síndrome compartimental o una reparación quirúrgica de los vasos sanguíneos afectados (44).

Lesiones Nerviosas (Radial, Mediano y Cubital)

Otra complicación frecuente es la lesión de los nervios cercanos al codo, como el nervio radial, mediano y cubital. La lesión del nervio radial es la más común y puede resultar en la parálisis de los músculos extensores de la muñeca y los dedos, lo que provoca dificultad para extender estos miembros(45).

Las lesiones en los nervios mediano y cubital también pueden generar alteraciones sensoriales o motoras, dificultando la flexión de la muñeca o el movimiento de los dedos. Estas lesiones son generalmente el resultado de la compresión de los nervios por los fragmentos óseos desplazados o por la manipulación durante la cirugía. La evaluación neurológica es fundamental en estos casos, y el tratamiento puede incluir descompresión nerviosa o cirugía reparadora si se detecta una lesión significativa(46).

Complicaciones Crónicas

Las complicaciones crónicas se desarrollan a medida que el niño se recupera de la fractura, generalmente debido a un manejo inadecuado, una cicatrización incorrecta o complicaciones no tratadas durante la fase aguda. Estas complicaciones pueden afectar la función a largo plazo del codo y la calidad de vida del niño(47).

Deformidad en Varo (Codo en "Gunstock")

Una de las complicaciones crónicas más comunes es la deformidad en varo o codo en "gunstock". Esta deformidad se caracteriza por una angulación anormal en el

codo, donde el antebrazo se desvía hacia afuera con respecto al eje del brazo. Generalmente, esta complicación ocurre cuando los fragmentos óseos no se alinean correctamente durante el proceso de curación, o cuando el desplazamiento no se ha corregido adecuadamente. Aunque en algunos casos la deformidad puede ser leve y no interferir de manera significativa con la función del codo, en casos más severos puede afectar la flexión y extensión completas del brazo, limitando el movimiento y la fuerza funcional. El tratamiento de la deformidad puede requerir cirugía correctiva si se encuentra en una etapa avanzada(48).

Limitación Funcional del Codo

La limitación funcional del codo es otra complicación a largo plazo que puede surgir debido a una cicatrización anormal, rigidez articular o daño a las estructuras periarticulares. Los niños con fracturas supracondíleas desplazadas o que involucran la fisis de crecimiento están en mayor riesgo de experimentar una restricción en el rango de movimiento del codo, lo que dificulta realizar actividades cotidianas. Las fracturas mal alineadas o aquellas que no se tratan adecuadamente pueden provocar rigidez, lo que interfiere con la capacidad de mover el brazo y realizar tareas simples como levantar objetos o sujetar cosas. En muchos casos, un programa adecuado de fisioterapia postoperatoria es clave para prevenir esta limitación, pero en algunos niños, la rigidez puede persistir a pesar del tratamiento conservador (49).

Otras Complicaciones

Además de las complicaciones más comunes, existen otras que pueden surgir tras una fractura supracondílea.

No Unión (Pseudoartrosis)

En ocasiones, la fractura puede no consolidarse adecuadamente, lo que conduce a la no unión o pseudoartrosis. Esto ocurre cuando los fragmentos óseos no se fusionan correctamente, a menudo como resultado de una reducción inadecuada,

una intervención quirúrgica insuficiente o la presencia de factores que impiden la consolidación ósea, como la inestabilidad o la infección. En estos casos, puede ser necesario realizar una cirugía adicional, que puede incluir una nueva fijación o incluso injertos óseos, para estimular la cicatrización ósea(50).

Rigidez Articular

La rigidez articular es otra complicación crónica que puede surgir después de una fractura supracondílea, especialmente cuando la fractura involucra la articulación del codo. La inmovilización prolongada o la falta de movilización temprana puede dar lugar a adherencias dentro de la articulación, limitando su movilidad. Es esencial comenzar la fisioterapia lo antes posible para evitar esta rigidez. En algunos casos, sin embargo, a pesar de la rehabilitación, los niños pueden experimentar una pérdida parcial del rango de movimiento del codo(51).

Síndrome Compartimental

El síndrome compartimental es una complicación aguda seria que se desarrolla cuando la presión en un compartimento muscular aumenta de forma dramática, restringiendo el flujo sanguíneo y dañando los tejidos. Este síndrome es más frecuente en fracturas desplazadas graves y puede ser potencialmente fatal si no se trata de manera inmediata. La intervención quirúrgica para liberar la presión mediante una fasciotomía es necesaria para evitar el daño permanente a los músculos y nervios(52).

II. ANTECEDENTES

Epidemiología de las Fracturas Supracondíleas en Niños

Las fracturas del húmero, y en particular las supracondíleas, representan un porcentaje significativo de las fracturas de extremidades en la población pediátrica. De hecho, se estima que las fracturas del húmero son responsables del 10-20% de todas las fracturas en niños (53).

Tanto en México como en el mundo, las fracturas supracondíleas de húmero representan aproximadamente el 60% de todas las fracturas de codo en niños y el 16% de todas las fracturas pediátricas, siendo más comunes entre los 5 y 7 años debido a caídas sobre el brazo extendido durante el juego.

Es importante mencionar que durante el periodo de estudio se atendieron alrededor de 162 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General de Pachuca.

Dentro de este grupo, las fracturas supracondíleas constituyen aproximadamente el 40-60% de las fracturas del húmero en los menores de 12 años. Son más prevalentes en niños entre los 5 y 10 años, con un pico de incidencia alrededor de los 7 años. La razón de esta mayor frecuencia en la infancia temprana se debe a la mayor actividad física, las caídas frecuentes y el desarrollo de habilidades motrices (54).

Además, los niños de sexo masculino tienen una mayor incidencia de fracturas supracondíleas en comparación con las niñas, probablemente debido a la mayor actividad física en varones, aunque la diferencia no es tan marcada en las franjas de edad más jóvenes. La mayor parte de las fracturas ocurren en los meses de primavera y verano, cuando las actividades al aire libre y los deportes aumentan el riesgo de caídas y traumatismos (55).

Se han realizado una serie de estudios en los cuales se han caracterizado las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos.

Setiawanto realizó un estudio que describe las características de las fracturas supracondíleas del húmero en pacientes pediátricos tratados en el Hospital Hasan Sadikin entre enero de 2012 y enero de 2022. Los resultados indican que la mayoría de las fracturas ocurrieron en niños de 8 a 9 años (48.5%) y que predominó el género masculino (85.4%). La mayoría de las fracturas fueron cerradas (95.8%) y un pequeño porcentaje (6.2%) recibió tratamiento retrasado o acudió a curanderos antes de la hospitalización. En cuanto a las complicaciones, se observaron fracturas negligidas en el 8.33% de los casos y parálisis nerviosa en un 2.08%. Estos hallazgos coinciden en su mayoría con otros estudios previos, aunque se registraron diferencias en las edades de mayor incidencia y en la frecuencia de tratamiento tardío. En conclusión, los niños de 8 a 9 años son los más susceptibles a las fracturas supracondíleas del húmero, y la mayoría de estos casos son fracturas cerradas tratadas con una estancia hospitalaria de 7 a 8 días (56).

Kitta y cols. realizaron un estudio que analizó la correlación entre la alineación radiológica y el resultado funcional en niños con fracturas desplazadas de fracturas supracondíleas del húmero (SCH) tratadas con fijación interna. Se incluyeron 30 casos, con una media de edad de 6.4 años y una mayor incidencia en niños de 5 a 6 años, siendo más frecuente la lesión en el brazo no dominante y en el lado izquierdo. La alineación radiológica se evaluó mediante el ángulo de Baumann, y el resultado funcional según los criterios de Flynn. Los resultados mostraron una correlación positiva significativa entre la alineación radiológica y el resultado funcional, destacando que una correcta alineación radiológica se asocia con mejores resultados funcionales tras la cirugía(57).

