



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**“FACTORES DE RIESGO DE RESULTADOS NO
ADECUADOS EN FRACTURAS DIAFISOMETAFISARIAS
DE ANTEBRAZO PEDIÁTRICO. ESTUDIO DE COHORTE
RETROSPECTIVA.”**

Camilo Esteban Marín Tovar

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Especialidad en Ortopedia y Traumatología
Bogotá, Colombia

2024

**“FACTORES DE RIESGO DE RESULTADOS NO
ADECUADOS EN FRACTURAS DIAFISOMETAFISARIAS
DE ANTEBRAZO PEDIÁTRICO. ESTUDIO DE COHORTE
RETROSPECTIVA.”**

Camilo Esteban Marín Tovar

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Especialidad médica en Ortopedia y Traumatología

Director (a):

Doctor. John Fredy Castañeda López

Ortopedista – Cirujano de mano

Profesor asistente, Unidad de Ortopedia y traumatología UNAL

Codirector (a):

Doctor. Marco Tulio Mahecha Toro

Ortopedista – Ortopedista pediátrico

Profesor asistente, Unidad de Ortopedia y Traumatología UNAL

Línea de Investigación:

Ortopedia pediátrica

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Cirugía

Bogotá, Colombia

2024

Interaulas academiæ quære verum

A todos los que de alguna u otra manera han sido nuestros maestros. Padres, amigos, a mi amada Cronopio y en especial lugar, nuestros docentes.

No conocerás el miedo. El miedo mata la mente. El miedo es la pequeña muerte que conduce a la destrucción total. Afrontaré mi miedo. Permitiré que pase sobre mí y a través de mí. Y cuando haya pasado giraré mi ojo interior para escrutar su camino. Allá donde haya pasado el miedo ya no habrá nada. Solo estaré yo.

Frank Herbert

Resumen

Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva

Las fracturas del antebrazo son unas de las fracturas más comunes en la población pediátrica, siendo la fractura del tercio distal la más frecuente, haciendo de su manejo, seguimiento y entendimiento, determinantes de importancia para el cuidado de la salud. Dependiendo de su ubicación y su estabilidad estas pueden ser manejadas con inmovilización *in situ*, reducción cerrada e inmovilización o con diferentes técnicas quirúrgicas asociadas al uso de osteosíntesis, siendo la fijación percutánea con clavos de Kirschner y la fijación con clavos endomedulares elásticos estables los estándares de oro para las fracturas inestables metafisarias o diafisarias, respectivamente.

Sin embargo, para las fracturas que se ubican en la zona de transición diafisometafisaria, con un menor potencial de remodelación dada su distancia de la fisis y mayor inestabilidad por sus zonas de contacto cortical pequeñas, actualmente no se cuenta con un manejo quirúrgico óptimo estandarizado, así como tampoco se cuenta de manera clara cuáles son los factores asociados a la fractura, a su manejo y al paciente que son de importancia en el resultado final luego de ser intervenidas.

Con este estudio se buscará determinar cuáles son los factores que pueden tener relación a la obtención de resultados no adecuados en el tratamiento de las fracturas diafisometafisarias del antebrazo en la población pediátrica, para intentar indagar en cuáles errores evitar, cuáles variables se deben tener en cuenta previo al manejo y en cuáles pacientes enfocar mayor atención en el momento del seguimiento. De manera secundaria se buscará caracterizar a la población de pacientes con presencia de este

cuadro en un centro de referencia en manejo de fracturas en paciente pediátrico en el país.

Palabras clave: Paciente pediátrico, fracturas óseas, fracturas de antebrazo, fijación de fracturas.

Abstract

Risk Factors for Unfavorable Outcomes in Pediatric Diaphyseal-Metaphyseal Forearm Fractures: A Retrospective Cohort Study

Forearm fractures are among the most common fractures in the pediatric population, with distal third fractures being the most frequent. Their management, follow-up, and understanding are crucial determinants of healthcare. Depending on their location and stability, these fractures can be managed with in situ immobilization, closed reduction and immobilization, or various surgical techniques involving osteosynthesis. Percutaneous fixation with Kirschner wires and stable elastic intramedullary nail fixation are the gold standards for unstable metaphyseal or diaphyseal fractures, respectively.

However, for fractures located in the diaphyseal-metaphyseal transition zone, fractures with less remodeling potential due to their distance from the physis and increased instability due to small cortical contact areas, there is currently no standardized optimal surgical management. Additionally, it is not clear which factors related to the fracture, its management, and the patient are important for the final outcome after intervention.

