



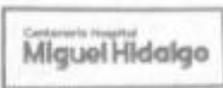
**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**“IMPACTO DE LA CORRECCION DE LA LINEA HUMERAL ANTERIOR
EN LAS FRACTURAS SUPRACONDILEAS HUMERALES
PEDIATRICAS”**

**TESIS PRESENTA POR CARLOS MIGUEL SOLIS MARQUEZ PARA
OPTAR POR EL GRADO DE ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGIA Y
ORTOPEDIA**

**ASESORES:
DR. LUIS GABRIEL ORTIZ DIAZ
DR. JORGE ENRIQUE CERVANTES GUDIÑO**

**AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES
ENERO 2025**



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/103/24
Aguascalientes, Ags., a 16 de octubre de 2024

DR. LUIS GABRIEL ORTIZ DIAZ
INVESTIGADOR PRINCIPAL

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

"IMPACTO DE LA CORRECCION DE LA LINEA HUMERAL ANTERIOR EN LAS FRACTURAS SUPRACONDILEAS HUMERALES PEDIATRICAS"

Autores: **DR. JORGE ENRIQUE CERVANTES GUDIÑO**
DR. CARLOS MIGUEL SOLIS MARQUEZ

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: **2024-R-32**

Con tiempo de vigencia: **6 meses de octubre de 2024 a abril de 2025**

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

ATENTAMENTE
DR. SALVADOR ISRAEL MACIAS HERNANDEZ
ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ
DE INVESTIGACIÓN

DR. JAIME ASAE LOPEZ VALDEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

SIM/ALV/gde*



449 9 94 67 20

www.ssa.gob.mx

Av. Manuel Gómez Morán S/N
Fracc. Akahedo, C.P. 20219





DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA.
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

PRESENTE:

Estimado Dr. Flores:

En respuesta a la petición hecha por el médico residente Carlos Miguel Solís Márquez, con relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**IMPACTO DE LA CORRECCIÓN DE LA LÍNEA HUMERAL ANTERIOR EN LAS
FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS HUMERALES PEDIÁTRICAS.**

Nos permitimos informarle que, una vez leído y corregido el documento, consideramos que llena los requisitos para ser aceptado como impresión de trabajo final.

Sin más por el momento, aprovechamos la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jorge Enrique Cervantes Gudiño'.

DR. JORGE ENRIQUE CERVANTES GUDIÑO.
MÉDICO ADSCRITO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA.
ASESOR DE TESIS.



IMPACTO DE LA CORRECCIÓN DE LA LÍNEA HUMERAL ANTERIOR EN LAS
FRACTURAS SUPRACONDÍLEAS HUMERALES PEDIÁTRICAS.

HOJA DE AUTORIZACIONES.

DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'F. Flores' with a date '11-1-20' written above it.

DR. ÁNGEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
JEFE DE SERVICIO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A. Martínez'.

DR. LUIS GABRIEL ORTIZ-DÍAZ
PROFESOR TITULAR DEL POSGRADO EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'L. Ortiz'.

DR. JORGE ENRIQUE CERVANTES GUDIÑO
ASESOR DE TESIS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Cervantes'.



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 31/01/25

NOMBRE: SOLIS MARQUEZ CARLOS MIGUEL ID 310493

ESPECIALIDAD: EN ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGIA LGAC (del posgrado): LESIONES TRAUMÁTICAS ARTICULARES, Y DEGENERATIVAS, TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE ARTROSIS

TIPO DE TRABAJO: (X) Tesis () Trabajo práctico

TITULO: IMPACTO DE LA CORRECCION DE LA LINEA HUMERAL ANTERIOR EN LAS FRACTURAS SUPRACONDILEAS HUMERALES PEDIATRICAS

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): MEJORAS EN LOS ESTÁNDARES DE ATENCIÓN EN ORTOPEDIA PEDIÁTRICA

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- Si El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
Si La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
Si Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
Si Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
Si Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnologica o profesional según el área
Si El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
Si Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
Si Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- Si Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
Si Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
Si Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
Si Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
Si Coincide con el título y objetivo registrado
Si Tiene el CVU del Conahcyt actualizado
NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Si X
No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



AUTHOR

Code :	MJO/0042/24
Title :	Impacto de la corrección de la línea humeral anterior en las fracturas supracondíleas humerales pediátricas
Running title:	Impacto de la corrección de la línea humeral anterior
Status:	Article completed by author
Type:	Full Research Article
Abstract:	<p>Supracondylar humeral fractures are common in the pediatric population, particularly among children aged 3 to 6 years, posing significant challenges for orthopedic surgeons. These injuries can lead to complications such as angular deformities, underscoring the need for a adequate management. This study aims to evaluate the impact of correcting the anterior humeral line (AHL) on the radiological outcomes of Gartland II-III supracondylar fractures.</p> <p>A retrospective cohort study was conducted at Centenario Hospital Miguel Hidalgo from 2013 to 2024, including 28 patients who underwent surgical treatment. Measurements of the AHL and Baumann's angle were obtained from radiographs taken at different times: preoperatively, immediately postoperatively, and in the latest radiograph documenting bone consolidation. Statistical analysis using the chi-square test assessed differences in outcomes.</p> <p>The results indicated a significant association between AHL correction and favorable modifications in Baumann's angle, highlighting the importance of this measurement in evaluating and treating supracondylar fractures. Statistical analysis showed ($\chi^2 = 13.26$) and a P-value < 0.001, underscoring the relevance of AHL correction in preventing angular deformities during postoperative follow-up.</p>
Key words:	Humero, Fractura supracondílea, Pediatría, Angulo de Baumann, Línea humeral anterior
Editor in chief:	Félix Vilchez Carrazos Mario Alberto Simental Mendía
Notes:	
Funding:	No
Conflict of interests:	No
DOI:	---
Chronology:	<p>30-12-2024 In process of creation 30-12-2024 New article 31-12-2024 Waiting for the author to complete the article 14-01-2025 Article completed by author</p>

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer inicialmente a los seres humanos que influyeron en mi persona en estos años de formación, tanto amistades como individuos que fueron una guía para desarrollar una personalidad y moral del hombre que quiero llegar a ser. A los seres humanos que fueron profesionales en su actuar como personal de la salud, observaron mi crecimiento y bajo su tutela guiaron mi camino como médico en el desempeño de esta noble profesión. Con temor de olvidar nombres, quiero agradecer a esos maestros y amigos que me recibieron en su área de trabajo, con su ejemplo a lo largo de días y noches dieron más de lo que puedo regresarles en vida, en especial a los doctores Ángel Martínez, Jorge Cervantes, Luis Gabriel Ortiz, Ignacio Soto, Carlos Chávez, Arturo Molina, Arnulfo Herrera, Abelardo Guzmán, Margarita Hernández, Ulises Alcalá, Mauricio García, José Robles, Luis Soria, Hazael Vallejo. A todos y cada uno de los seres humanos, técnicos y profesionistas que forman a las instituciones, mi hogar, el Hospital Centenario Miguel Hidalgo y la universidad autónoma de Aguascalientes, con el aprovechamiento de sus recursos, instalaciones y misión, pude posarme sobre hombros de gigantes para desempeñarme por estos 4 años a lo largo de sus pasillos, quirófanos, aulas y recovecos.

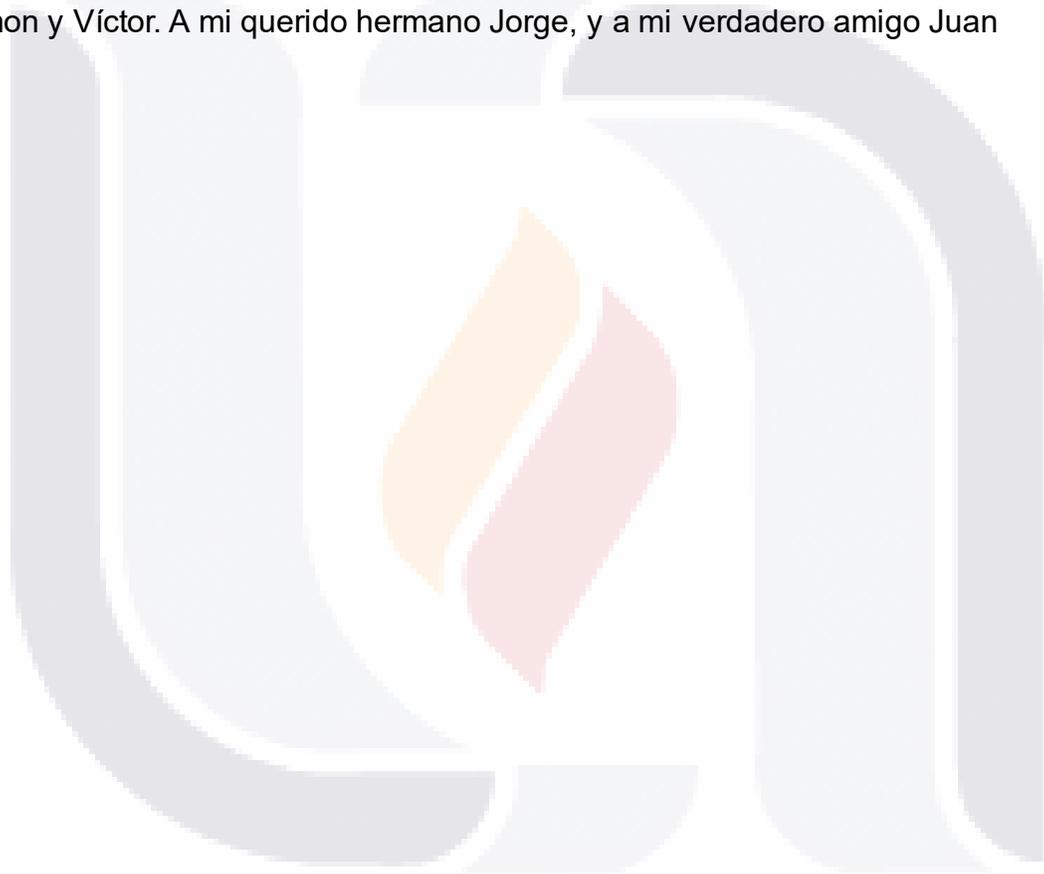
Financiamiento

- No han recibido financiamiento ni apoyo de ninguna entidad que pudiera influir en la interpretación de los resultados o en la redacción del manuscrito

DEDICATORIA

Este trabajo como esta vida tiene un sentido especial, una persona incansable en su labor y amor, no son las palabras si no las acciones en las que demuestra la inmensidad de su cariño a la familia y a mi persona, no es por falta de sentimiento si no de palabras que solo queda más que dedicarte este y cada logro, a mi madre y ejemplo, Blanca Esperanza Marquez Sandoval.