Setiawanto y cols. estudiaron en el Hospital Hasan Sadikin entre enero de 2012 y enero de 2022 las características de las fracturas supracondíleas del húmero en

pacientes pediátricos. La mayor incidencia se dio en niños de 8 a 9 años (48.5%), con predominancia en varones (85.4%). La mayoría de las fracturas fueron cerradas (95.8%), y un pequeño porcentaje recibió tratamiento tardío o acudió a curanderos antes de la hospitalización. Las complicaciones incluyeron fracturas negligidas y parálisis nerviosa. Los resultados destacan la importancia de una atención temprana, ya que la mayoría de los pacientes fueron tratados exitosamente con una estancia hospitalaria de 7 a 8 días. En conclusión, los niños de 8 a 9 años, especialmente los varones, son los más susceptibles a sufrir fracturas supracondíleas del húmero (58).

Bahaedini y cols. analizaron en un hospital terciario en Irán entre enero de 2017 y enero de 2022 1,309 casos de fracturas supracondíleas del húmero (FSH) en pacientes pediátricos, con una edad promedio de 7.7 ± 2.7 años, siendo la incidencia significativamente mayor en varones (1.8 veces más frecuentes). La mayoría de las fracturas fueron causadas por caídas (97%) y predominó el tipo de fractura en extensión (95.4%), siendo el tipo de Gartland I el más común (36.8%). El tratamiento conservador fue el más utilizado (60%), y las complicaciones concurrentes incluyeron fracturas asociadas y problemas neurovasculares en un pequeño porcentaje de los pacientes. Los resultados destacan la alta prevalencia de las FSH en la población pediátrica iraní y la importancia de una atención adecuada, especialmente en relación con las complicaciones neurovasculares(59).

Wu y cols. realizaron un estudio retrospectivo que evaluó las características demográficas y la distribución de las fracturas supracondíleas del húmero (FSH) en pacientes pediátricos en un hospital terciario del sur de China entre enero de 2016 y diciembre de 2018. Se revisaron 760 pacientes con 761 FSH, de los cuales el 59.6% eran varones y el 40.4% mujeres. La mayoría de las fracturas fueron de tipo extensión (98.3%) y ocurrieron principalmente en niños de 1 año y entre los 4 y 5 años. La caída fue el mecanismo traumático más frecuente (62.2%), y la mayoría de las fracturas se produjeron en el hogar (50.7%) durante el día, especialmente

entre las 11 a.m. y las 9 p.m. En cuanto a las complicaciones asociadas, se identificaron fracturas concurrentes, lesiones nerviosas, fracturas abiertas y síndrome compartimental en un pequeño porcentaje de los casos. El estudio resalta la alta incidencia de las FSH en niños pequeños, principalmente debido a caídas, lo que sugiere la necesidad de intervenciones educativas y preventivas en la región (60).

Pérez-Figueroa y cols. realizaron un estudio en la Ciudad de México para analizar los resultados de la técnica quirúrgica de colocación de agujas de Kirschner lateralmente versus de forma cruzada para el tratamiento de fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos. De 44 pacientes pediátricos incluidos, el 70% eran hombres y el 30% mujeres. Presentaron complicaciones nerviosas y angulares sin relación significativa con el sexo y la edad de los pacientes, siendo la afectación del nervio cubital la más frecuente, con un 33% en la colocación cruzada. Al realizar la comparación mediante análisis discriminante de variables encontraron que la colocación lateral se asoció menos complicaciones posquirúrgicas tempranas y tardías. Por lo que, recomendaron colocar de forma lateral las agujas Kirschner, independientemente del miembro afectado, la edad, el sexo o la clasificación, por ello se asocia con mejores resultados posquirúrgicos(61).

Finalmente, Barrón-Torres y cols. realizaron un estudio en un hospital general del Instituto Mexicano del Seguro Social en Yucatán, México, entre 2011 y 2013, analizó 56 casos de casos pediátricos de fracturas supracondíleas del húmero y encontraron que el tiempo transcurrido entre la lesión y el tratamiento médico afecta la duración de la estancia hospitalaria. El tratamiento quirúrgico fue necesario en el 78.6% de los casos, con una mayoría de reducciones abiertas (59.1%). Se observó que los varones tenían mayor probabilidad de sufrir fracturas por extensión (OR 5.6, $p = 0.03$). Las complicaciones fueron reportadas en 10 casos, lo que resalta la importancia de una atención médica temprana para prevenir secuelas(62).

No se encontraron estudios realizados en Hidalgo, ni en Pachuca similares al que se pretende realizar, que pudieran formar parte de los antecedentes científicos.

III. JUSTIFICACIÓN

Magnitud e impacto. Tanto en México como en el mundo, las fracturas supracondíleas de húmero representan aproximadamente el 60% de todas las fracturas de codo en niños y el 16% de todas las fracturas pediátricas, siendo más comunes entre los 5 y 7 años debido a caídas sobre el brazo extendido durante el juego. El manejo inadecuado de estas fracturas puede desencadenar complicaciones serias como el síndrome compartimental, lesiones neurovasculares, contracturas y deformidades permanentes que afectan la funcionalidad del miembro superior a largo plazo. Pocos estudios previos han evaluado la influencia de la edad en los resultados del tratamiento de las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos.

Trascendencia. Un análisis detallado de los casos de fracturas supracondíleas de húmero en niños permitirá no solo identificar patrones de presentación, sino también evaluar la efectividad de las distintas estrategias de tratamiento utilizadas pero en especial, nos podría ayudar a conocer si la edad es un factor asociado con los resultados clínicos. Esto contribuirá a optimizar los protocolos de tratamiento, logrando mejores resultados clínicos. Además, los hallazgos podrán servir como base para futuras investigaciones tanto estatales como nacionales, fomentando el desarrollo de guías de práctica clínica adaptadas a las características y necesidades de nuestra comunidad. En última instancia, este estudio de atención ayudará a fortalecer la calidad de la atención pediátrica y a mejorar la recuperación funcional de los pacientes afectados.

Factibilidad. El estudio es viable ya que se basa en la revisión de expedientes clínicos disponibles en el hospital. La institución atiende un volumen significativo de trauma pediátrico y cuenta con los recursos necesarios para la recolección y análisis de datos.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fracturas supracondíleas de húmero representan una de las lesiones más frecuentes del codo en la población pediátrica, especialmente en niños entre 5 y 7 años, siendo una causa común de ingreso hospitalario y manejo quirúrgico en los servicios de traumatología. Estas fracturas, si no se tratan de manera adecuada y oportuna, pueden derivar en complicaciones severas como maluniones, limitación funcional, deformidades angulares y lesiones neurovasculares.

Aunque, se han identificado algunos factores que influyen en la evolución y el pronóstico del tratamiento, se desconoce si la edad juega un papel importante en la respuesta al tratamiento.

Podría esperarse que los menores de 6 años presenten una recuperación funcional más rápida por la mayor capacidad de remodelación ósea, pero se desconoce si los resultados del tratamiento son distintos con respecto a los de mayor edad.

En el Hospital General de Pachuca, donde se atiende una gran cantidad de casos de fractura supracondílea de húmero en población pediátrica, no se cuenta con estudios previos que analicen si la edad influye significativamente en los resultados del tratamiento. Esta información es clave para optimizar estrategias terapéuticas, reducir complicaciones y mejorar la calidad de atención.

Por lo tanto, planteamos la siguiente:

IV.1 Pregunta de investigación

¿Cuales son los factores asociados a las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos de acuerdo al tratamiento quirúrgico versus conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021- diciembre 2024?

IV.2 HIPÓTESIS

Si existen diferencias en los resultados del tratamiento de fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos quienes recibieron manejo quirúrgico versus pacientes quienes recibieron tratamiento conservador del Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021- diciembre 2024.

No existen diferencias en los resultados del tratamiento de fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos quienes recibieron manejo quirúrgico versus pacientes quienes recibieron tratamiento conservador del Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021- diciembre 2024.

IV.3 Objetivo General

Determinar los factores asociados a las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos que recibieron tratamiento quirúrgico versus los que recibieron tratamiento conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.