This study aims to determine the factors that may be related to obtaining unfavorable outcomes in the treatment of diaphyseal-metaphyseal forearm fractures in the pediatric population. The goal is to identify errors to avoid, variables to consider before management, and which patients to focus on during follow-up. Secondarily, the study aims to characterize the population of patients with this condition in a pediatric fracture management center in the country.

Keywords: Pediatric patient, bone fractures, forearm fractures, fracture fixation.

Contenido

	Pág.
Introducción	1
1. Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva.	4
1.1 Resumen del proyecto	4
1.2 Objetivos propuestos	5
1.2.1 Objetivo principal	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Pregunta de investigación – hipótesis	6
1.4 Marco teórico	6
1.5 Metodología	10
1.5.1 Tipo de estudio	10
1.5.2 Población	10
1.5.3 Selección y tamaño de la muestra	10
1.5.4 Criterios de inclusión	11
1.5.5 Criterios de exclusión	11
1.5.6 Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de calidad de los datos	12
1.5.7 Tabla de variables	14
1.5.8 Procesamiento y análisis de muestra	22
1.6 Resultados	23
1.6.1 Características de los pacientes	23
1.6.2 Características de la fractura	24
1.6.3 Tratamiento y estabilización	25
1.6.4 Discusión	33
1.6.5 Conclusiones	39
A. Anexo: Método de substracción de cuadrados Lieber et al.	40
B. Anexo: Tabla de resultados de fracturas según Price et al.	41
Bibliografía	42

Introducción

Las fracturas en el antebrazo son una de las fracturas más comunes en la población pediátrica (1), son proporcionalmente mucho más comunes sobre el tercio distal, llegando a reportar hasta un 84% de las fracturas del antebrazo (2,3,4); estas pueden ser de tipo epifisiolisis con o sin cuña metafisaria como metafisarias puras (5). El manejo más implementado para las fracturas extraarticulares de este tipo de fracturas consiste en una reducción cerrada e inmovilización o una inmovilización in situ con posteriores seguimientos clínicos y radiográficos; esto gracias al gran potencial de remodelación y la alta tolerancia de deformidad que soportan los pacientes pediátricos en este segmento óseo (6). Si se cuenta con una desviación mayor a la tolerada una reducción debe ser llevada a cabo para evitar limitaciones funcionales futuras (1)(7), ante lo cual, y según las condiciones de estabilidad intraquirúrgicas, se deberá decidir si se requiere de algún método de fijación adicional. Se cuenta con diversas opciones según el tipo de fractura y la preferencia del cirujano (1)(6)(8).

A pesar de lo antes expuesto, existe un tipo de fractura dentro de este segmento que se encuentran en una zona de transición llamada *diafisometafisaria*, la cual cuenta con un potencial de remodelación disminuido con respecto a la metáfisis que se ubica más cerca a la fisis y, a su vez, cuenta con presencia de un diámetro más reducido en comparación a la metáfisis resultando en una aposición *hueso-hueso* menor luego de la reducción (1); aspectos que convierten a este segmento en una zona más propensa a presentar resultados insatisfactorios, incluyendo pérdidas de reducción, mala unión, limitaciones funcionales y requerimiento de reintervención, haciendo que el cirujano tienda a decidirse por una fijación definitiva, en vez de un manejo ortopédico (6)(9)(10)(14).

Se sabe que el manejo quirúrgico ideal o estándar de oro para el manejo de las fracturas más distales inestables (metafisarias distales) consta de una reducción cerrada y fijación percutánea con clavos de Kirschner, mientras que el estándar de oro para las fracturas más proximales, en la región diafisaria, consta de un manejo con enclavado endomedular flexible estable (ESIN, por sus siglas en inglés), demostrando buenos resultados con el paso del tiempo (1)(6)(8).

Sin embargo, a la hora de determinar un manejo estandarizado y uniforme para las fracturas diafisometafisarias inestables de radio no se cuenta con un consenso para tal fin (1), contando con diversas opciones quirúrgicas con resultados no definitivos, por el momento. Fractura que, a su vez, presenta una potencial tasa elevada de complicaciones postoperatorias luego de su intervención, resultado de las características propias antes descritas (1).

En el pasado se han realizado investigaciones por parte de algunos grupos con el ánimo de dilucidar cuáles son las formas más adecuadas de dar un manejo satisfactorio y uniforme a esta patología, brindando y exponiendo algunas opciones, así como mostrando factores que pueden guiar al manejo de la misma. Sin embargo, hasta el momento persiste la falta de consenso con respecto a su manejo definitivo e interrogantes sobre los factores que determinan el pronóstico y los resultados luego del tratamiento de esta patología.