A mis colegas y confidentes, los doctores Francisco, Humberto, Manuel, Omar, Ramon y Víctor. A mi querido hermano Jorge, y a mi verdadero amigo Juan



INDICE

1.- INTRODUCCION	7
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.1.- PREGUNTA DE INVESTIGACION	8
2.2.- JUSTIFICACION	8
2.3.- HIPÓTESIS.....	9
2.4.- OBJETIVOS.....	9
3.- MARCO TEORICO	10
3.1.- ANATOMIA.....	10
3.2.- BIOMECANICA	11
3.3.- EPIDEMIOLOGIA	12
3.4.- MECANISMO DE LESION	12
3.5.-IMAGENOLOGIA	13
3.6.- CLASIFICACIÓN.....	19
3.7.-CLÍNICA.....	21
3.8.-TRATAMIENTO CONSERVADOR	25
3.9.-TRATAMIENTO QUIRÚRGICO	27
3.10.- COMPLICACIONES.....	29
4.- DISEÑO Y METODOLOGÍA.....	30
5.-ASPECTOS ETICOS	35
6.- RESULTADOS	35
7.- DISCUSIÓN	42
8.- CONCLUSIONES.....	44
9.- Glosario.....	45

10.- BIBLIOGRAFÍA.....48

11.- ANEXOS51

INDICE DE TABLAS

[Tabla 1](#) Variables de estudio31

[Tabla 2](#) Tabla cruzada.....39

[Tabla 3](#) Tabla de frecuencias.....40

INDICE DE FIGURAS

[Figura 1](#) *Núcleo de osificación del humero distal*10

[Figura 2](#) Radiografía AP y Lateral de Humero pediátrico.....15

[Figura 3](#) Signo de Almohadilla grasa15

[Figura 4](#) Línea Humeral Anterior (LHA).....18

[Figura 5](#) Angulo de Baumman´s18

[Figura 6](#) Gartland Tipo I19

[Figura 7](#) Gartland Tipo II20

[Figura 8](#) Gartland Tipo III21

[Figura 9](#) Gartland Tipo I22

[Figura 10](#) Gartland Tipo II22

[Figura 11](#) Gartland Tipo III.....23

INDICE DE GRAFICAS

[Grafica1](#) Grupos de la población total36

[Grafica2](#) División de subgrupos de población38

RESUMEN

Introducción. Las fracturas supracondíleas humerales en pacientes pediátricos representan hasta un 15-20% en la población infantil de Estados Unidos. Tienen un tratamiento, seguimiento y rehabilitación estandarizado, además de complicaciones de las cuales destacamos la deformidad angular en la articulación del codo, esta entidad conlleva a una limitación en las funciones de la vida diaria y su desarrollo, por lo que un resultado satisfactorio para limitar las secuelas es imperativo en pacientes por su alta expectativa de funcionalidad y vida. **Objetivo:** Demostrar la ventaja de la corrección de la LHA en el tratamiento de fracturas supracondíleas humerales con impacto en la remodelación ósea en los planos sagital y coronal del humero distal con reducción de deformidad angulares de la extremidad torácica. **Metodología:** Se realizó un estudio retrospectivo en los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico con diagnóstico de fractura supracondílea Gartland II-III en el centenario Hospital Miguel Hidalgo en el periodo 2013-2024 evaluando radiográficamente la corrección de la línea humeral anterior (LHA) como parámetro de reducción para evaluar su corrección en el ángulo de Baumann tras la consolidación. **Resultados:** Se incluyeron 28 pacientes en el estudio, 14 pacientes se corrigió la línea humeral anterior y 14 pacientes no la tuvieron en su tratamiento, posterior a su consolidación ósea se evaluó el ángulo de Baumann para evaluar las deformidades angulares en el plano coronal para determinar el impacto de esta variable en su aparición, se obtuvo una media de 72.5 para el grupo con corrección de la LHA y de 79.2 para el grupo sin ella, encontrando una relación significativa entre la normalidad del ángulo de Baumann con una $P < 0.001$ el grupo de corrección de la LHA. El estudio demuestra el impacto que tiene este parámetro de reducción para un resultado favorable en el desenlace de estas fracturas, equiparable a lo descrito en la literatura, por lo que debe de considerarse como un criterio de calidad para la reducción de las fracturas y una herramienta transquirúrgica de evaluación para un correcto tratamiento de esta entidad patológica. Este trabajo puede ser la base para una guía de evaluación transquirúrgica sencilla que permita un desenlace favorable para los pacientes con esta enfermedad.

Palabras Clave: Húmero, Supracondílea, línea humeral anterior, Gartland



ABSTRACT

Introduction: Supracondylar humeral fractures in pediatric patients account for up to 15-20% of the pediatric population in the United States. These fractures have standardized treatment, follow-up, and rehabilitation, as well as complications, among which angular deformity at the elbow joint is noteworthy. This condition leads to limitations in daily life functions and development, making satisfactory outcomes to limit sequelae imperative for patients due to their high expectations for functionality and life. **Objective:** To demonstrate the advantage of correcting the anterior humeral line in the treatment of supracondylar humeral fractures in patients treated at Hospital Miguel Hidalgo, with impact on bone remodeling in the sagittal and coronal planes of the distal humerus, reducing angular deformities of the thoracic extremity. **Methodology:** A retrospective study was conducted on patients who underwent surgical treatment for Gartland II-III supracondylar fracture diagnosis at the centenary Hospital Miguel Hidalgo during the period 2013-2024, evaluating radiographically the correction of the anterior humeral line (AHL) as a reduction parameter to assess its correction in the Baumann angle after consolidation. **Results:** Twenty-eight patients were included in the study; 14 patients had the anterior humeral line corrected, and 14 patients did not have it corrected in their treatment. After bone consolidation, the Baumann angle was evaluated to assess angular deformities in the coronal plane to determine the impact of this variable on their occurrence. A mean of 72.5 was obtained for the group with AHL correction and 79.2 for the group without it, finding a significant relationship between the normality of the Baumann angle with a $P < 0.001$ in the AHL correction group. The study demonstrates the impact that this reduction parameter has on favorable outcomes in the management of these fractures, comparable to what is described in the literature, and thus should be considered a quality criterion for fracture reduction and a trans-surgical evaluation tool for appropriate treatment of this pathological entity. This work can serve as the basis for a simple trans-surgical evaluation guide that allows for favorable outcomes for patients with this condition.

Keywords: Humerus, Supracondylar, anterior humeral line, Gartland.



1.- INTRODUCCION.

Las fracturas supracondíleas humerales en pacientes pediátricos representan un fenómeno clínico de alta relevancia, son la fractura con indicación quirúrgica más común en la población pediátrica representando un 3% de todas las fracturas en este periodo de edad (1), las implicaciones para el desarrollo óseo y funcional del codo en la infancia, destacando en el rango de 5 a 12 años, y más frecuentes en varones. El tratamiento esta estandarizado al utilizar las clasificaciones pertinentes para la patología, siendo exclusivamente conservadores el grado I de Gartland y quirúrgicas las grado III, el grado II quedando en un limbo a consideración del experto su manejo, el seguimiento y su rehabilitación son una pieza fundamental en el desarrollo del paciente, las deformidades angulares en los pacientes conllevan a una limitación en las funciones de la vida diaria, del desarrollo y profesionales, por lo que un resultado no satisfactorio el cual incluye variables de la propia lesión y el paciente, del tratamiento y de la rehabilitación pueden llevar a secuelas de importancia en pacientes con una expectativa de vida y funcionalidad alta.

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fracturas de humero supracondílea pediátrica es la patología quirúrgica más común en el paciente pediátrico del área de traumatología siendo un 3% del total de las fracturas en el periodo de edad infantil, tiene un pico de incidencia media a los 5 años de edad y afecta en mayor proporción al sexo masculino (1), existe un consenso sobre su diagnóstico y tratamiento, pero el manejo quirúrgico no tiene una herramienta transquirúrgica optima y sencilla de aplicar para asegurar un resultado favorable.

El crecimiento poblacional en México por década desde los años 2000 supera el 10%, esto nos indica que esta patología también crecerá por lo que la demanda en su atención y necesidad de un tratamiento optimo para asegurar el correcto desempeño y desarrollo de una población que pueda ser productiva es imperativo.

La evaluación radiográfica de esta entidad está ampliamente descrita, prequirúrgica y postquirúrgicamente, pero durante el quirófano estas herramientas para ser aplicadas de manera exacta se transforman en una problemática.

2.1.- PREGUNTA DE INVESTIGACION

Dada estas implicaciones es que surge a nosotros la pregunta de investigación; ¿Cuál es el impacto de la corrección de la línea humeral anterior en las fracturas supracondíleas humerales pediátricas?

2.2.- JUSTIFICACION

La población actual según INEGI de Aguascalientes es de 1,425,607, representando al estado número 27 del país en este rubro (2), pero el quinto en densidad poblacional por su alto crecimiento económico y de desarrollo como estado, los últimos datos del 2019 reportan que la natalidad supera 3 veces a la mortandad en el estado, de la población en esta entidad el 48% de habitantes de sexo masculino y 52 de sexo femenino, con aproximadamente 180 mil habitantes menores de 14 años. Según los datos del gobierno mexicano la población sin seguridad social dentro de Aguascalientes es de 589 mil personas, siendo el grupo de atención de nuestro Hospital Centenario Miguel Hidalgo quien es el encargado de brindar los servicios de salud a este sector desprotegido. Al momento no se cuenta con una herramienta sencilla durante el tratamiento quirúrgico de esta patología, a pesar de que existen mediciones radiográficas que podemos evaluar con la ayuda de fluoroscopia son subjetivas y sujetas el observador, su conocimiento y experiencia, con poca reproducibilidad al ser necesario herramientas de medición matemática para tener el resultado exacto.