IV.4 Objetivos específicos

1. Caracterizar a la población de estudio de acuerdo a sus variables sociodemográficas y clínicas en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.
2. Identificar pacientes quienes recibieron tratamiento quirúrgico versus los que recibieron tratamiento conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.
3. Evaluar las variables que caracterizan al tipo de fractura (clasificación de Gartland y Holmberg, limitación de arcos de movilidad, deformidades angulares, arresto fisario, necesidad de re intervención quirúrgica) en los grupos de paciente quienes recibieron tratamiento quirúrgico, versus

conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.

4. Comparar las variables de estudio en pacientes pediátricos quienes fueron atendidos en manera quirúrgica versus conservadora en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

V.1 Diseño de la investigación

Se realizó un estudio observacional, transversal, analítico, retrolectivo.

V.2 Análisis estadístico de la información

V.2.1. Análisis univariado

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.25 para el procesamiento de los datos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo.

Para las variables cualitativas [como sexo, clasificación de Gartland, Clasificación de Holmberg, lado afectado], el análisis descriptivo se realizó con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas [como edad], se estimaron media y desviación estándar. En caso de que las variables cuantitativas tengan una distribución no paramétrica, se utilizaron como estadísticos descriptivos la mediana y el rango intercuartilar.

V.2.2 Análisis bivariado

Para determinar si existieron diferencias en los resultados del tratamiento entre pacientes pediátricos con fractura supracondílea de húmero quienes recibieron tratamiento quirúrgico versus conservador en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024, se emplearon como pruebas inferenciales la Chi-cuadrada para el contraste de desenlaces como recuperación de rangos del movimiento y dolor residual, y la t de Student o U de Mann-Whitney

para el tiempo hasta la consolidación de la fractura. Un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

V.3 Ubicación espacio- temporal

V.3.1 Lugar

Hospital General de Pachuca.

V.3.2 Tiempo

El estudio se llevó a cabo con información del periodo enero 2021 - diciembre 2024.

V.3.4 Persona

Expedientes de pacientes pediátricos de 0 a 16 años, que fueron atendidos por presentar fracturas supracondíleas de húmero y quienes recibieron tratamiento quirúrgico versus conservador en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024

V.4 Selección de la población de estudio

V.4.1 Criterios de inclusión

- Expedientes de pacientes pediátricos de 0 a 16 años, de ambos sexos.
- Con diagnóstico de fractura supracondílea de húmero
- Que fueron atendidos en el servicio de urgencias por presentar fracturas supracondíleas de humero distal en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 - diciembre 2024.
- Con tratamiento quirúrgico o conservado

V.4.2 Criterios de exclusión

- Expedientes de pacientes con cirugía realizada en otra unidad que fueron referidos a nuestro hospital.

V.4.3 Criterios de eliminación

- Expedientes de pacientes con información incompleta incluyendo: variables demográficas, mecanismo de lesión, clasificación de Gartland, Clasificación de Holmberg, lado afectado, tipo de tratamiento realizado, lesiones asociadas, y necesidad de reintervención.

V.5 Determinación del tamaño de muestra y muestreo

V.5.1 Tamaño de la muestra

Se realizó un censo de acuerdo a los registros internos de los pacientes que fueron valorados por el servicio de Traumatología y Ortopedia y que recibieron tratamiento por presentar fracturas supracondíleas de humero distal durante el periodo enero 2021 – diciembre 2024, siendo estos 162 pacientes.

V.5.2 Muestreo

No se realizará un muestreo ya que se trabajará con toda la población identificada mediante la realización del censo.

VI. ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación se someterá a evaluación por el Comité de Investigación y por el Comité de Ética en investigación del Hospital General de Pachuca para su valoración y aceptación.

Este estudio se realizará en seres humanos y prevalecerá el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos considerando el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, ya que esta investigación se califica **sin riesgo** puesto que se obtendrá la información de los expedientes o registros clínicos y es por tanto un estudio retrospectivo.

Este proyecto también se apega a los siguientes documentos y declaraciones:

-Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humano, adaptada por la 8° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964. Así como a la última enmienda hecha por la última en la Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo a lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

-Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial que vincula al médico con la necesidad de “velar solícitamente y ante todo por la salud del paciente”.

-Código de Nuremberg. Que en su primera disposición señala “es absolutamente esencial el consentimiento informado o voluntario del sujeto humano”. Aquí lo llevaremos a cabo al obtener el consentimiento informado de los sujetos de estudio quienes aceptan participar de forma libre, sin presiones y de igual forma pueden retirarse cuando así lo decidan.

No se expondrá a riesgos ni daños innecesarios al participante y se requerirá firma de carta de consentimiento informado para incluir al paciente en el estudio. Para obtener el consentimiento, se explicará al paciente en qué consiste el estudio, los riesgos y beneficios de participar, así como el objetivo y justificación del estudio. De la misma manera, se le mencionará que no habrá repercusión negativa alguna en caso de que no quiera participar.

Habrá completo respeto de los principios bioéticos de Beauchamp y Childress, que incluyen: respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia.

- La autonomía tiene que ver con el respeto a la autodecisión, autodeterminación, al respecto de la privacidad de los pacientes y a proteger

la confidencial de los datos. Dado que nuestro estudio es retrospectivo solo aplican algunos aspectos de autonomía.

- El principio de beneficencia aplica para nuestro estudio dado que, aunque es un estudio retrospectivo consiste en prevenir el daño, eliminar el daño o hacer el bien a otros.
- El principio de no maleficencia consiste, la obligación de no infringir daño intencionadamente, no causar dolor o sufrimiento, no matar, ni incapacitar, no ofender y en no dañar sus intereses. Por ser este un estudio retrospectivo, no se afecta el principio de no maleficencia.
- Con respecto de principio de justicia, que consiste en «dar a cada uno lo suyo», es decir a dar el tratamiento equitativo y apropiado a la luz de lo que es debido a una persona, de forma imparcial, equitativa y apropiada, este estudio es a partir de expedientes, y todos pacientes podrán ser incluidos con la misma probabilidad.

Se hará uso correcto de los datos y se mantendrá absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 5.4, 5.5 y 5.7).

VII. RECURSOS HUMANOS, FÍSICOS Y FINANCIEROS

VII.1. Recursos humanos

- Investigador principal: M.C. Juan Antonio Marín Vázquez
- Director del trabajo terminal: M.C. Esp José Alberto Méndez Aguilar
- Co-Director del trabajo terminal: Mtro. en Epidemiología Juan Francisco Martínez Campos.

VII.2. Recursos físicos

- Se requiere de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.
- Se necesita computadora con licencia de SPSS v.26, Word y Excel.

VII.3. Recursos financieros

El costo financiero estimado es el siguiente, y será proporcionado por los investigadores.

| Concepto | Costo |
|------------------------|----------|
| Papelería, impresiones | \$3,000 |
| Computadora, internet | \$20,000 |
| Total | \$23,000 |

VIII. RESULTADOS

En este estudio se incluyeron un total de 162 pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero que fueron tratados en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021- diciembre 2024. Los pacientes se dividieron en dos grupos: pacientes tratados de forma quirúrgica (n=139, 85.8%) versus pacientes con tratamiento conservador (n=23, 14.2%).

En el análisis, inicialmente se comparó entre el grupo de tratamiento conservador vs tratamiento quirúrgico, el perfil demográfico de los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero y el mecanismo de lesión. La edad media de los pacientes fue de 7.61 ± 2.64 vs 8.33 ± 3.16 años ($p=0.300$). El 39.1% vs 37.4% eran mujeres y el 60.9% vs 62.6% hombres ($p=1.000$). El mecanismo de lesión fue contusión directa en el 43.5% vs 7.2% y carga axial en el 56.5% vs 92.8%, lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$). Estos datos se muestran en la Tabla 1. Además, el 54.9% de los pacientes eran mayores de 6 años y 45.1% menores de 6 años [Tabla 1].