Con el objetivo de ampliar el conocimiento sobre este tipo de fracturas, se llevó a cabo un estudio de investigación diseñado para identificar posibles factores asociados que puedan influir en los resultados después del manejo de esta patología. Se trata de un estudio de cohorte retrospectiva que incluyó a pacientes pediátricos con fracturas diafisometafisarias tratados en un centro médico de referencia en patología pediátrica, donde los especialistas en formación de ortopedia y traumatología realizan parte de sus prácticas.

1. Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva.

1.1 Resumen del proyecto

Las fracturas del antebrazo son unas de las fracturas más comunes en la población pediátrica, siendo las fracturas del tercio distal la más frecuente, haciendo de su manejo, seguimiento y entendimiento, determinantes de importancia para el cuidado de la salud. Dependiendo de su ubicación y su estabilidad estas pueden ser manejadas con inmovilización *in situ*, reducción cerrada e inmovilización o con diferentes técnicas quirúrgicas asociadas al uso de osteosíntesis, siendo la fijación percutánea con clavos de Kirschner y la fijación con clavos endomedulares elásticos estables los estándares de oro para las fracturas inestables metafisarias o diafisarias, respectivamente.

Sin embargo, para las fracturas que se ubican en la zona de transición diafisometafisaria, fracturas con un menor potencial de remodelación dado a su distancia de la fisis y una mayor inestabilidad por sus zonas de contacto cortical pequeñas, actualmente no se cuenta con un manejo quirúrgico óptimo estandarizado, así como tampoco se cuenta de manera clara cuáles son los factores asociados a la fractura, a su manejo y al paciente que son de importancia en el resultado final luego de ser intervenidas.

4 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Con este estudio se buscará determinar cuáles son los factores que pueden tener asociación a la obtención de resultados no adecuados en el tratamiento de las fracturas diafisometafisarias del antebrazo en la población pediátrica, para intentar indagar en cuáles errores evitar, cuáles variables se deben tener en cuenta previo al manejo y en cuáles pacientes enfocar mayor atención en el momento del seguimiento. De manera secundaria se buscará caracterizar a la población de pacientes con presencia de este cuadro en un centro de referencia en manejo de fracturas en paciente pediátrico en el país.

1.2 Objetivos propuestos

1.2.1 Objetivo principal

Identificar cuáles son los factores asociados a resultados no adecuados luego de realizar un manejo médico o quirúrgico de las fracturas de la zona de transición diafisometafisaria distal del antebrazo en población pediátrica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la población que cursa con fracturas diafisometafisarias de antebrazo presentadas en el centro donde se llevará a cabo el estudio.
- Determinar cuáles son los resultados de cada uno de los tipos de manejo de las fracturas diafisometafisarias evaluados en el estudio.
- Determinar los resultados funcionales con respecto a cada tipo de manejo evaluado.
- Determinar la incidencia de complicaciones relacionadas al manejo de fracturas diafisometafisarias de radio distal.

- Identificar las posibles complicaciones que se pueden presentar con respecto a cada método específico inmovilización o de fijación.
- Establecer si existen diferencias entre los pacientes a la hora de escoger entre los distintos métodos de fijación sobre otros y cómo influyen estos en el resultado final.

1.3 Pregunta de investigación – hipótesis

¿Cuáles son los factores asociados a resultados no adecuados luego de realizar un manejo médico o quirúrgico de las fracturas de la zona diafisometafisaria distal del antebrazo en población pediátrica?

Hipótesis: los factores (variables) analizados en el estudio (demográficos, en relación a la fractura y a su manejo), influyen de manera significativa en los resultados obtenidos luego del manejo de las fracturas diafisometafisarias distales de radio.

1.4 Marco teórico

Las fracturas del antebrazo son unas de las lesiones más comunes en el paciente pediátrico, un 38% del total de las fracturas (1). De estas, aproximadamente el 75% a 84% ocurren en el tercio distal del antebrazo (2,3,4). Según el grupo de expertos pediátricos de la AO, estas fracturas son descritas como fracturas epifiso-metafisarias distales, correspondientes al numeral AO 23 dentro de su sistema de clasificación (5), en las cuales se incluyen la epifisiolisis, con o sin cuña metafisaria, y las fracturas metafisarias puras. Dentro de las fracturas metafisarias estas son en su mayoría por compresión (torus) en pacientes menores de 10 años y fracturas completas en pacientes luego de los 10 a 12 años de edad (1).