2.3.- HIPÓTESIS

La línea humeral anterior será una herramienta que nos permita obtener un parámetro de reducción sencillo de evaluar transquirúrgicamente que impacte en el resultado clínico y radiográfico al aprovechar la capacidad de remodelación en el plano sagital del húmero distal, evitando las deformidades angulares con el proceso de consolidación ósea y disminuyendo el grado de complicaciones del paciente

2.4.- OBJETIVOS

Objetivo general

- Demostrar la ventaja de la corrección de la línea humeral anterior en el tratamiento de fracturas supracondíleas humerales en pacientes atendidos en el Hospital Miguel Hidalgo con impacto en la remodelación ósea en los planos sagital y coronal del humero distal con reducción de deformidad angulares de la extremidad torácica.

Objetivos específicos

- Obtener una herramienta para la práctica médica quirúrgica basada en un método reproducible
- Mejor entendimiento del médico residente sobre la fisiología pediátrica, sus procesos de consolidación y remodelación ósea del cuerpo humano, sus características y sus limitaciones para obtener un resultado clínico radiográfico favorable.

3.- MARCO TEORICO

3.1.- ANATOMIA

El codo es una zona especial del niño, la literatura nos habla que existen 4 centros de crecimiento que pueden ser evaluados en el paciente pediátrico, los cuales se presentaran y se osificaran en distintas etapas del crecimiento y desarrollo, estos son para la evaluación de la edad cronológica de paciente (1).

- Cóndilo lateral y epicóndilo, aparece del 0-1 año y osifica a entre 10-15 años
- Epicóndilo medial, aparece del 2-8 año y osifica a entre 13 años
- Tróclea, inicia entre 5-11 años y se osifica entre 10-18 años
- Olécranon, aparece entre 6-11 años, osificación alrededor de 12-16 años
- Cabeza radial, aparece 2-6 años, osificación entre 12-16 años

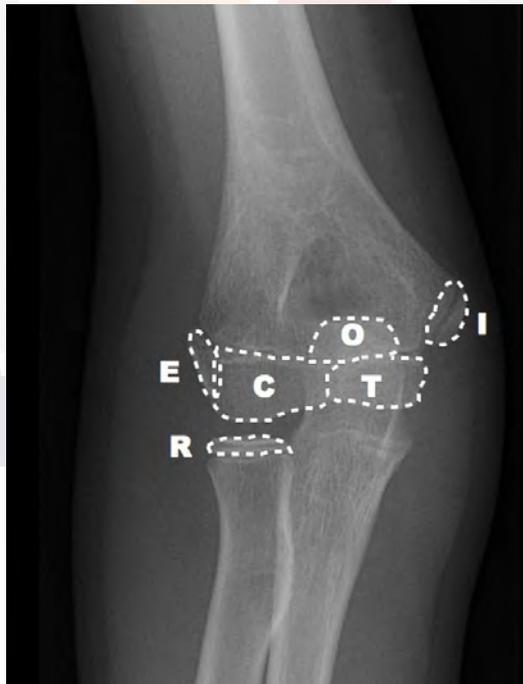


Figura 1. Núcleo de osificación del humero distal.

Imagen tomada de: Radiopaedia.org

Contribuidor: Andrew Dixon

Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

La línea humeral anterior varía dependiendo de la edad, centrándonos como una media para todas está en el tercio medio del capitellum, pero concluyendo su variabilidad dependiendo de la edad de los pacientes [\(3\)](#).

< 3 años 11 meses

- Tercio anterior 40%
- Tercio medio 42%
- Tercio posterior 18%

4 - 9 años

- Tercio anterior 22%
- Tercio medio 37%
- Tercio posterior 17%

3.2.- BIOMECANICA

El codo es una articulación formada por el humero distal y el cubito proximal en bisagra que aporta flexión y extensión sobre un centro de rotación que no es constante, lo que lleva a la necesidad de la acción de estabilizadores externos a la superficies ósea, este eje de rotación cambiante se puede definir que se acerca a una línea que pasa por un arco concéntrico entre la tróclea y el capitellum, al ser cambiante su centro de rotación, los elementos estabilizadores como los ligamentos tienen que cambiar su longitud para aportar estabilidad a este arco de movimiento [\(4\)](#).

- Estabilizadores estáticos
 - Óseos. Humero distal, cubito proximal, cabeza radial y la articulación entre estos huesos de forma congruente, toman especial relevancia en la extensión y flexión completa por la congruencia anatómica y el contacto entre estas estructuras, tienen menor importancia en el rango de movimiento de 30-100° grados.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Capsula articular nos aporta una estabilidad en el varo y valgo similar las otras estructuras en la extensión completa y el ligamento ulnar medial, en la flexión completa las estructuras óseas son predominantes mientras que en una flexión de 90° los ligamentos soportan la mayoría de las cargas.
 - Estabilizadores dinámicos son relevantes al realizar el movimiento del codo, está dado por la contracción de la musculatura, lo que aporta y descarga la tensión de los ligamentos al tensionar las superficies óseas entre ellas para aportar la estabilidad de la articulación cuando el movimiento está en curso.

3.3.- EPIDEMIOLOGIA

Las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos presentan una incidencia considerable, representan alrededor del 3% de todas las fracturas en la población infantil de Estados Unidos (5). La distribución por edad indica una incidencia destacada en el rango de 5 a 10 años, además de ser más frecuentes en varones, el brazo izquierdo (No dominante) suele ser el más afectado, los meses de verano suelen ser los que mayor ocurrencia presentan.

3.4.- MECANISMO DE LESION

El mecanismo de lesión de hiperextensión (5) de las fracturas supracondíleas de húmero en pacientes pediátricos suele estar asociado a caídas durante actividades cotidianas o deportivas, al intentar minimizar el daño de la caída usando la mano extendida como medio de protección, esto resulta en una carga axial que se desplaza sobre los huesos del antebrazo generando una fuerza de tensión en la porción anterior, el olecranon es forzado sobre su propia fosa del húmero lo que genera un fallo en tensión favorecido por la capsula en la porción anterior del húmero en su porción más débil del húmero, la cual es la corteza anterior

supracondílea en el mecanismo de hiperextensión hasta un 99% de las ocasiones [\(1\)](#) . El periostio también falla en su porción anterior perdiendo su integridad, la porción posterior se mantiene integro lo que le provee un grado de estabilidad y facilita la reducción al realizar una maniobra de flexión, además evaluar el desplazamiento en el plano sagital nos indica el si el periostio se lesiona en su porción medial o lateral.

Desplazamiento posteromedial (75% más común) mantiene intacto el periostio medial, al llevar el antebrazo en pronación y flexión del codo, esto genera tensión sobre el periostio posterior y medial, esto corregirá la deformidad en varo y extensión del fragmento distal, además de que el periostio tenso nos dará estabilidad para mantener la reducción.[\(11,12\)](#)

Desplazamiento posterolateral mantiene intacto el periostio lateral, contrario a el desplazamiento medial, aquí la maniobra de supinación del antebrazo más flexión del codo dará una tensión en el periostio lateral para corregir el desplazamiento en valgo y extensión dando estabilidad a la reducción el periostio intacto. [\(11,12\)](#)

Cuando existe una disrupción de la cortical posterior y desplazamiento del 100% el fenómeno de bisagra se rompe, esto genera una inestabilidad tanto en extensión como flexión.[\(13\)](#)

Las fracturas en flexión suelen ser ocasionadas por caídas donde se realiza un impacto directo sobre el humero distal con el codo en flexión

3.5.-IMAGENOLOGIA

Radiografías

Todo paciente con un antecedente de caída con el codo y muñeca en extensión, que tenga una clínica sugestiva de una lesión ósea debe de contar con el análisis radiográfico del humero distal.

Radiografía anteroposterior verdadera del humero distal, esta visión permite una evaluación más exacta para una correcta evaluación del ángulo de Baumann's (Humerocapitelar) el cual se obtiene al trazar una línea paralela al eje longitudinal de la diáfisis del humero y una tangencial a la fisis del cóndilo lateral del humero distal, con un rango normal de 60-80°, menor a este rango lo consideramos un desplazamiento en valgo y mayor un desplazamiento en varo. Una radiografía anteroposterior del codo genera una visión angulada en 45 grados del humero distal y del antebrazo proximal. ([14](#),[15](#),[16](#))

- Signo de almohadilla grasa posterior es un signo con gran especificidad, se reporta incluso hasta un 53% de fracturas supracondíleas cuando está presente. ([15](#))

Radiografía lateral de codo debe de ser tomada con la mínima rotación para poder ser evaluada correctamente, en esta visión evaluaremos la línea anterior humeral, la cual se traza con una línea perpendicular a la diáfisis humeral la cual debe de pasar por el tercio anterior del capitulum, debe de estar presente en todas las ocasiones, de no ser así, nos demuestra un desplazamiento en extensión.



Figura 2. Radiografía AP y Lateral de Humero pediátrico.

Imagen tomada de: Radiopaedia.org

Contribuidor: Andrew Dixon

Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0



Figura 3. Signo de Almohadilla grasa.

Imagen tomada de: Radiopaedia.org

Contribuidor: Leonardo Lustosa

Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Debemos siempre evaluar en estos estudios radiográficos las características que nos darán relevancia para el tratamiento y el pronóstico.

- Línea humeral anterior:

La línea humeral anterior se define como una imaginaria tangencial a la diáfisis humeral que biseca al capitellum en su tercio medio (3) como demostró M. Herman en su estudio en diferentes grupos de edad de pacientes pediátricos, la posición fisiológica más común de esta línea es en el tercio medio. Se utiliza como una herramienta para evaluar la deformidad de las fracturas supracondíleas y como una guía transquirúrgica para evaluar la calidad de la reducción de dichas fracturas.(15)

Actualmente conocemos la importancia no solo del aspecto radiológico de una adecuada reducción que siga los criterios previamente establecidos, si no como demostró Hsuan-kai y cols. (4), la función clínica de los pacientes con una reducción con la LHA anterior al capitellum tenían una flexión menor al rango normal y un arco total de movimiento del codo menor (128° y 135°), así como una posición posterior al capitellum existe una pérdida de extensión completa, lo que nos demuestra la importancia de esta congruencia para un adecuado desarrollo de los pacientes pediátricos. La localización de la línea humeral anterior post reducción representa la posición del segmento fracturario distal a la fractura en el plano sagital.