Tabla 1. Comparación entre grupos del perfil demográfico de los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero y el mecanismo de lesión en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 (n=162).

| | Tratamiento conservador (n=23) | Tratamiento quirúrgico (n=139) | Valor de p |
|----------------------------------|---|---|-------------------|
| Edad (años), media±DE | 7.61±2.64 | 8.33±3.16 | 0.300 |
| Sexo, n(%) | | | |
| Femenino | 9(39.1) | 52(37.4) | 1.000 |
| Masculino | 14(60.9) | 87(62.6) | |
| Mecanismo de lesión, n(%) | | | |
| Contusión directa | 10(43.5) | 10(7.2) | <0.001 |
| Carga axial | 13(56.5) | 129(92.8) | |

Posteriormente, se comparó clasificación de Gartland, la clasificación de Holmberg y el lado afectado de los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero con tratamiento conservador vs quirúrgico. El lado afectado fue el derecho en el 34.8% vs 44.6% y el izquierdo en el 65.2% vs 55.4% ($p=0.497$). La clasificación de Gartland fue I en el 43.5% vs 0.0%, II en el 56.5% vs 9.4%, III en el 0.0% vs 81.3% y IV en el 0.0% vs 9.4%, lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$). La clasificación de Holmberg fue I en el 47.8% vs 0.0%, II en el 30.4% vs 5.0%, III en el 0.0% vs 20.9% y IV en el 21.7% vs 74.1%, lo cual también tuvo significancia estadística ($p<0.001$) [Tabla 2].

Tabla 2. Comparación entre grupos de la clasificación de Gartland, la clasificación de Holmberg y el lado afectado de los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 (n=162).

| | Tratamiento conservador (n=23) | Tratamiento quirúrgico (n=139) | Valor de p |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Lado afectado, n(%) | | | |
| Derecho | 8(34.8) | 62(44.6) | 0.497 |
| Izquierdo | 15(65.2) | 77(55.4) | |
| Clasificación de Gartland, n(%) | | | |
| I | 10(43.5) | 0(0.0) | <0.001 |
| II | 13(56.5) | 13(9.4) | |
| III | 0(0.0) | 113(81.3) | |
| IV | 0(0.0) | 13(9.4) | |
| Clasificación de Holmberg, n(%) | | | |
| I | 11(47.8) | 0(0.0) | <0.001 |
| II | 7(30.4) | 7(5.0) | |
| III | 0(0.0) | 29(20.9) | |
| IV | 5(21.7) | 103(74.1) | |

Las lesiones asociadas encontradas en el grupo de tratamiento conservador vs quirúrgico fueron fractura de olecranon en el 0.0% vs 16.7%, fractura de radio en el 0.0% vs 50.0% y fractura de radio y cubito en el 0.0% vs 33.3%. El 100.0% de los pacientes en el tratamiento conservador no tuvo ninguna lesión asociada, mientras que los del tratamiento quirúrgico todos tuvieron alguna lesión [Tabla 3].

Tabla 3. Comparación entre grupos de las lesiones asociadas de los pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 (n=162).

| | Tratamiento conservador (n=23) | Tratamiento quirúrgico (n=139) | Valor de p |
|-----------------------------------|---|---|-------------------|
| Lesiones asociadas, n(%) | | | |
| Fractura de olecranon | 0(0.0) | 2(16.7) | - |
| Fractura de radio | 0(0.0) | 6(50.0) | |
| Fractura de radio y cubito | 0(0.0) | 4(33.3) | |
| Ninguna | 23(100.0) | 0(0.0) | |

Por otro lado, se comparó el tiempo hasta la consolidación, la tasa de recuperación de los rangos del movimiento a la última evaluación y la tasa de dolor residual en el grupo de tratamiento conservador vs quirúrgico. El tiempo hasta la consolidación fue de 6.26 ± 0.75 en el grupo de tratamiento conservador y de 6.15 ± 0.66 en el grupo de tratamiento quirúrgico ($p=0.469$), como se observa en la Figura 3. La tasa de recuperación de los rangos de movimiento a la última evaluación fue completa en el 39.1% vs 85.6%, parcial en el 21.7% vs 11.5% y limitado en el 39.1% vs 2.9%, lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p<0.001$) [Figura 4]. La tasa de dolor residual fue del 39.1% vs 7.2%, respectivamente, lo cual también fue estadísticamente significativo ($p<0.001$), como se muestra en la Figura 5.

Figura 1. Comparación entre grupos de tiempo hasta la consolidación en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 ($p=0.469$).

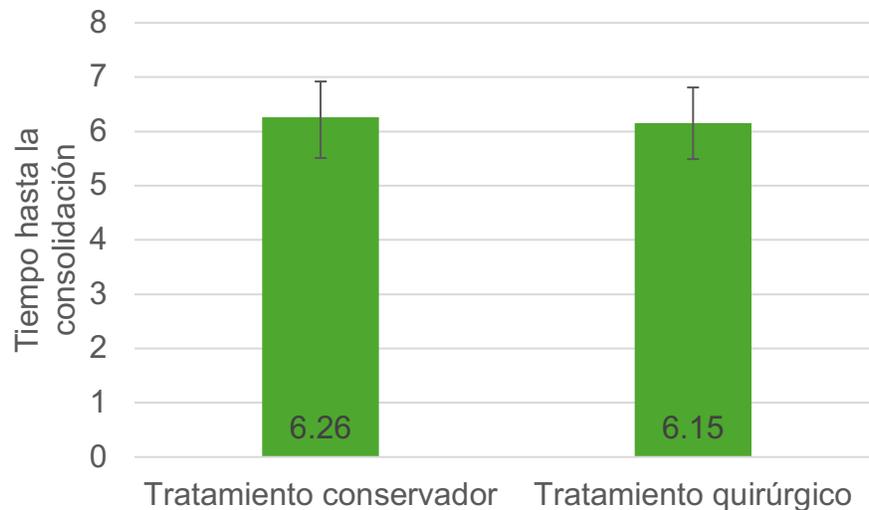


Figura 1. Tasa de recuperación de los rangos del movimiento a la última evaluación en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 ($p<0.001$).

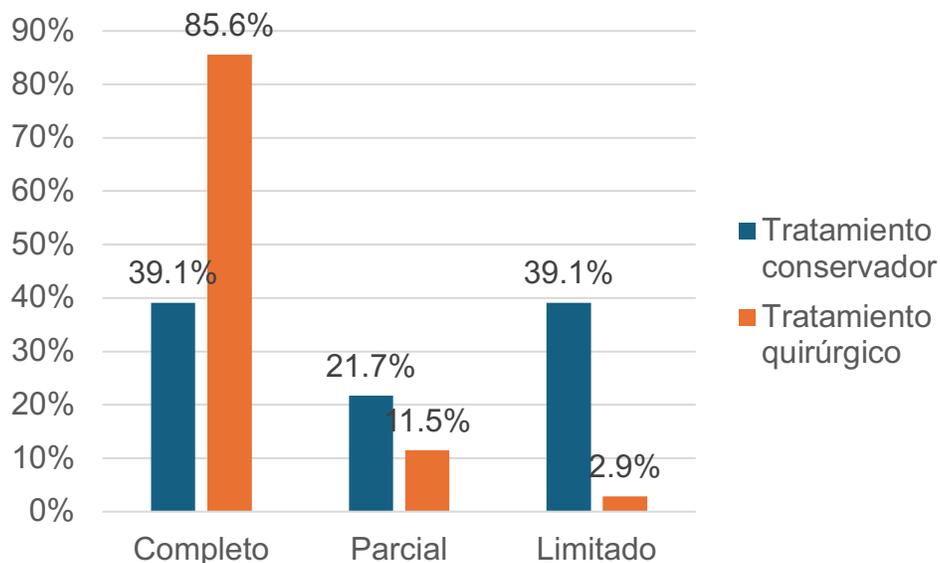
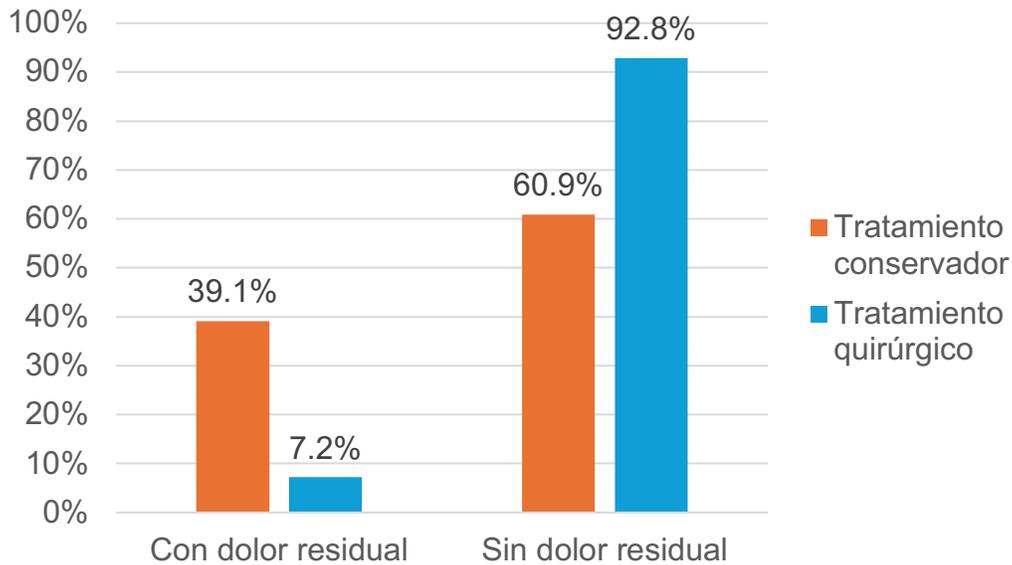