6 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

El objetivo principal del manejo de las fracturas en el antebrazo distal de los pacientes pediátricos consiste en evitar limitaciones permanentes de la prono-supinación y la presencia de deformidades clínicamente inaceptables. Objetivo que tradicionalmente se ha obtenido por medio de reducción cerrada e inmovilización con yeso, dada la excelente capacidad de remodelación que presenta este segmento óseo en el grupo de pacientes en edad pediátrica (por su cercanía a la fisis)(6). Sin embargo, y dado a un cambio en el estilo de vida, en la tecnología de implantes y requerimientos de la sociedad, el manejo quirúrgico y fijación de las fracturas de antebrazo distal ha adquirido más importancia, principalmente en el manejo de los casos complejos (6). Si se cuenta con una desviación mayor a la tolerada, según la edad del paciente, una reducción debe ser llevada a cabo para evitar limitaciones funcionales futuras (7), ante lo cual, y según las condiciones de estabilidad posterior a la reducción, se deberá decidir si se requiere de algún método de fijación adicional (1).

En el caso de las fracturas metafisarias más distales y en las diafisarias más proximales, se cuenta con un estándar de oro para su manejo: Clavos de Kirschner y enclavado endomedular elástico estable, respectivamente (6)(8). No obstante, y dado a sus particularidades propias, no se cuenta con un algoritmo de manejo uniforme para las fracturas inestables sobre el área transicional *diafisometafisaria* distal del radio.

Según la clasificación internacional de la AO, la metáfisis está definida como el cuadrado sobre las placas epifisarias distales de ambos huesos del antebrazo en la radiografía AP de muñeca (5), dejando a un lado una definición específica para la zona de transición. Lieber et al, con el objetivo de crear una base reproducible de evaluación de este fragmento la definió como el segmento restante luego de la sustracción distal del cuadrado de la epífisis del radio al cuadrado de ambas epífisis (1); definición ya utilizada por diversos autores para el desarrollo de sus trabajos. Zona que también puede ser identificada radiológicamente por un aumento en su estructura cortical.

Dado el gran potencial de regeneración y la baja incidencia de defectos funcionales sobre la muñeca, los grados de tolerancia de deformidad para las fracturas metafisarias llegan a ser tan altos como 30° en el plano sagital en menores de 10 años, de 20° en mayores de 10 años, y hasta 10° antes de 2 años del cierre fisario, y de hasta 10° en el plano frontal antes de 2 años del cierre fisario. Mientras tanto, en el plano sagital es de 10° antes de los 10 años y hasta 5° antes de los 2 años del cierre fisario cuando se trata de fracturas diafisarias del antebrazo (12).

Para la zona transicional no se cuentan con valores específicos; ante lo cual algunos autores, dada la distancia aumentada en comparación a la región puramente metafisaria de la placa fisaria y debido a la progresiva disminución del potencial de remodelación observada con el aumento de la edad, recomiendan asignar valores de tolerancia metafisarias a los pacientes menores de 10 años y valores de tolerancia diafisarios a aquellos mayores de 10 años (1).

Típicamente, en los estudios que abordan las fracturas diafisometafisarias distales del antebrazo, se suele recomendar la intervención quirúrgica con fijación estable en los casos de desplazamiento superior al 100%, explicado por la pérdida completa del periostio. Asimismo, se considera necesario el abordaje quirúrgico con fijación estable en situaciones donde se presenta una angulación mayor a 20° que no pueda corregirse de manera adecuada mediante reducción cerrada. Otros criterios para la intervención quirúrgica incluyen lesiones irreductibles, fracturas abiertas, presencia de lesiones neurovasculares asociadas y en los casos de codo flotante (6)(9)(10).

La elección del método de fijación en las fracturas diafisometafisarias distales del antebrazo sigue siendo objeto de debate, con la existencia de diversas opciones que muestran resultados variables según el tipo de fractura y las series evaluadas. Entre los enfoques quirúrgicos más destacados se encuentra la fijación con ESIN (clavo elástico