- Angulo de Baumann's: Se mide en la radiografía anteroposterior (AP) trazando una línea paralela al eje longitudinal de la diáfisis humeral y otra línea a lo largo de la placa de crecimiento del cóndilo lateral. El valor normal del ángulo de Baumann es de 60 y 80 grados como media en la población pediátrica general. Se utiliza para evaluar la alineación del plano coronal del húmero distal. La alineación adecuada dentro de este rango es crucial para garantizar resultados óptimos y minimizar el riesgo de complicaciones como la deformidad del cúbito varo.(15)

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- El ángulo de carga: Formado entre el eje longitudinal del húmero y el eje longitudinal del antebrazo cuando el codo está en extensión completa y el antebrazo en supinación. El ángulo de carga medio es de 12,88 grados \pm 5,92 grados, típicamente mayor en mujeres que en hombres las mujeres con una media de 15,07 grados \pm 4,95 grados y los hombres los que tienen un ángulo medio de 10,97 grados \pm 4,27 grados. El ángulo de carga tiende a ser mayor en el lado dominante y cambia con el crecimiento y la madurez esquelética, permite que el antebrazo se desprege de las caderas durante el balanceo del brazo al caminar.
 - Rotación: La deformidad en rotación que es un importante signo de severidad en el desplazamiento y predictor de secuelas tanto para un retraso en la consolidación como para deformidades angulares, se corrobora al ser una deformidad multiplanar en la radiografía AP y Lateral al aplicar los criterios de desplazamiento y reducción previamente descritos.
 - Conminución de la columna medial: Se aprecia al observar desplazamiento rotacional en la vista AP asociado a una deformidad en varo comprobada por el ángulo de Baumann's, esta deformidad puede generar que en la vista lateral se aprecie mínimo desplazamiento y pueda minimizar la gravedad del patrón.
 - Conminución de la región supracondílea.
 - Fractura en T por extensión epifisaria vertical (Típico en pacientes mayores de 10 años).



-
- **Figura 4. Línea Humeral Anterior (LHA).**
 - Imagen tomada de: Radiopaedia.org
 - Contribuidor: Leonardo Lustosa
 - Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0



Figura 5. Angulo de Baumman's
Imagen tomada de: Radiopaedia.org
Contribuidor: Mohammed Morsi
Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

3.6.- CLASIFICACIÓN

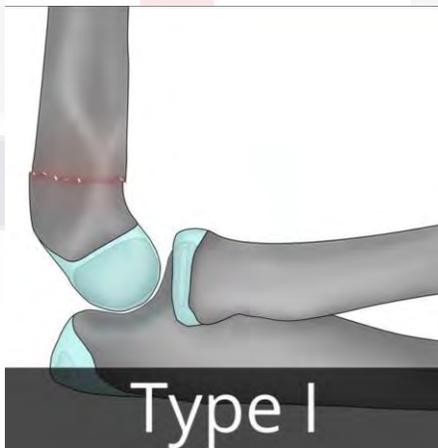
Clasificación por mecanismo de lesión.

- Extensión (98%): Son las más comunes, el fragmento distal sufre una hiperextensión con desplazamiento posterior, del olécranon genera un empuje sobre su fosa en el húmero distal.(17)
- Flexión (2%): El fragmento distal sufre una hiperflexión, el olécranon actúa como un fulcro desplazando el fragmento hacia anterior.

Clasificación de Gartland (5).

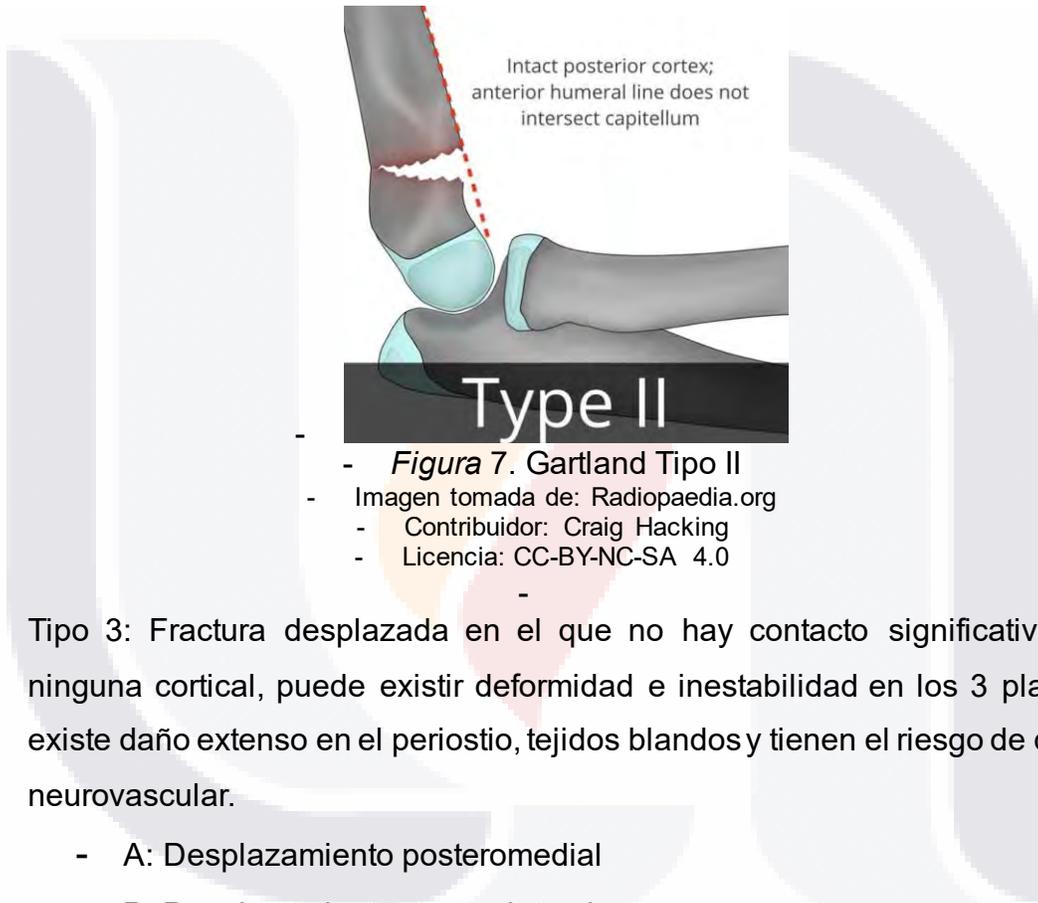
Es la clasificación más utilizada y aceptada a nivel general.

- Tipo 1: Fractura no desplazada o menor a 2mm en la que no se pierda la línea humeral anterior, ángulo de Baumann's normal sin colapso columna medial. El signo de la almohadilla grasa posterior puede ser el único signo acompañante por lo que se tiene que buscar intencionadamente.



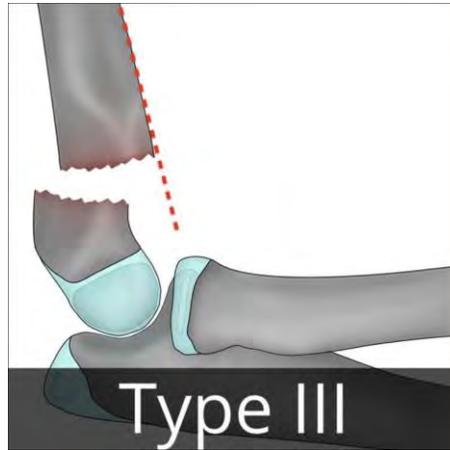
- *Figura 6. Gartland Tipo I*
 - Imagen tomada de: Radiopaedia.org
 - Contribuidor: Craig Hacking
 - Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

- Tipo 2: Fractura desplazada >2 mm en la que la cortical posterior se encuentre intacta funcionando como una bisagra. La línea humeral anterior se encuentra modificada, la deformidad rotacional suele no estar presente al mantenerse la integridad de la cortical posterior.
 - A: Estabilidad rotacional
 - B: Sin estabilidad rotacional



- **Figura 7. Gartland Tipo II**
 - Imagen tomada de: Radiopaedia.org
 - Contribuidor: Craig Hacking
 - Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

- Tipo 3: Fractura desplazada en el que no hay contacto significativo de ninguna cortical, puede existir deformidad e inestabilidad en los 3 planos, existe daño extenso en el periostio, tejidos blandos y tienen el riesgo de daño neurovascular.
 - A: Desplazamiento posteromedial
 - B: Desplazamiento posterolateral



- *Figura 8. Gartland Tipo III*
- Imagen tomada de: Radiopaedia.org
- Contribuidor: Craig Hacking
- Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

- Tipo 4: Se caracterizan por una incompetencia del periostio circunferencial, la cual genera una inestabilidad multidireccional tanto en extensión como en flexión, su diagnóstico es intraoperatorio con maniobras observadas bajo fluoroscopia.

3.7.-CLÍNICA

Como toda fractura los pacientes presentaran dolor, aumento de volumen, incapacidad funcional de la extremidad y focalizada en el foco de fractura, así como se puede asociar la crepitación, deformidad angular dependiendo de la gravedad e inestabilidad resultante del trauma inicial.

- Gartland Grado I: Los pacientes pueden presentar dolor localizado, inflamación mínima y la función del codo puede estar relativamente preservada o la movilidad codo puede estar ligeramente restringida especialmente limita una extensión completa, pero en general, la fractura es estable lo que disminuye la intensidad de la clínica



- *Figura 9. Gartland Tipo I*
- Imagen tomada de: Radiopaedia.org
- Contribuidor: Leonardo Lustosa
- Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

- Grado II: En las fracturas de Grado II, el daño de la fractura se extiende a lesionar tejidos blandos circundantes, pero sin inestabilidad significativa. Los niños pueden experimentar más dolor y evidenciar un aumento en la hinchazón. La movilidad puede estar comprometida, pero la estabilidad generalmente se mantiene, permitiendo cierta función del codo, aquí puede notarse una deformidad clínica, pero prevalece el aumento de volumen.[\(17\)](#)



- *Figura 10. Gartland Tipo II*
- Imagen tomada de: Radiopaedia.org
- Contribuidor: Leonardo Lustosa
- Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Grado III: Las fracturas de Grado III son las más graves, con un desplazamiento completo de los fragmentos óseos. Esto puede resultar en una deformidad evidente y pérdida significativa de la función del codo. Los niños pueden experimentar dolor intenso, hinchazón pronunciada y limitación marcada de la movilidad. La estabilidad de la articulación está comprometida.