Figura 2. Tasa de dolor residual en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 ($p < 0.001$).



Finalmente, se compararon las complicaciones y la necesidad de reintervención entre los grupos de tratamiento conservador vs quirúrgico. El 65.2% vs 97.1% no tuvieron ninguna complicación mientras que el 34.8% vs 2.9% tuvieron deformidad angular, lo cual tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) [Figura 6]. El 36.4% vs 2.9% tuvieron necesidad de reintervención, lo cual también fue estadísticamente significativo ($p < 0.001$), como se muestra en la Figura 7.

Figura 6. Comparación de las complicaciones entre los grupos de pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 ($p < 0.001$).

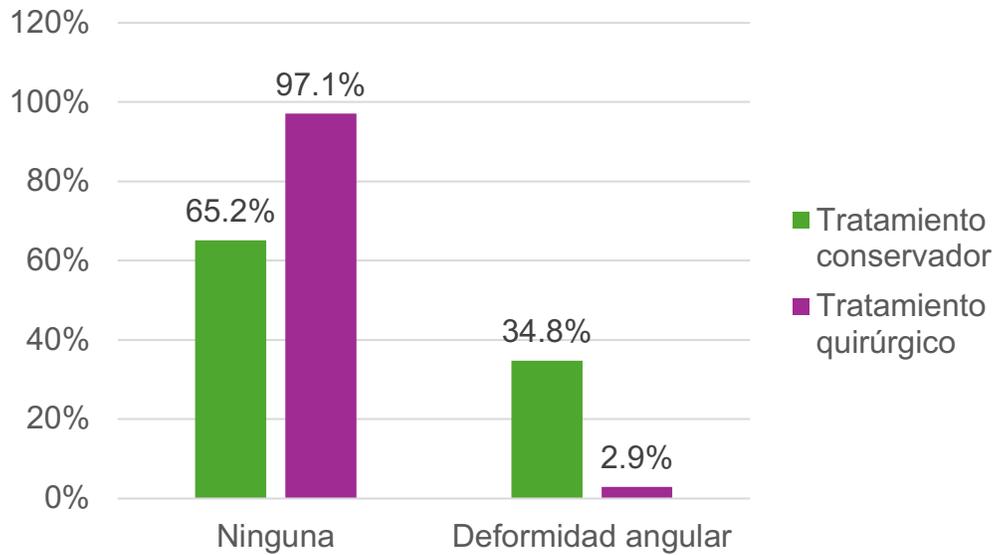
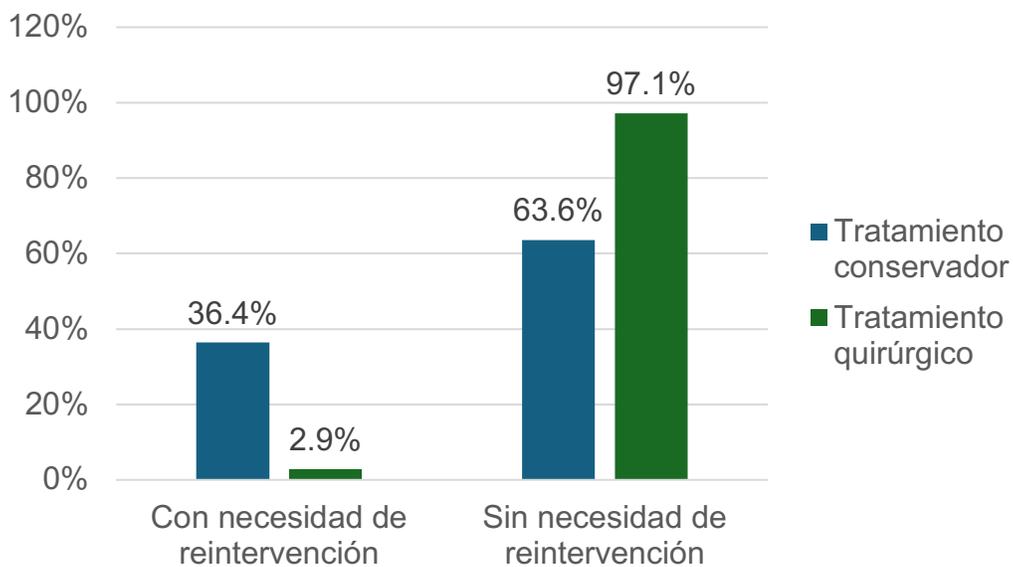


Figura 7. Necesidad de reintervención entre grupos de pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas de húmero en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024 ($p < 0.001$).



IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman patrones epidemiológicos previamente descritos en la literatura. La distribución por edad muestra que el 54.9% de los casos correspondió a pacientes mayores de 6 años, lo cual es consistente con el estudio de Garner et al(63), quienes reportan un pico de incidencia entre los 6-8 años de edad. Donaldson et al(64), lo relacionan con el aumento de la actividad física y deportiva en esta edad, así como con el desarrollo de patrones de juego más complejos que incrementan el riesgo de caídas.

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el sexo entre grupos lo que, es esperado como comentan Moreira et al en su estudio de 2023 (65), ya que ambos sexos pueden ser afectados por igual dado que tanto niños como niñas tienen importante actividad exploratoria y riesgo de caídas, y una participación similar en actividades deportivas organizadas.

El mecanismo de lesión por carga axial fue predominante en los tratados quirúrgicamente (92.8% versus 56.5%). Este patrón sugiere que, el mecanismo fisiopatológico fundamental de las fracturas supracondíleas de húmero es la carga axial tal como comentan Mulpuri et al(16) en su estudio de 2012, y el estudio de Alton et al en su guía de clasificación de fracturas supracondíleas(18) y retomado por Cinteán et al en su estudio de epidemiología, patrones y mecanismos del trauma pediátrico del 2022(13), pero además, la carga axial está relacionada con mayor severidad de la fractura, de hecho, 90% o más de los pacientes tratados quirúrgicamente tuvieron clasificaciones de Gartland y Holmberg III o IV, comparado con menos del 20% en los tratados de forma conservadora. esto es esperado dado que las fracturas tipo I y II frecuentemente se manejan de forma conservadora y ambulatoria y son las grado III o IV las que requieren manejo quirúrgico tal como Alton et al nos indica en su estudio de clasificación de fracturas supracondíleas en 2014(18). Las guías de manejo actuales que recomiendan reducción cerrada y

fijación percutánea con alambres de Kirschner para fracturas tipo III o IV de Gartland, lo cual concuerda con lo mencionado por el estudio de Marson et al de 2012(15).