8 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

endomedular estable, por sus siglas en inglés), especialmente útiles en trazos más proximales, requiriendo tres puntos de apoyo para un funcionamiento óptimo, lo cual puede ser desafiante en fracturas diafisometafisarias. Otra alternativa es la fijación con S-ESIN (clavo corto endomedular estable), que utiliza dos clavos elásticos cortos solo en la región distal. También se emplea la fijación percutánea con clavos de Kirschner, con modificaciones necesarias debido a las dificultades inherentes al tipo de lesión, como la distancia del segmento fracturado respecto al punto de entrada del clavo, el diámetro del fragmento proximal y la dureza de la corteza. Por último, la fijación intramedular transepifisaria con clavos de Kirschner, combinando los principios de los métodos anteriores con una inserción inicial más distal sobre la apófisis estiloides del radio (con requerimiento de un paso transepifisario) y un posicionamiento proximal sobre la cavidad endomedular, logrando así tres puntos de apoyo (en la epífisis distal, la corteza del fragmento distal y proximal de manera endomedular) para lograr alineaciones adecuadas. No obstante, este enfoque requiere el uso adicional de un yeso o férula para obtener estabilidad rotacional adecuada (13)(8)(1).

También se contempla el empleo del fijador externo en casos de fracturas inestables con presencia de gran conminución, fracturas abiertas o con un fragmento en cuña en flexión. No obstante, es crucial tener en cuenta el riesgo de infección asociado al cuidado de los pines del fijador, especialmente cuando se requiere un uso prolongado, así como la necesidad de anestesia para su posterior retirada. Por último, se evalúa la opción de placas de osteosíntesis; sin embargo, en la actualidad, no son consideradas como primera línea de tratamiento para fracturas con fisis abiertas debido a su elevada tasa de complicaciones derivadas de la manipulación de los tejidos blandos (rigidez posoperatoria), siendo estas recomendadas exclusivamente en pacientes con un potencial de remodelación limitado (1).

A partir de lo expuesto, se revela la complejidad que implica abordar las fracturas diafisometafisarias distales en el antebrazo pediátrico, dada la falta de un enfoque estandarizado. Se hace imperativo considerar diversos factores, como el tipo de fractura,

la estabilidad post-reducción, la distancia desde el foco de fractura, la edad del paciente y su capacidad de remodelación, para tomar decisiones acertadas sobre el tratamiento. La abundancia de variables asociadas a las fracturas (la *personalidad* de la fractura) dificulta la obtención de resultados satisfactorios, incluso cuando se aplican con precisión las técnicas disponibles. Este escenario abre un amplio campo para la acumulación de conocimientos y la comprensión de esta patología.

1.5 Metodología

1.5.1 Tipo de estudio

Estudio observacional analítico de tipo cohorte retrospectiva.

1.5.2 Población

Pacientes en edades entre 6 y 17 años, con diagnóstico de fractura diafisometafisaria distal de antebrazo tratados en la Fundación Hospital Pediátrico la Misericordia, Bogotá, Colombia, durante el periodo comprendido entre enero del 2017 y junio del 2023.

1.5.3 Selección y tamaño de la muestra

La población de estudio para el presente trabajo está compuesta por los pacientes pediátricos con diagnóstico de fractura diafisometafisaria distal de antebrazo.

10 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Tamaño de la muestra: se incluyeron los pacientes en edad pediátrica ingresados a la Fundación Hospital Pediátrico la Misericordia, con el diagnóstico propuesto hasta completar el tamaño de muestra que para el presente estudio se calculó en 53 pacientes acorde al método de Fleiss. ($n=Z^2 \cdot p \cdot q / d^2$, tomando como prevalencia de la lesión 0,1% según estudios internacionales. Donde $Z= 0,96$, $p=0,05$, $q=0,95$, $d=0,05$).

1.5.4 Criterios de inclusión

- Pacientes de ambos sexos entre 6 y 17 años con fracturas diafisometafisarias distales de antebrazo.
- Pacientes con tratamiento por parte de Ortopedia iniciado en la Fundación Hospital Pediátrico la Misericordia.
- Pacientes con seguimiento mínimo por seis meses.
- Pacientes con familiares que han aceptado el manejo propuesto por parte del equipo de Ortopedia y Traumatología en la Fundación Hospital Pediátrico la Misericordia.
- Pacientes ingresados y tratados únicamente por la patología del aparato musculoesquelético.

1.5.5 Criterios de exclusión

- Pacientes con fracturas en hueso patológico o por fragilidad.
- Pacientes con lesión neurovascular asociada.
- Presencia de codo flotante.
- Lesión fisaria.
- Luxación articular asociada.

- Fracturas segmentarias.
- Politrauma.
- Pacientes con comorbilidades o patologías asociadas de importancia que hayan impedido un manejo usual de la patología.