- *Figura 11. Gartland Tipo III*
- Imagen tomada de: Radiopaedia.org
- Contribuidor: Leonardo Lustosa
- Licencia: CC-BY-NC-SA 4.0

Signos especiales

Brazo en “S”: Deformidad del codo en el cual el desplazamiento del fragmento conlleva a una notoria anomalía en la morfología de este, signo indirecto de un mecanismo de mayor energía y consiguiente lesión a las estructuras óseas de manera importante.

Signo de Pucker (Pellizco): Presenta al observar una depresión o atrapamiento del tegumento en la región anterior del codo, esto es provocado al ser atrapado el músculo braquial y fascia anterior del codo entre el foco fracturario, esto habla de una lesión importante de los tejidos blandos, aquí puede ser un sitio de alto riesgo para transformarse en una fractura expuesta, el signo por sí mismo complica la reducción cerrada al atrapar tejido blando en el trazo de fractura lo que dificulta el manejo(17).

Evaluación nerviosa.

Por la edad de los pacientes una evaluación clínica de los complejos nerviosos del miembro superior puede ser difícil, pero se debe de descartar en todos los casos un compromiso de estas estructuras ya que un 12-20% de estas lesiones se acompañan de lesión nerviosa, por lo que se debe de hacer una evaluación rápida pero precisa.

- N. Radial: Sensibilidad en la porción dorsal del primer espacio interóseo, extensión de la muñeca y pulgar
- N. Mediano: Su rama motora el n. interóseo anterior es el más comúnmente afectado (más frecuente en fracturas en flexión), actúa sobre el flexor superficial y profundo de los dedos y pronador cuadrado, por lo que deben ser evaluados sistemáticamente. Sensibilidad en la punta del dedo índice, flexión interfalángica distal del índice y flexión interfalángica del pulgar
- N. Cubital: Sensibilidad en la parte lateral del dedo meñique, evaluar la abducción y aducción del 4to y 5to dedo

Evaluación vascular

La evaluación vascular debe de incluir la presencia de pulso, temperatura local, coloración y llenado capilar distal, con estas características podemos clasificar en:

- Tipo I: Caliente y roja, bien perfundida, pulso radial palpable
- Tipo II: Caliente y roja, bien perfundida, pulso radial no palpable
- Tipo III: fría y azul-blanquecina, mal perfundida, pulso radial no palpable

El signo clínico de mayor sensibilidad para evaluar una lesión complicada por isquemia es la presencia de dolor al realizar una movilización pasiva de los dedos, ya sea en flexión o extensión.

3.8.-TRATAMIENTO CONSERVADOR

Manejo inicial o control de daños nos permite una estabilidad inicial en el que se decide el tratamiento definitivo, el cual nos permite evaluar adecuadamente la situación clínica del paciente y decidir el mejor camino a seguir dependiendo del patrón de la fractura. ([18](#),[19](#),[20](#),[21](#))

Reducción e inmovilización: En fracturas desplazadas se requiere una reducción temporal para limitar el aumento de volumen de los tejidos blandos circundantes y minimizar el riesgo de lesión neurovasculares, una vez reducida, se inmoviliza con una férula braquipalmar con 20-40° de flexión para priorizar la comodidad del paciente y menor dolor, además de una flexión de 90° o superior puede aumentar el riesgo de un compromiso vascular. ([18](#))

Gartland grado I.

El tratamiento de las fracturas supracondíleas de grado I en pacientes pediátricos se rige por el concepto de ser fracturas estables, el manejo conservador es la opción preferida, se recomienda la inmovilización en posición funcional, permitiendo una flexión entre 90-45° de flexión del codo dependiendo del aumento de volumen de la zona con una posición neutra del antebrazo. La monitorización cercana es esencial, evaluando regularmente la presencia de signos para discontinuar el tratamiento, complicaciones o de contraindicaciones de este tratamiento los cuales son:(20)

- Inestabilidad Marcada: Si hay signos de inestabilidad significativa durante la evaluación clínica, como una tendencia a la recurrencia de la deformidad, puede justificar un enfoque quirúrgico.
- Compromiso Vascular o Neurológico: La presencia de déficits neurovasculares en la evaluación inicial o incluso después de la reducción cerrada, es indicativo de requerir una intervención quirúrgica para garantizar una adecuada perfusión y función nerviosa con la exploración del foco fracturario y de los elementos vasculonerviosos circulantes.
- Lesiones asociadas: En el caso de lesiones asociadas como fracturas en otros sitios del húmero o de los huesos que forman el codo o antebrazo que comprometen la estabilidad global y la necesidad de intervención quirúrgica pueden ser consideraciones importantes.
- Fracaso del Tratamiento Conservador Inicial: Si a pesar del manejo conservador inicial, la fractura no muestra signos de consolidación o se desarrollan complicaciones, se debe reconsiderar la estrategia de tratamiento.

El tratamiento con inmovilización para fracturas supracondíleas de Gartland Grado I generalmente dura aproximadamente de 3 a 4 semanas. Sin embargo, la duración exacta puede variar según la respuesta individual del paciente, la evolución radiográfica y la evaluación clínica continua. Es fundamental seguir protocolos de seguimiento cercano, ajustando el tratamiento según sea necesario y considerando la derivación a fisioterapia para mantener la movilidad y prevenir la rigidez articular

3.9.-TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

Manejo quirúrgico urgente

Se ha concluido que el manejo quirúrgico debe de realizarse en un periodo menor de 21 horas posterior a la fractura, lo que nos permite evitar complicaciones, pero ante situaciones clínicas que conllevan un riesgo de la vitalidad de la extremidad debe de manejarse inmediatamente ante su diagnóstico, las cuales son: [\(20\)](#)

- Lesión neurovascular, ante el primer signo de lesión vascular, incluso la históricamente considerada mano rosa sin pulso debe de ser tratada como una urgencia real
- Signo de Pucker asociada a equimosis antecubital
- Aumento de volumen importante que proceda un síndrome compartimental

Gartland II-III

Reducción cerrada y fijación percutánea

En el tratamiento de fracturas supracondíleas desplazadas ameritan una intervención quirúrgica, las grado IIA que significan lesiones con estabilidad rotacional puede requerir solo la reducción sin la necesidad de una fijación percutánea, la reducción cerrada y la fijación percutánea con clavillos kirschner son la técnica de elección para fracturas IIB y III.

- Preparación del Paciente: Previa sedo analgesia del paciente, se coloca en posición decúbito supino con el brazo sobre una mesa de fracturas.
- Tracción Longitudinal y Rotación: Se realiza una tracción sostenida sobre la extremidad, aquí se mantiene hasta vencer el tono muscular en reposo, se agrega la maniobra de ordenamiento o Milking para favorecer la relajación de la musculatura y especialmente ante el signo de pucker, para liberar el músculo braquial del foco fracturario, una vez conseguida la distancia y alineación longitudinal y rotacional evaluada por fluoroscopia se procede al siguiente paso.
- Reducción: La reducción cerrada se realiza manipulando suavemente la fractura para restablecer la alineación anatómica. La fluoroscopia se utiliza para guiar la reducción y confirmar la alineación adecuada, se realiza una flexión del codo con el pulgar empujando la porción distal de la fractura para corregir el desplazamiento en extensión, los criterios para una reducción aceptable son una restauración del ángulo de Baumann's $>60^\circ$ en la proyección AP y una restauración de la línea humeral anterior que pase por el tercio medio del capitellum en la vista lateral, correcta longitud de las columnas medial y lateral.
- Fijación Percutánea con clavillos kirschner: Se realiza una punción cutánea para la inserción de los pines, típicamente dos en la cara lateral del codo, la configuración puede ser con 2 o 3 clavillos, en una o ambas caras, la elección

del número y la ubicación de los pines depende de la anatomía específica y la estabilidad de la fractura, se deben de colocar con la siguiente guía:

- Laterales: Se colocan de manera divergente y óptimamente con una angulación de 45° entre los clavillos para dar mayor estabilidad, dos son menos estables que la configuración cruzada, pero un tercero iguala esta característica sin el riesgo de lesión del nervio cubital, pero colocar 3 está indicado ante la conminución de la columna medial, ya que esto genera estabilidad torsional necesaria en este tipo de fractura
- Cruzados Se debe de colocar previamente el clavillo lateral, una vez estabilizada con estos, se extiende el codo y se coloca el pin medial. Riesgos. Lesión del nervio cubital 6%

3.10.- COMPLICACIONES

La complicación más común es el cúbito varo (6), deformidad angular del codo afectado que conlleva a una discrepancia estética de la articulación dependiente del grado y con posible afección funcional en el arco de movilidad de esta región anatómica, su causa más común es una mala reducción en el eje axial según la literatura, actualmente existen diferentes estudios en los que se propone la capacidad de remodelación tanto en este plano como en el sagital, quedando desfavorecido el plano coronal ante una mala reducción.

Los factores asociados a una deformidad rotacional según Seo KB et al. (7) Son el signo de Pucker y un trazo oblicuo, los cuales conllevan a una interposición de tejido en el foco de fractura para el signo del pellizco y para la configuración del trazo su inherente inestabilidad a las fuerzas de cizallamiento.

Esta complicación fue constatada por mediciones radiográficas, pero funcionalmente no fue comprometida la articulación en el largo plazo.

Una disminución del arco de movimiento total del codo se espera en pacientes que no ha sido restablecida adecuadamente la línea humeral anterior principalmente en flexión [\(6\)](#).

4.- DISEÑO Y METODOLOGÍA

Tipo de estudio.

Retrospectivo de cohorte.

Universo de trabajo.

Pacientes del Hospital Centenario Miguel Hidalgo.

Grupo control.

Pacientes sin corrección de la línea humeral anterior en el postquirúrgico inmediato.

Criterios de Inclusión.