Por otro lado, no ocurrieron lesiones asociadas en los pacientes tratados conservadoramente, pero si en los tratados quirúrgicamente, en los cuales la lesión más asociada más común fue la fractura de radio sola o combinada con fractura de cúbito; y algunos pacientes tuvieron fractura de olecranon. Esto coincide con lo establecido y reportado por Larkin et al en su meta análisis de 2020(33) dado que las fracturas supracondíleas suelen ocurrir aisladas en los traumas de baja energía, pero en los de alta energía ocurren concomitantemente lesiones como fracturas de radio y cubito por la alta energía en sí misma o por el intento de protección durante la caída.

No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de consolidación entre grupos (6.26 ± 0.75 vs 6.15 ± 0.66 semanas), lo que podría indicar que ambos grupos fueron tratados correctamente, y que aunque la fractura sea más severa, una adecuada intervención quirúrgica ayudará a que la consolidación ósea sea adecuada. Sin embargo, los pacientes tratados quirúrgicamente tuvieron una recuperación mayor de los rangos del movimiento a la última evaluación comparado con los tratados conservadoramente y tuvieron menor tasa de dolor residual, lo cual se enfatiza en el trabajo de Beyer et al de 2024(37) sobre la importancia del tratamiento quirúrgico oportuno de las fracturas.

El tiempo para la consolidación ósea es similar al reportado en la literatura por Azzolin et al en 2018(39) para este tipo de fracturas y es más rápido que el tiempo de consolidación en adultos dado que los niños tienen mayor actividad osteoblástica, mejor vascularización del hueso en crecimiento, mayor proporción de hueso esponjoso y mayor capacidad de remodelación tal como menciona Bigham-Sadegh en su estudio de 2014(42). Estos factores son particularmente relevantes

en la región supracondílea, donde la metáfisis distal del húmero presenta características anatómicas que favorecen la consolidación.

Las diferencias la recuperación completa del rango de movimiento distintas entre grupos (85.6% vs 39.1%) es un hallazgo importante que sugiere que el tipo de tratamiento y o la severidad de la fractura son factores determinantes en el pronóstico funcional de los pacientes. Este resultado es consistente con estudios previos como el de Zaidman et al en 2023(20) de pacientes con fracturas supracondíleas de húmero en población pediátrica. Esta explicación es consistente también con la mayor tasa de dolor residual en los tratados conservadoramente que de forma quirúrgica (39.1 vs 7.2%). Esto es consistente con reportes previos como los de Tomaszewski et al(23) donde se han reportado mejores resultados funcionales del tratamiento quirúrgico que del conservador para algunas fracturas supracondíleas de húmero.

Por otro lado, las complicaciones fueron más frecuentes en los tratados de forma conservadoras (34.8% vs 2.9%), siendo la deformidad angular la única complicación reportada. Holgado et al(19) mencionan que esta tasa de complicaciones refleja la efectividad del tratamiento quirúrgico y el manejo apropiado de estas fracturas por lo que nuestro estudio concuerda con dicha premisa. La ausencia de complicaciones neurovasculares entre nuestros pacientes es notable considerando que estas representan las complicaciones más temidas en fracturas supracondíleas de húmero y que se autores como Lyons et al en el 2000(26) reportaron en 3.2-14.3% de los pacientes.

Ahora bien, la tasa de reintervención fue significativamente mayor en los pacientes (36.4% vs 2.9%) que indica que el tratamiento quirúrgico fue efectivo en la mayoría de los casos, pero el conservador no fue efectivo en una tercera parte de los pacientes. Una vez más, esto demuestra superioridad del tratamiento quirúrgico que del conservador, tal como comentaron Hannah et al en 2017, esto posiblemente en

parte debido a que la reducción y alineación de la fractura es más controlada en los cirugías que en el manejo conservador, a pesar de que en la cirugía se emplea material de osteosíntesis y ello incrementa el riesgo de algunas complicaciones como las infecciones que dan origen a la necesidad de reintervención.

Por otro lado, es importante considerar las limitaciones del estudio, incluyendo su naturaleza retrospectiva y el ser un estudio unicéntrico. Futuros estudios prospectivos con seguimiento a largo plazo podrían proporcionar información adicional sobre el pronóstico funcional a largo plazo y la incidencia de complicaciones tardías.

X. CONCLUSIONES

Este estudio demuestra que el tratamiento quirúrgico de fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos ofrece ventajas clínicas sustanciales comparado con el manejo conservador.

La diferencia más notable se observó en una mayor recuperación funcional completa (quirúrgico 85.6% vs conservador 39.1%) y menor incidencia de dolor residual (quirúrgico 7.2% vs conservador 39.1%). Además, las complicaciones fueron cinco veces menos frecuente en el grupo tratado quirúrgicamente (2.9% vs conservador 34.8%), así como menor necesidad de reintervención (quirúrgico 2.9% vs conservador 36.4%).

Estos hallazgos sugieren que el tratamiento quirúrgico, especialmente en fracturas de mayor severidad según clasificaciones de Gartland III-IV y Holmberg III-IV, proporciona resultados funcionales superiores y menor morbilidad a largo plazo, estableciendo al manejo quirúrgico como el estándar de atención en fracturas supracondíleas desplazadas en población pediátrica.

XI. RECOMENDACIONES

Durante la realización del presente trabajo de investigación, se encontraron con ciertas dificultades metodológicas, por lo que para investigaciones posteriores se puede considerar como una primera recomendación completar una buena metodología diagnóstica con las proyecciones radiográficas adecuadas en forma y calidad para una adecuada clasificación de estas, también se recomienda darle seguimiento mas estrecho a pacientes atendidos tanto quirúrgicamente y mas aun a los que recibieron tratamiento conservador, ya que en muchas ocasiones, los padres abandonan los cuidados antes de la orden médica y no se les da un adecuado seguimiento a largo plazo.

A su vez se podría a futuro incluir cualquier tipo de factor asociado en las notas médicas de la consulta externa para darle seguimiento oportuno y adecuado a cualquier complicación detectada en los pacientes y para a futuro contar con datos de más fácil acceso a la hora de recabar los datos necesarios para su estudio.

XII. ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza,
Capacitación e Investigación
Departamento de Investigación



Comparación de características asociadas a fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos tratadas de forma quirúrgica versus tratamiento conservador en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024

No. folio: _____ Edad: _____ años

| | |
|--|---|
| <p>Sexo (1) Masculino (2) Femenino</p> <p>Mecanismo de lesión (1) Carga axial (2) Contusión directa</p> <p>Clasificación de Gartland (1) Tipo I (2) Tipo II (3) Tipo III (4) Tipo IV</p> <p>Clasificación de Holmberg (1) Tipo I (2) Tipo II (3) Tipo III</p> <p>Lado afectado (1) Derecho (2) Izquierdo</p> <p>Tipo de tratamiento realizado (1) Conservador (2) Quirúrgico</p> | <p>Tiempo hasta la consolidación (1) ____ semanas</p> <p>Lado afectado (1) izquierdo (2) Derecho</p> <p>Lesiones asociadas (1) Fractura de radio (2) Luxación de codo (3) Lesión de partes blandas (4) Ninguna</p> <p>Recuperación de los rangos del movimiento a la última evaluación (1) Completa (2) Parcial (3) Limitada</p> <p>Dolor residual (1) Sí (2) No</p> |
|--|---|

| | |
|--|--|
| | <p>Complicaciones</p> <ul style="list-style-type: none">(1) Ninguna(2) Arresto fisiario(3) Deformidades angulares(4) Infección <p>Necesidad de reintervención</p> <ul style="list-style-type: none">(1) Sí(2) No |
|--|--|

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO

**Secretaría de Salud de Hidalgo
Hospital General de Pachuca
Subdirección de Enseñanza,
Capacitación e Investigación
Departamento de Investigación**



Factores asociados a fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos tratadas de forma quirúrgica versus tratamiento conservador en el Hospital General Pachuca durante el periodo de enero 2021 - diciembre 2024

Consentimiento Informado

Yo _____
con teléfono _____ declaro que he sido informado e invitado a participar en una investigación científica que cuenta con el respaldo y financiamiento de Servicio de Traumatología y ortopedia del Hospital General de Pachuca.