1.5.6 Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de calidad de los datos

Dos investigadores se encargaron de realizar una selección entre las historias clínicas de los pacientes que hayan sido manejados (de manera ortopédica o quirúrgica) en la Fundación Hospital Pediátrico la Misericordia entre enero del 2017 y junio del 2023, por diagnóstico de fracturas diafisometafisarias distales de antebrazo y hayan tenido un seguimiento mínimo de seis meses. Las historias clínicas fueron seleccionadas a partir de algunos datos presentes en las bases de datos del servicio de Ortopedia y Traumatología realizadas para estudios en relación con la misma patología, así como a partir de una búsqueda activa de historias clínicas usando los códigos CIE 10: Traumatismo del antebrazo y del codo (Fractura del antebrazo S 52), Traumatismo de la muñeca y de la mano (Fractura en el ámbito de la muñeca y de la mano S62).

De manera simultánea, dos investigadores se encargaron de realizar la búsqueda de las imágenes radiológicas de los pacientes, todas las imágenes radiográficas fueron obtenidas digitalmente las cuales debieron concordar con el diagnóstico imagenológico de fracturas diafisometafisarias distales de antebrazo (definido por medio del método de sustracción de cuadrados descrito por Lieber et al. (**Imagen 1-1**))

12 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

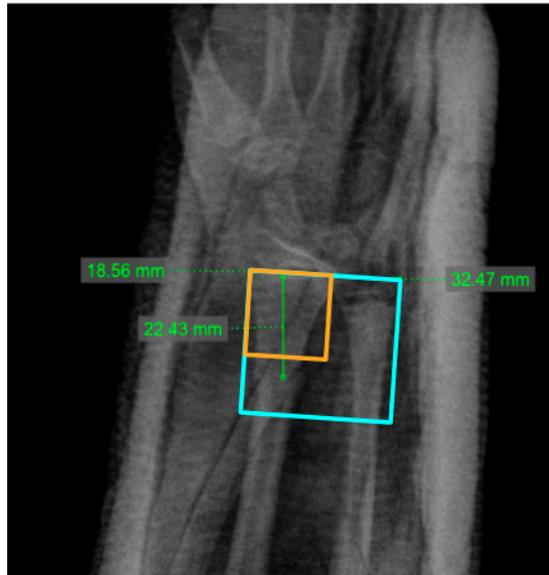


Imagen 1-1: método de substracción de cuadrados, Lieber et al.

Dos investigadores revisaron las historias clínicas de seguimiento realizado a los pacientes por los diversos profesionales en Ortopedia y Traumatología de las instituciones. Posteriormente, los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión serán divididos inicialmente entre pacientes que presenten malos resultados y pacientes que no presenten malos resultados posteriores al manejo de la fractura. Con la finalidad de evitar sesgos de relacionados a patologías que puedan alterar los resultados de las fracturas diafisometafisarias se excluyeron pacientes con presencia de fracturas patológicas o por fragilidad, lesión neurovascular asociada, presencia de codo flotante, lesión fisaria, fracturas segmentarias.

Dos cirujanos ortopédicos tomaron y tabularon las medidas propuestas de las radiografías iniciales y de seguimiento, mediante el uso de herramientas digitales

debidamente calibradas, para obtener las medidas en milímetros y grados con aras de evitar sesgos de medición. Una vez evaluadas todas las historias clínicas e imágenes los datos se registraron en un formato de captura de información en Excel para realizar su posterior análisis.

1.5.7 Tabla de variables

Para el presente estudio **malos resultados** se definieron como la presencia de alguna de las características que se definen en la siguiente tabla de variables en el apartado de malos resultados.

Esta variable se considerará como variable dependiente o de tipo respuesta y se definirá como tipo dicotómica SÍ o NO. (0-1): contra la cual se compararán las diferentes covariables para determinar si existe o no influencia de las mismas en esta.

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio

<i>Variables incluida en el estudio</i>			
Nombre de la Variable	Descripción	Tipo de Variable	Valores
Factores en relación con el paciente			
Edad	Edad registrada en la historia clínica de cada paciente	Cuantitativa continua	N: edad en años
Sexo	Sexo registrado en la historia de cada paciente	Cualitativa ordinal dicotómica	Masculino / femenino

14 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Factores en relación con la fractura