- Expediente Radiográfico Completo; Radiografías iniciales, postquirúrgicas inmediatas, y aquellas que documentaran la consolidación ósea y el retiro del material de osteosíntesis
- Pacientes de cualquier sexo
- Grupo de edad de 2 a 14 años

Criterios de eliminación

Ausencia de radiografías en sistema digital.

Criterios de exclusión

- Fracturas previas en extremidad afectada
- Fracturas en zona patológica
- Fuera de rango de edad

Tamaño de la muestra

A conveniencia, se utilizarán todos los pacientes del HCMH quienes sean ingresados y tratados en nuestro nosocomio que cumplan con los criterios de inclusión y sin criterio de exclusión.

Variables de estudio, definición operacional, unidades de medida y escalas de medición.

Tabla 1. Variables de estudio

Variable	Concepto	Indicador	Escala/Valor
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente hasta la fecha de ingreso	Años	2 – 14 años

Sexo	Condición orgánica que diferencia las características biológicas externas y el rol de la reproducción.	Tipos de características fenotípicas	Masculino Femenino
Mecanismo de lesión	Lo que provoca una solución de continuidad del hueso.	Tipo de agente	Caídas de Altura
Clasificación Gartland	Según el mecanismo de lesión en extensión	Grado de desplazamiento	No desplazada II Bisagra conservada III Bisagra ausente
Línea humeral anterior	Relación entre diáfisis humeral y el epicóndilo	Grado de desplazamiento	Conservada No conservada
Ángulo de Baumman's	Perpendicular al eje longitudinal del húmero respecto a la línea fisaria	Grados	Rango normal

			60-80°
--	--	--	--------

Análisis estadístico propuesto.

Se llevará a cabo para evaluar la relación entre la corrección de la línea humeral anterior y los resultados radiográficos en pacientes pediátricos con fracturas supracondíleas. Se utilizará la prueba de chi cuadrado de independencia para determinar si existe una asociación significativa entre la corrección de la línea humeral anterior y las variables categóricas (sexo, exposición, tipo de reducción, mecanismo de lesión y clasificación de Gartland). Aplicación: Se calculará el estadístico de chi cuadrado de independencia y se interpretará el valor p asociado para determinar la significancia de la asociación, considerando un $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Cronograma: Por etapas o meses de investigación

ACTIVIDADES	MESES						RESPONSABLE
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
Investigación de antecedentes	x						Dr. Carlos Miguel Solis Marquez

formulación de hipótesis	x						Dr Carlos Miguel Solis Marquez
Creación de marco teórico	x	x					Dr Carlos Miguel Solis Marquez
Recolección de base de datos	x	x					Dr Carlos Miguel Solis Marquez
Análisis estadístico			x	x	x		Dr Carlos Miguel Solis Marquez
Formato y entrega de tesis					x	x	Dr Carlos Miguel Solis Marquez

Logística

Recursos materiales: Expediente radiográfico SYNAPSE, Expediente electrónico del HCMH, Expedientes físicos del HCMH, Sistema operativo y suite Office de Windows.

Una vez que se aprobó por los comités pertinentes la revisión de los expedientes y datos clínicos de los pacientes se realizo una búsqueda en el expediente electrónico radiográfico SYNAPSE y el expediente electrónico de notas del Hospital Centenario

Miguel Hidalgo en se buscaron las notas de ingreso, nota prequirúrgica, nota postquirúrgica, egreso y ultima nota de seguimiento de acuerdo a la patología “Fracturas supracondíleas de humero pediátrico”, posteriormente se procedió a realizar un concentrado en el programa Excel de Windows para obtener las variables previamente mencionadas y realizar el escrutinio de criterios para el estudio, se encontraron un total de 28 expedientes para el periodo de 2013-2024 que cumplan con la calidad de datos requeridos, y posteriormente se aplico en su totalidad los instrumentos de medición para su ingreso al estudio.

Estadística inferencial

Prueba estadística de chi cuadrado de independencia y se interpretará el valor p asociado para determinar la significancia de la asociación, considerando un $p < 0.05$ como estadísticamente significativo

5.-ASPECTOS ETICOS

De acuerdo con las Definiciones de Riesgo de la Investigación del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud la investigación es clasificada sin riesgo al ser un estudio documental retrospectivo sin intervención sobre los individuos que participan.

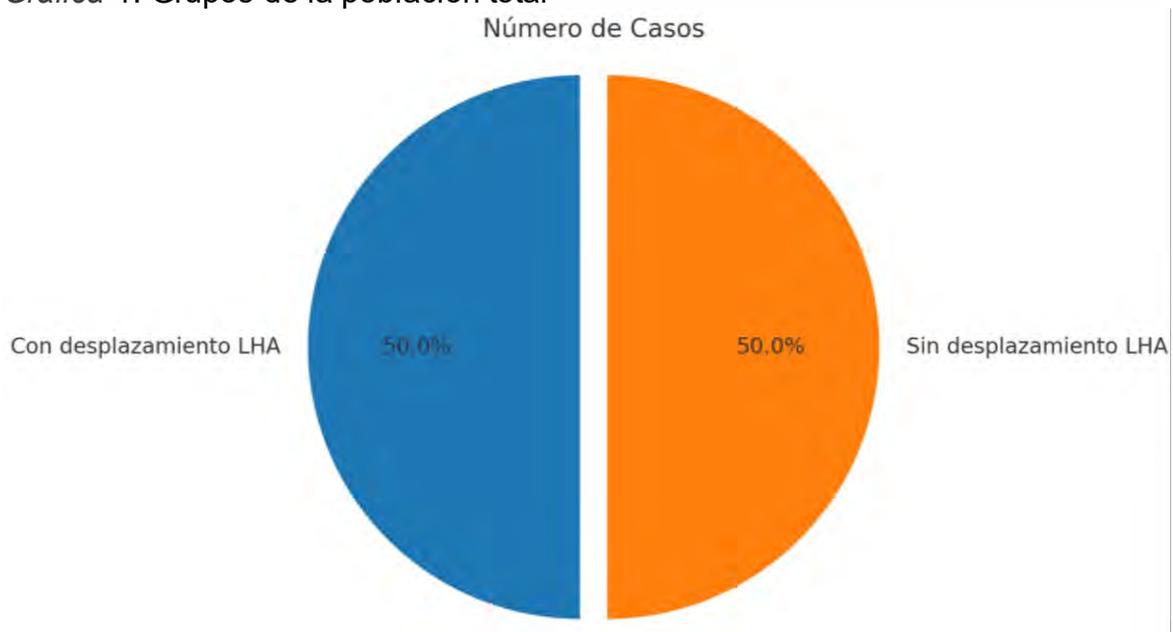
6.- RESULTADOS

El análisis se centró en la población de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, permitiendo un examen detallado de la remodelación ósea y la evolución radiográfica a lo largo del tratamiento. El enfoque riguroso resultó en una muestra de 28 expedientes, permitiendo una evaluación detallada de la clasificación Gartland y cambios en el ángulo de Baumann a lo largo del tratamiento de fracturas supracondíleas humerales en pacientes pediátricos.

Análisis Estadístico:

Se llevo a cabo un análisis de chi cuadrado de independencia de factores para evaluar los resultados obtenidos en

Grafica 1. Grupos de la población total



Variable de Estudio:

La variable principal de estudio fue el ángulo de Baumann, fue medido en los momentos prequirúrgico, postquirúrgico inmediato y en la radiografía más actualizada con datos de consolidación ósea y retiro de clavillos Kirschner.

Análisis de Chi cuadrado de independencia:

- Factor 1: Corrección de Línea Humeral Anterior
 - Grupo 1: Corrección implementada.

- Grupo 2: Sin corrección.

- Factor 2: Medición del ángulo de Baumann
 - Grupo 1: Normalidad
 - Grupo 2: Anormalidad

Donde:

- Hipótesis Nula (H0): No hay diferencia significativa en la proporción de ángulos de Baumann anormales entre los grupos que recibieron corrección de la línea humeral anterior y aquellos que no la recibieron en la radiografía postquirúrgica.

- Hipótesis Alternativa (H1): La corrección de la línea humeral anterior produce una proporción significativamente menor de ángulos de Baumann anormales en comparación con el grupo que no recibió corrección en la radiografía postquirúrgica siendo variables dependientes.

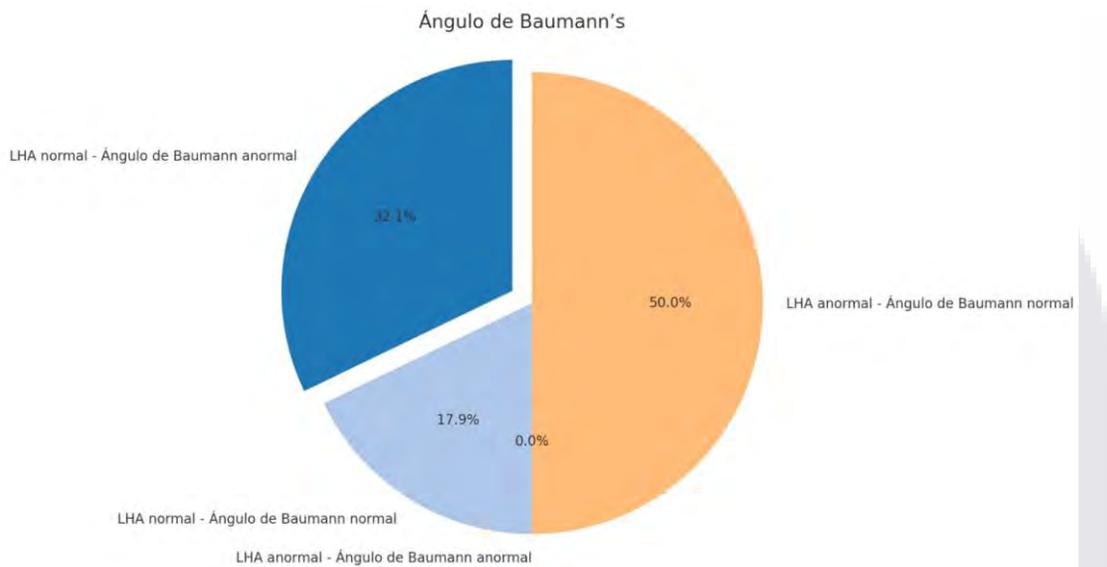
Esta formulación de hipótesis implica que la corrección de la línea humeral anterior se asocia con una mayor probabilidad de lograr la normalidad en el ángulo de Baumann, mientras que no corregirla resulta en una proporción significativamente mayor de ángulos anormales.