Entiendo que este estudio tiene como objetivo: Determinar los factores asociados a las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos que recibieron tratamiento quirúrgico versus los que recibieron tratamiento conservador en el Hospital General de Pachuca en el periodo enero 2021 – diciembre 2024 y sé que mi participación se llevará a cabo en autorizar la utilización de los datos contenidos en el expediente clínico, para determinar las complicaciones estos datos serán generados durante la hospitalización posterior a la cirugía y durante el seguimiento por consulta externa.

Su participación en la investigación no representará ningún tipo de riesgo para su bienestar, ya que no se aplicarán intervenciones, ni se alterará ningún aspecto relacionado con su salud o la evaluación de su recuperación. Su participación contribuye a un mayor conocimiento de los factores que pueden predecir una recuperación funcional después de una cirugía de húmero distal. En este estudio se garantiza la confidencialidad para cada uno de los pacientes, al mismo tiempo que la información obtenida será tratada con fines exclusivamente académicos y sólo será manipulada por el investigador principal y ciertos colaboradores. Cuando se reporten los datos para su publicación científica o exposición en congresos académicos, los participantes permanecerán anónimos. Por último, se asegura el principio de autonomía del paciente, considerando para su existencia tres requisitos básicos para su validez: libertad de decisión, explicación suficiente y competencia para decidir.

Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la sociedad

dada la investigación que se está llevando a cabo. Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí. Sí. Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia del presente documento. Si tiene alguna pregunta durante cualquier etapa del estudio puede comunicarse con Dr. Juan Antonio Marín Vázquez, tel.: 771 139 99 46; o con el presidente del Comité de Ética en Investigación. Dra. Maricela Soto Ríos tel. 7717134649

Firma 1er testigo _____

Firma 2do testigo _____

XIII. REFERENCIAS

1. Bounds EJ, Frane N, Jajou L, Weishuhn LJ, Kok SJ. Humeral Shaft Fractures. *Orthopedic Trauma Call for the Attending Surgeon*. 2023 Dec 13;121–30.
2. Hart NH, Nimphius S, Rantalainen T, Ireland A, Siafarikas A, Newton RU. Mechanical basis of bone strength: influence of bone material, bone structure and muscle action. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2017 Sep 1;17(3):114.
3. Kumar V, Singh A. Fracture Supracondylar Humerus: A Review. *J Clin Diagn Res*. 2016 Dec 1;10(12):RE01.
4. Murphy A. Paediatric elbow anatomy (illustrations). *Radiopaedia.org* [Internet]. 2022 Feb 8 [cited 2024 Dec 16]; Available from: <https://radiopaedia.org/cases/paediatric-elbow-anatomy-illustrations>
5. Levine MA. Assessing bone health in children and adolescents. *Indian J Endocrinol Metab*. 2012;16(Suppl 2):S205.
6. Handoll HHG, Elliott J, Thillemann TM, Aluko P, Brorson S. Interventions for treating proximal humeral fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022 Jun 21;2022(6):CD000434.
7. Chin K, Hussain S, Mazis G, Arya A. Clinical anatomy and biomechanics of the elbow. *J Clin Orthop Trauma*. 2021 Sep;20:101485.
8. Cornu C, Goubel F. Musculo-tendinous and joint elastic characteristics during elbow flexion in children. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001;16(9):758–64.
9. Micheloni GM, Novi M, Leigheb M, Giorgini A, Porcellini G, Tarallo L. Supracondylar fractures in children: management and treatment. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*. 2021 Jul 26;92(Suppl 3):e2021015.
10. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *EFORT Open Rev*. 2018 Oct 1;3(10):526.
11. Shah M, Agashe MV. Supracondylar Humerus Fractures: Classification Based Treatment Algorithms. *Indian J Orthop*. 2020 Feb 1;55(1):68.
12. Liman MNP, Avva U, Ashurst J V., Butarbutar JC. Elbow Trauma. *Selected References in Trauma and Orthopaedics*. 2024 Apr 19;165–71.
13. Cintean R, Eickhoff A, Zieger J, Gebhard F, Schütze K. Epidemiology, patterns, and mechanisms of pediatric trauma: a review of 12,508 patients. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2022 Feb 1;49(1):451.
14. Körner D, Laux F, Stöckle U, Gonser C. Factors influencing the complication rate in pediatric supracondylar humerus fractures. *Orthop Rev (Pavia)*. 2019 May 23;11(2):7949.
15. Marson BA, Craxford S, Price KR, Ollivere BJ. Interventions for treating supracondylar elbow fractures in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 May 20;2020(5):CD013609.
16. Mulpuri K, Wilkins K. The treatment of displaced supracondylar humerus fractures: Evidence-based guideline. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012 Sep;32(SUPPL. 2).
17. Brar R, Skaggs D, Sabharwal S. *Supracondylar Humerus Fractures. Evidence-Based Orthopedics: Second Edition*. 2023 Aug 4;1053–9.

18. Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications In Brief: The Gartland Classification of Supracondylar Humerus Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2014 Feb 1;473(2):738.
19. Holgado Moreno E, Tomé-Bermejo F, Ruiz Micó N. Open reduction and internal fixation of pediatric humeral supracondylar fractures. Ten-year follow-up. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition).* 2012 Sep 1;56(5):361–8.
20. Zaidman M, Eidelman M, Abu-Dalu K, Kotlarsky P. Pediatric Supracondylar Fracture of the Humerus with Sideward Displacement. *Surgical Techniques Development* 2023, Vol 12, Pages 107-118. 2023 Jun 30;12(3):107–18.
21. Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 Nov 1;474(11):2531.
22. Tomaszewski R, Pethe K, Kler J, Rutz E, Mayr J, Dajka J. Supracondylar Fractures of the Humerus: Association of Neurovascular Lesions with Degree of Fracture Displacement in Children-A Retrospective Study. *Children (Basel).* 2022 Mar 1;9(3).
23. Tomaszewski R, Dajka J. Procrustes analysis of a shape of pediatric supracondylar humerus fractures. *Scientific Reports* 2024 14:1. 2024 Jun 10;14(1):1–9.
24. El-Tallawy SN, Nalamasu R, Salem GI, LeQuang JAK, Pergolizzi J V., Christo PJ. Management of Musculoskeletal Pain: An Update with Emphasis on Chronic Musculoskeletal Pain. *Pain Ther.* 2021 Jun 1;10(1):181.
25. Maraghelli D, Brandi ML, Matucci Cerinic M, Peired AJ, Colagrande S. Edema-like marrow signal intensity: a narrative review with a pictorial essay. *Skeletal Radiol.* 2020 Apr 1;50(4):645.
26. Lyons ST, Quinn M, Stanitski CL. Neurovascular injuries in type III humeral supracondylar fractures in children. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;376(376):62–7.
27. Usman R, Jamil M, Hashmi JS. Management of Arterial Injury in Children with Supracondylar Fracture of the Humerus and a Pulseless Hand. *Ann Vasc Dis.* 2017;10(4):402.
28. Yao W, Wang Y, Zhao X, He M, Wang Q, Liu H, et al. Automatic diagnosis of pediatric supracondylar humerus fractures using radiomics-based machine learning. *Medicine.* 2024 Jun 7;103(23):e38503.
29. O'Dwyer H, O'Sullivan P, Fitzgerald D, Lee MJ, McGrath F, Logan PM. The fat pad sign following elbow trauma in adults: Its usefulness and reliability in suspecting occult fracture. *J Comput Assist Tomogr.* 2004;28(4):562–5.
30. Samelis P V, Papagrigrakis E, Ellinas S. Role of the Posterior Fat Pad Sign in Treating Displaced Extension Type Supracondylar Fractures of the Pediatric Elbow Using the Blount Method. *Cureus.* 2019 Oct 29;11(10).
31. Mallee WH, Wang J, Poolman RW, Kloen P, Maas M, de Vet HCW, et al. Computed tomography versus magnetic resonance imaging versus bone scintigraphy for clinically suspected scaphoid fractures in patients with negative plain radiographs. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Jun 5;2015(6):CD010023.
32. Mathews AL, Chung KC. Management of Complications of Distal Radius Fractures. *Hand Clin.* 2015 May 1;31(2):205.