Tipo de fractura	Grado de angulación del trazo de fractura con respecto a la perpendicular del eje longitudinal del radio	Cualitativa ordinal dicotómica	N: menor a 30°: transversal Mayor a 30°: oblicua
Angulación inicial de segmento distal	Angulación del segmento distal con respecto al eje longitudinal del segmento proximal del radio	Cuantitativa continua	N: ángulos en grados
Porcentaje de traslación	Valor medida como la distancia en milímetros de traslación sobre el ancho del hueso en el sitio de fractura multiplicado por 100; medidos en el plano AP y sagital	Cuantitativa continua	Número en porcentaje
Cabalgamiento	Medida en milímetros de aposición entre las corticales del segmento proximal y el segmento distal	Cuantitativa continua	Número en milímetros
Conminución	Presencia de 3 o más segmentos fracturarios	Cualitativa ordinal dicotómica	Conminuta o no conminuta
Fractura asociada de la ulna al mismo nivel	Presencia de fractura asociada de la ulna ipsilateral al mismo nivel de la fractura de radio	Cualitativa ordinal dicotómica	Presencia de fractura de ulna al mismo nivel, o no presencia de fractura de ulna al mismo nivel (si/no)

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Fractura asociada de la ulna al distinto nivel	Presencia de fractura asociada de la ulna ipsilateral a distinto nivel de la fractura de radio	Cualitativa ordinal dicotómica	Presencia de fractura de ulna a distinto nivel, o no presencia de fractura de ulna a distinto nivel (si/no)
Fractura aislada de radio	Presencia de fractura aislada distal del radio sin relación a fractura en otro segmento óseo del miembro superior ipsilateral	Cualitativa ordinal dicotómica	Presencia de fractura aislada de radio o no presencia de fractura aislada de radio (si/no)
Cociente del fragmento distal del radio	Distancia desde el punto más distal del radio hasta el trazo de fractura sobre la distancia total del radio	Cualitativa ordinal no dicotómica (Politémica)	Menor a 0.25 Entre 0.25 y 0.30 Mayor a 0.30
Mecanismo de fractura	Evento causal de la fractura	Cualitativa ordinal no dicotómica (Politémica)	Caída de altura sobre miembro superior en extensión. Accidente de tránsito. Trauma contuso. Herida por arma de fuego

16 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Factores en relación con el manejo

Reducción cerrada sin anestesia e inmovilización	Reducción cerrada sin anestesia e inmovilización	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Reducción cerrada con anestesia e inmovilización	Reducción cerrada bajo anestesia e inmovilización	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Tipo de inmovilización	Inmovilización con yeso cerrado o férula pinza de azúcar	Cualitativa ordinal dicotómica	Yeso cerrado o férula pinza de azúcar
Clavos de Kirschner percutáneos	Enclavado con clavos de K respetando fisis distal	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Clavos percutáneos transepifisarios	Clavo endomedular transepifisarios con inserción distal atravesando fisis con paso endomedular de clavo sobre segmento proximal	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Enclavado endomedular elástico estable	Fijación de fractura por medio de enclavado endomedular elástico de cualquier material	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Tutor externo	Reducción y fijación de fractura con uso de tutor externo	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Placa de osteosíntesis	Reducción abierta y fijación de fractura con uso de placa de osteosíntesis	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no
Requerimiento de fijación híbrida en caso de fractura de radio y cúbito, combinación de estrategias	Requerimiento de combinación de métodos de reducción y fijación, dados por fracturas simultáneas de radio y cúbito	Cualitativa ordinal no dicotómica (Politómica)	Clavo(s) liso(s)/ortopédico, clavo(s) liso(s)/clavo(s) liso(s), clavo(s) liso(s)/clavo elástico, clavo(s) liso(s)/placa, clavo(s) liso(s)/fijador externo, clavo elástico/ortopédico, clavo elástico/placa, clavo elástico/fijador externo, placa/ortopédico, placa/fijador externo, fijador externo/ortopédico, no combinación de estrategias

18 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Deformidad residual posproducción	Angulación segmento distal inmediata post reducción.	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
	Desplazamiento del segmento distal inmediatamente post reducción	Cualitativa ordinal dicotómica	
	Cabalgamiento inmediatamente post reducción	Cualitativa ordinal dicotómica	
Resultado			
Buenos resultados	Recuperación completa de la movilidad del antebrazo sin presencia de deformidades cosméticas asociadas, con evidencia de una adecuada consolidación ósea y una alineación de la fractura comprendida dentro de los límites de consolidación de la fractura	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
Malos resultados			
Retraso de la consolidación	Ausencia de signos de consolidación ósea tras tres meses del manejo de la fractura	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
No unión	Ausencia de signos de consolidación luego de 6 meses tras el manejo de la fractura	Cualitativa ordinal dicotómica	Sí o no