La muestra consistió en dos grupos, cada uno compuesto por 14 pacientes. Se dividió a los participantes en dos categorías distintas: aquellos que recibieron

corrección de la línea humeral anterior (Grupo 1) y aquellos que no la recibieron (Grupo 2).

Características de la Muestra:

Grafica 2. División de subgrupos de población



Grupo 1 (Corrección de la Línea Humeral):

- Número de Pacientes: 14
- Suma del Ángulo de Baumann: 1015
- Promedio del Ángulo de Baumann: 72.5

Grupo 2 (Sin Corrección de la Línea Humeral):

- Número de Pacientes: 14
- Suma del Ángulo de Baumann: 1110
- Promedio del Ángulo de Baumann: 79.28571429

Tabla 2. Tabla Cruzada

+		Angulo Baumann's		Total
		Anormal	Normal	
LHA	No	9	5	14
	Si	0	14	14
Total		9	19	28

Sumas de filas y columnas:

- Grupo 1: Total = 14
- Grupo 2: Total = 14
- Total columna A (Normal) = 19
- Total columna B (Anormal) = 9
- Suma total = 28

Frecuencias Esperadas

Con los cálculos anteriores, podemos observar la tabla con las frecuencias observadas (O) y las frecuencias esperadas (E):

Tabla 3. Tabla de frecuencias

	Ángulo de Baumann Normal	Ángulo de Baumann Anormal	Total
Grupo 1	O: 14, E: 9.5	O: 0, E: 4.5	14
Grupo 2	O: 5, E: 9.5	O: 9, E: 4.5	14

Frecuencias Esperadas

- Grupo 1 (Normal): 9.5
- Grupo 1 (Anormal): 4.5
- Grupo 2 (Normal): 9.5
- Grupo 2 (Anormal): 4.5

Estas frecuencias esperadas se utilizarán en el cálculo del estadístico chi-cuadrado, para comparar con las frecuencias observadas y determinar si hay una relación significativa entre las variables.

El cálculo estadístico dio un valor de $\chi^2 = 13.26$ con un grado de libertad =1 para una tabla 2x2 y se utilizara un grado de significancia de $\alpha = 0.05$ donde el valor critico es de 3.84 según la tabla de chi cuadrado.

Donde:

- $\chi^2 = 13.26 > \alpha = 3,84$

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- $13.26 > 3,84$

Valor de P:

- $P < 0.001$

Dado que el valor de χ^2 es mayor que el valor crítico α rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alternativa donde.

- Hipótesis Alternativa (H_1): La corrección de la línea humeral anterior produce una proporción significativamente menor de ángulos de Baumann anormales en comparación con el grupo que no recibió corrección en la radiografía postquirúrgica siendo variables dependientes.

Este resultado nos indica que existió una relación significativa entre la corrección de la línea humeral anterior y la corrección del Angulo de Baumann's tras la consolidación de la fractura, encontrando que el 100% de los pacientes que se corrigió consiguieron una ausencia de deformidades angulares con el tiempo de seguimiento dado, mientras que solo el 35.7% de los pacientes en los que no contaban con este parámetro se encuentran exentos de la deformidad angular.

7.- DISCUSIÓN

Las fracturas supracondíleas del humero pediátrico son una entidad de gran relevancia en el pasado, la actualidad y el futuro, dada sus cualidades epidemiológicas, con el crecimiento y urbanización de la sociedad esta enfermedad estará de la mano en el día a día del traumatólogo por lo tanto su tratamiento debe ser evaluado y sometido a juicio para no desestimar el impacto que tiene sobre el grupo poblacional que afecta, así como su importancia en un correcto desenvolvimiento en la sociedad de estos pacientes y su expectativa de desarrollo a futuro.

Como muchas patologías en nuestra área de trabajo tenemos herramientas fidedignas para dar un diagnóstico con certeza, calcular su gravedad y proponer su tratamiento, como a su vez evaluar y estimar la calidad del tratamiento ofrecido mediante la valoración del resultado conseguido y así poder inferir el grado de secuelas que un paciente tiene riesgo de presentar. (9) Murphy-Zane y colaboradores realizaron un estudio en donde evaluaron 50 fracturas supracondíleas humerales donde evaluaron la LHA para dar un Índice (AHL0, AHL pasa anterior al cóndilo; AHL1, tercio anterior del cóndilo; y AHL2, tercio medio del cóndilo), y así poder dar recomendaciones para el tratamiento (inmovilización con yeso vs. cirugía), reevaluando 4-6 semanas posteriores para evaluar la fiabilidad del índice de la línea humeral anterior, Al diferenciar entre AHL1 y AHL2, el acuerdo interobservador fue moderado con un valor de kappa de 0.55, pero al combinar HL1 y AHL2 (denominadas AHL1/2), el acuerdo interobservador se considera sustancial con un valor de kappa de 0.68, además de la confiabilidad intraobservador para la línea humeral anterior es casi perfecta con un valor de kappa de 0.83. ambas mediciones se encuentran en la normalidad y aseguran una calidad en el plano sagital de la reducción, los resultados sugieren que las mediciones de la línea humeral anterior son confiables tanto entre diferentes evaluadores como dentro del mismo evaluador, siendo esto un aspecto importante para la validez de los resultados y su aplicación en la práctica clínica, lo que nos comprueba que la medición transquirurgica de esta herramienta es fiable, dada las

condiciones intraoperatorias el aplicar esta herramienta nos asegura una calidad de nuestro tratamiento. (10) Calogero y colaboradores realizaron un estudio con 217 pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura supracondílea humeral donde comparó la confiabilidad inter e intraobservador de 4 observadores de la línea humeral anterior (LHA) con la clasificación de Gartland y el ángulo de Baumann en fracturas supracondíleas pediátricas. El estudio encontró que la AHL tenía una confiabilidad interobservador más alta (ICC = 0,87 para la primera evaluación y 0,80 para la segunda evaluación) en comparación con la clasificación de Gartland, que tenía un coeficiente kappa que oscilaba entre 0,73 y 0,61 para el tipo III, 0,65 y 0,61 para el tipo Ia y 0,43 y 0,26 para las fracturas de tipo IIb. Para el ángulo de Baumann mostró una confiabilidad interobservador de ICC = 0,74 para la primera recopilación de datos y 0,77 para la segunda recopilación de datos, esto indica que la AHL es más consistente y reproducible entre diferentes observadores, siendo una herramienta más confiable para evaluar las fracturas supracondíleas pediátricas. Kao HK y colaboradores (6) realizaron un estudio con 101 pacientes con diagnóstico de fractura supracondílea humeral sometidos a tratamiento quirúrgico mediante reducción cerrada y colocación de clavillos percutáneos, para posteriormente ser evaluados clínica y radiográficamente 3 meses a su tratamiento de acuerdo a la posición de la LHA, los niños con LHA anterior al capitellum tuvieron un menor ángulo de flexión del codo ($125,8^\circ$ frente a $131,2^\circ$, $p = 0,046$) y un menor rango total de movimiento del codo ($128,3^\circ$ frente a $135,7^\circ$, $p = 0,048$) que los niños con AHL que cruzaba el capitellum, esto demuestra la aplicación clínica de esta medición, teniendo un impacto en la vida diaria de los pacientes sometidos a esta intervención donde la LHA no fue obtenida según la sugerencia de la bibliografía.

8.- CONCLUSIONES

Nuestro estudio demuestra la relación entre la línea humeral anterior y los resultados radiológicos favorables en las fracturas supracondíleas de humero en el paciente pediátrico, además de ser sustentado en los datos que se encuentran en la bibliografía internacional podemos constatar que la corrección de este parámetro en la proyección lateral basándonos en la corrección de la deformidad en el plano sagital al momento de su tratamiento quirúrgico es una herramienta reproducible y accesible en cualquier centro traumatológico que trate este tipo de entidad patológica, siendo una guía útil para un desempeño adecuado de nuestra actividad como especialista en el sistema osteomuscular y que repercute favorablemente en el paciente infantil, lo cual no solo conlleva a un resultado radiológico adecuado en su evolución, si no también en el resultado funcional como lo constata la literatura médica actual en esta rama, esto nos habla de que el tener herramientas útiles y de fácil acceso para nuestro actuar médico nos acerca aún más a la meta de una atención de calidad para la población a nuestro cargo y un mejor uso y reconocimiento de nuestro sistema de salud.

9.- Glosario

1. Cabeza Radial:

Extremo proximal del radio que se articula con el húmero en la articulación del codo, permitiendo la rotación del antebrazo.

2. Cóndilo Humeral:

Superficie articular en el extremo distal del húmero que se articula con los huesos del antebrazo, formando la articulación del codo.

3. Diáfisis:

Parte central y alargada del hueso largo, que contiene médula ósea y proporciona soporte estructural.

4. Epitroclea:

Protuberancia ósea en la parte medial del cóndilo humeral, ubicada en el extremo distal del húmero, que sirve como punto de anclaje para músculos del antebrazo.

5. Epicóndilo:

Proyección ósea en la parte distal del húmero, por encima del cóndilo humeral, donde se insertan tendones de músculos del antebrazo. Existen epicóndilos medial y lateral.

6. Extensión:

Movimiento que aumenta el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, como en el caso de enderezar el codo.

7. Flexión:

Movimiento que disminuye el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, como en el caso de doblar el codo.

8. Fractura:

Ruptura o discontinuidad en la estructura ósea causada por un trauma o estrés excesivo. Puede variar en tipo y gravedad.

9. Fisis:

Cartílago de crecimiento situado entre la epífisis y la diáfisis de un hueso en desarrollo, donde ocurre el crecimiento longitudinal.

10. Gartland:

Sistema de clasificación para fracturas supracondíleas del húmero en pediatría, que incluye tres tipos: tipo I (no desplazada), tipo II (desplazada con soporte óseo) y tipo III (desplazada sin soporte óseo).

11. Húmero:

Hueso largo del brazo que se extiende desde el codo hasta el hombro, participando en la articulación del codo en su extremo distal y en la articulación del hombro en su extremo proximal.