33. Larkin CJ, Abecassis ZA, Yerneni K, Nistal DA, Karras CL, Greg Frankel H, et al. Surgical versus conservative treatment of unilateral subaxial non-subluxed facet fractures: A systematic review and meta-analysis. *Clin Neurol Neurosurg*. 2020 Dec 1;199:106280.
34. Ekanayake C, Gamage JCPH, Mendis P, Weerasinghe P. Revolution in orthopedic immobilization materials: A comprehensive review. *Heliyon*. 2023 Mar 1;9(3):e13640.
35. Hannah A, Helm R. A technique for K-wire assisted closed reduction and percutaneous screw fixation of phalangeal fractures. *Ann R Coll Surg Engl*. 2017 May 1;100(5):419.
36. Karantana A, Handoll HHG, Sabouni A. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Feb 7;2020(2):CD006080.
37. Beyer F, Oppermann J, Prasse T, Müller LP, Eysel P, Bredow J. How Preoperative Closed Reduction and Time to Surgery Impact Postoperative Palmar Inclination in Distal Radius Fractures. *J Clin Med*. 2024 Apr 1;13(8):2316.
38. Bašković M, Pešorda D, Zaninović L, Hasandić D, Lohman Vuga K, Pogorelić Z. Management of Pediatric Elbow Fractures and Dislocations. *Children*. 2024 Aug 1;11(8):906.
39. Azzolin L, Angelliaume A, Harper L, Lalioui A, Delgove A, Lefèvre Y. Optimal postoperative immobilisation for supracondylar humeral fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018 Sep 1;104(5):645–9.
40. Patil AR, Patil DS, Jagzape M V. Physiotherapy Rehabilitation in an Infected Non-union Shaft of Femur Repair Patient: A Case Report. *Cureus*. 2023 Dec 19;15(12):e50786.
41. Samaila EM, Auregli L, Pezzè L, Colò G, Magnan B. Medium-term clinical results in the treatment of supracondylar humeral fractures in children: does the surgical approach impact outcomes? *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2024 Dec 1;25(1):1–10.
42. Bigham-Sadegh A, Oryan A. Basic concepts regarding fracture healing and the current options and future directions in managing bone fractures. *Int Wound J*. 2014 Jun 1;12(3):238.
43. Mirza TM, Taqi M. Volkmann Contracture. *Encyclopedia of Sports Medicine*. 2023 May 8;
44. Stevanovic M, Sharpe FE. Refinements in the Treatment of Volkmann Ischemic Contracture of the Forearm: A Thematic Review. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2024 Feb 23;12(2):e5532.
45. Celli A, De Crescenzo A, Abate B, Pederzini LA. Causes, symptoms, and treatments of nerve entrapments around the elbow: Current concepts. *Journal of ISAKOS*. 2024 Apr 1;9(2):240–9.
46. Ulnar and median nerve lesions [Internet]. [cited 2024 Dec 16]. Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/further-reading/hand-ulnar-and-median-nerve-lesions>
47. Singaram S, Naidoo M. The physical, psychological and social impact of long bone fractures on adults: A review. *Afr J Prim Health Care Fam Med*. 2019;11(1):1908.

48. Carlson SC, Rosman MA. Cubitus Varus. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2023 Aug 14;2(2):199–201.
49. Isa AD, Furey A, Stone C. Functional outcome of supracondylar elbow fractures in children: a 3- to 5-year follow-up. *Canadian Journal of Surgery*. 2014;57(4):241.
50. Marsell R, Einhorn TA. THE BIOLOGY OF FRACTURE HEALING. *Injury*. 2011;42(6):551.
51. Celli A, Prandini M, Cheli A, Pederzini LA. Elbow stiffness: Arthritis and heterotopic ossification. *Journal of ISAKOS*. 2024 Feb 1;9(1):103–14.
52. Purcell D, Terry BA, Sharp BR. Acute Compartment Syndrome. *Emergency Orthopedics Handbook*. 2023 Jan 16;79–85.
53. Ausó-Pérez JR, Rodríguez-Blanes GM. Comprehensive Analysis of Pediatric Supracondylar Fractures in the Emergency Department; A Single Center Experience. *Bull Emerg Trauma*. 2020 Jul;8(3):142.
54. Oa CZ, Fg MR, Lc MR, Anaya-Morales A, González-Gijón II, Or, et al. Complications of supracondylar humeral fractures in children. *Acta Ortop Mex*. 2020;34(2):91–5.
55. Librizzi CL, Klyce W, Ibaseta A, Shannon C, Lee RJ, Roever. L. Sex-based differences in pediatric supracondylar humerus fractures. *Medicine*. 2020;99(20):e20267.
56. Setiawanto T. Characteristics of Supracondylar Humeral Fracture in Pediatric Patients at Hasan Sadikin General Hospital in January 2012 - January 2022. *Orthop J Sports Med*. 2023 Jan 1;11(2 Suppl):2325967121S00893.
57. Kitta MI, Ismiarto YD, Saleh MR, Sakti M, Abidin MA, Putra LT. Analysis of radiological alignment and functional outcomes of pediatric patients after surgery with displaced supracondylar humerus fracture: A cross-sectional study. *International Journal of Surgery Open*. 2020 Jan 1;24:136–42.
58. Setiawanto T. Characteristics of Supracondylar Humeral Fracture in Pediatric Patients at Hasan Sadikin General Hospital in January 2012 - January 2022. <https://doi.org/10.1177/2325967121S00893>. 2023 Feb 28;11(2_suppl):2325967121S0089.
59. Bahaeddini MR, Senemari MH, Beromi MS, Aminian A, Tabrizian P, Mohammadyahya E, et al. Epidemiological Characteristics of Pediatric Supracondylar of Humerus Fractures in a Tertiary Hospital in Iran. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2024;12(5):333.
60. Wu JP, Lu YT, Wei XX, Zou PX, Li YQ, Liu YZ, et al. Epidemiological characteristics and distribution of pediatric supracondylar fractures in South China: A retrospective analysis of 760 cases. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*. 2024 Mar 1;33(2):136–41.
61. Artemio Pérez-Figueroa J, Gustavo Mora-Ríos F, Ignacio Pérez-Jiménez E, Alberto Viveros-Reyes J, Esquivel-Solorio A, La Salle México U, et al. Pediatric humeral supracondylar fractures. Comparison of two reduction techniques. *Rev Sanid Milit [Internet]*. 2023 Dec 5 [cited 2025 Mar 19];77(4). Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-696X2023000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
62. Barrón-Torres EA, Sánchez-Cruz JF, Cruz-Melendez JR. Clinical and epidemiological characteristics of humeral supracondylar fractures in paediatric

patients in a Regional General Hospital1. *Cirugía y Cirujanos (English Edition)*. 2015 Jan 1;83(1):29–34.

63. Garner MR, Taylor SA, Gausden E, Lyden JP. Compartment Syndrome: Diagnosis, Management, and Unique Concerns in the Twenty-First Century. *HSS Journal [Internet]*. 2014 [cited 2024 Dec 16];10(2):143. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4071472/>
64. Donaldson J, Haddad B, Khan WS. The Pathophysiology, Diagnosis and Current Management of Acute Compartment Syndrome. *Open Orthop J [Internet]*. 2014 Jul 17 [cited 2024 Dec 16];8(1):185. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4110398/>
65. Moreira DC, González-Ramella O, Echavarría Valenzuela M, Carrillo AK, Faughnan L, Job G, et al. Evaluation of factors leading to poor outcomes for pediatric acute lymphoblastic leukemia in Mexico: a multi-institutional report of 2,116 patients. *Front Oncol [Internet]*. 2023 [cited 2024 Dec 16];13:1255555. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10544893/>