12. Línea Humeral Anterior:

Línea imaginaria que ayuda a evaluar la alineación del húmero en radiografías, crucial para el posicionamiento en fracturas supracondíleas.

13. Núcleo de Osificación:

Punto de formación de hueso en un cartílago, que da lugar a la osificación y es crucial en el crecimiento y desarrollo de los huesos.

14. Olecranon:

Porción ósea prominente de la ulna (cúbito) en la parte posterior del codo, que forma parte de la articulación del codo.

15. Periostio:

Membrana fibrosa que recubre la superficie externa de los huesos, rica en nervios y vasos sanguíneos, y que juega un papel esencial en el crecimiento y la reparación ósea.

16. Supracondílea Humeral:

Tipo específico de fractura del húmero que ocurre justo por encima del cóndilo, común en niños y generalmente resultado de caídas sobre el codo.

17. Varo:

Desviación hacia adentro de una parte del cuerpo; en términos ortopédicos, se refiere a una posición en la que las partes distales de una extremidad se alejan del plano medio.

18. Valgo:

Desviación hacia afuera de una parte del cuerpo; indica que las partes distales de una extremidad se acercan al plano medio.

19. Carga Axial:

Fuerza aplicada a lo largo del eje de un hueso, que puede provocar compresión o tensión.

20. Ángulo de Baumann:

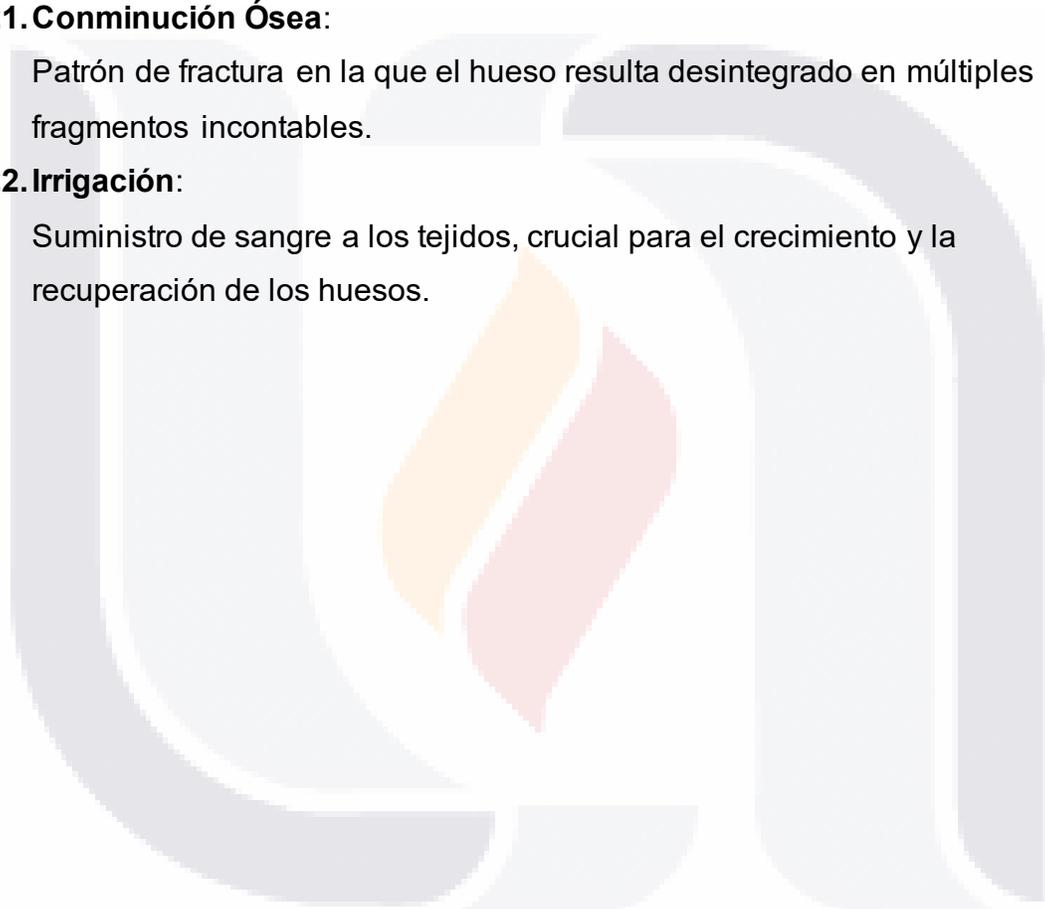
Medida radiográfica utilizada para evaluar el grado de deformidad en fracturas supracondíleas, calculada entre la línea del eje humeral y una línea dibujada en el eje del cúbito.

21. Conminución Ósea:

Patrón de fractura en la que el hueso resulta desintegrado en múltiples fragmentos incontables.

22. Irrigación:

Suministro de sangre a los tejidos, crucial para el crecimiento y la recuperación de los huesos.



10.- BIBLIOGRAFÍA

1. Subramanian S, Viswanathan VK. Bone Age. [actualizado 2023 Ene 16]. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Ene-. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537051/>
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Población de Aguascalientes. Cuentame. [accessed 2025 Jan 16]; Available from: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/ags/poblacion/default.aspx>.
3. Herman MJ, Boardman MJ, Hoover JR, Chafetz RS. Relationship of the anterior humeral line to the capitellar ossific nucleus: variability with age. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(9):2188-93. doi:10.2106/JBJS.H.01316.
4. Wilps T, Kaufmann RA, Yamakawa S, Fowler JR. Elbow biomechanics: bony and dynamic stabilizers. *J Hand Surg Am.* 2020. doi:10.1016/j.jhsa.2020.01.016.
5. Weinstein SL, Beaty JH, Kasser JR. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2022. p. 582.
6. Kao HK, Yang WE, Chen YC, Lee WC, Chang CH. Clinical significance of anterior humeral line in supracondylar humeral fractures in children. *Injury.* 2016. doi:10.1016/j.injury.2016.06.037.
7. Seo KB, Kim BS, Park YG, Lim C. Associated factor and long-term clinical outcomes for patients with postoperative rotational malreduction in pediatric supracondylar humeral fractures. *Medicina (Kaunas).* 2024 May 9;60(5):791. doi:10.3390/medicina60050791. PMID: 38792974; PMCID: PMC11123191.
8. Kropelnicki A, Ali AM, Popat R, Sarraf KM. Paediatric supracondylar humerus fractures. *Br J Hosp Med (Lond).* 2019 Jun 2;80(6):312-6. doi:10.12968/hmed.2019.80.6.312. PMID: 31180787.
9. Murphy-Zane MS, Pyle L. Reliability of the Anterior Humeral Line Index Compared With the Gartland Classification for Posteriorly Hinged

Supracondylar Humerus Fractures. *Orthopedics*. 2018;41(4):e502-e505. doi:10.3928/01477447-20180424-06. PMID: 29708571.

10. Calogero V, Aulisa AG, Careri S, Masci G, Mastantuoni G, Falciglia F, Toniolo RM. Evaluation of Gartland Classification, Baumann Angle and Anterior Humeral Line in Paediatrics Supracondylar Fractures: An Inter and Intra-Observer Reliability Study. *J Clin Med*. 2023;13(1):167. doi:10.3390/jcm13010167.
11. Wang JH, Morris WZ, Bafus BT, Liu RW. Pediatric Supracondylar Humerus Fractures. *J Pediatr Orthop*. 2017;1. doi:10.1097/BPO.0000000000001096
12. Kumar V, Singh A. Fracture Supracondylar Humerus: A Review. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(12):RE01-RE06. doi:10.7860/JCDR/2016/21647.8942.
13. Zhou Q, Kong Q, Gao B. Treatment of Gartland type II and III supracondylar fracture of humerus in children. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2018 Jun;32(6):698-702. doi: 10.7507/1002-1892.201710021. PMID: 29905047; PMCID: PMC8413995
14. Sato K, Mimata Y, Takahashi G, Murakami K, Ouchi S, Shiraishi H, et al. Validity of the distance between the anterior humeral line and capitellum as a quantitative measure of supracondylar humeral fracture in children. *Injury*. 2020. doi:10.1016/j.injury.2020.04.003.
15. Soldado F, Hodgson F, Barrera-Ochoa S, et al. Gartland Type-IV Supracondylar Humeral Fractures: Preoperative Radiographic Features and a Hypothesis on Causation. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2022;108(1):103049. doi:10.1016/j.otsr.2021.103049
16. Eguia FA, Gottlich CP, Vora M, Klyce W, Hassan S, Sponseller PD, Lee RJ. Radiographic assessments of pediatric supracondylar fractures and mid-term patient-reported outcomes. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(41):e22543. doi:10.1097/MD.00000000000022543.
17. Ojeaga P, Wyatt CW, Wilson P, Ho CA, Copley LAB, Ellis HB. Pediatric Type II Supracondylar Humerus Fractures: Factors Associated With Successful Closed Reduction and Immobilization. *J Pediatr Orthop*. 2020;40(8):e690-e696. doi:10.1097/BPO.0000000000001586.

18. Ismayl G, Kim WJ, Iqbal M, Sajid S. Early Versus Delayed Treatment for Gartland Type III Supracondylar Humeral Fractures in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *Indian J Orthop.* 2022;56(11):1871-1881. Published 2022 Sep 7. doi:10.1007/s43465-022-00734-0
19. Coupal S, Lukas K, Plint A, et al. Management of Gartland Type 1 Supracondylar Fractures: A Systematic Review. *Front Pediatr.* 2022;10:863985. Published 2022 May 19. doi:10.3389/fped.2022.863985
20. Shah M, Agashe MV. Supracondylar Humerus Fractures: Classification Based Treatment Algorithms. *Indian J Orthop.* 2020;55(1):68-80. Published 2020 Oct 22. doi:10.1007/s43465-020-00285-2.
21. Bălănescu R, Ulici A, Rosca D, Topor L, Barbu M. Neurovascular abnormalities in Gartland III supracondylar fractures in children. *Chirurgia (Bucur).* 2013;108(2):241-244.

11.- ANEXOS

Fractura supracondileas												
Numero	Exp	Edad	Sexo	Grado	PREQx	LHA	POSTQx	CONSOLIDACION	Meses	EXPUESTA	REDUCCION	PESO
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												