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Pérdida de la reducción	Pérdida de la reducción posterior al manejo en fracturas donde todavía no se evidencien signos de consolidación y se asocien a una deformidad residual fuera de los rangos de aceptación: en menores de 10 años con valores de tolerancia metafisarios (hasta 30° en el plano sagital y 10° en el plano frontal) y en mayores de 10 años con valores de tolerancia diafisarios (hasta 5° en el plano sagital y el frontal)	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
Limitación de los rangos de movilidad	Limitación de la pronosupinación del antebrazo, tomando como valores normales 90° de supinación y 85° de pronación. Valorada en el seguimiento a los 6 meses o posterior.	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no

20 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

Tabla 1-1: Variables incluidas en el estudio (continuación)

Resultados funcionales según criterios de Price et al	Determinados como resultados excelentes: No presencia de dolor o molestias con actividades forzadas y/o limitación de la pronosupinación menor o igual a 15°; buenos resultados: Presencia de dolor leve con actividades forzadas y/o limitación de la pronosupinación de 15 a 30°; resultados regulares: Presencia de dolor leve con actividades cotidianas y/o limitación de la pronosupinación de 30 - 90°; Malos resultados: otros resultados	Cualitativa ordinal no dicotómica (Politómica)	Excelente. Buenos. Regulares. Malos.
Mala unión	Signos de consolidación en tres corticales con valores de angulación fuera de los rangos de aceptación o una traslación dada por un desplazamiento $\geq 50\%$	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
Reintervención temprana menor a 2 semanas	Requerimiento de reintervención antes de pasadas dos semanas tras tratamiento definitivo inicial	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no
Reintervención tardía,	Requerimiento de reintervención luego de pasadas dos semanas	Cualitativa ordinal dicotómica	Si o no

mayor a 2	tras tratamiento definitivo
semanas	inicial

1.5.8 Procesamiento y análisis de muestra

Inicialmente se realizó un análisis descriptivo, para el estudio y caracterización de la población de estudio, realizando un análisis univariado donde se presentaron los resultados en porcentajes y tablas de frecuencia para las variables cualitativas, y en promedios y medidas de tendencia central para las variables cuantitativas si son normales, o medianas y rangos intercuartílicos si su distribución es no normal. Se determinó la normalidad de las variables cuantitativas a través de la prueba de tipo Shapiro Wilk y Kolmogorov Smirnov.

Se propuso realizar un análisis inferencial, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las variables y sus relaciones con la variable dependiente o presencia de mal resultado. Para esto se realizaron pruebas tipo t de student o ANOVA en caso de encontrar normalidad, o de tipo Kruskal Wallis o Wilcoxon si son de distribución no normal para las variables cuantitativas y de tipo chi cuadrado para las variables cualitativas. Se determinó si existe una significancia estadística mediante los intervalos de confianza al 95% y el valor de $p < 0,05$.

Se realizó un análisis multivariado donde se establecieron las correlaciones entre las diferentes variables y se evaluarán las posibles agrupaciones o clúster de agrupación de los diferentes factores diagnósticos. Se propuso realizar un análisis mediante un modelo de regresión logística donde se relacionarán las variables independientes con la variable de mal resultado buscando determinar la relación entre estas mediante el cálculo del Odds Ratio (OR) para cada una y establecer si se comportan como factores asociados a un mal resultado.

Por último, se propuso realizar otros modelos estadísticos de regresión y clasificación para tratar de determinar la probabilidad de predicción de resultados buenos o malos en relación a las co-variables como modelos de Bayesiano ingenuo, random forest (árboles de decisión), modelos lineales generalizados simples y aditivos, y modelo de tipo K-n vecinos, de los cuales se elegiría el que mejor se adapte a los objetivos propuestos y el que tenga un mejor ajuste de los datos a través de los criterios de AIC y BIC. Acorde a los resultados obtenidos se realizaron pruebas de simulación y predicción del modelo de diagnóstico. Para el análisis y procesamiento de los datos se utilizará el software estadístico libre R versión 4.1.2. (15)

1.6 Resultados

Tras realizar la clasificación y tamización de los casos almacenados en las bases de datos, se logró la inclusión de un grupo de estudio compuesto por una muestra de 84 pacientes. Estos individuos presentaban fracturas diafisometafisarias distales del radio y recibieron tratamiento en el centro hospitalario objeto de la investigación.

1.6.1 Características de los pacientes

En referencia a la distribución por género, se evidenció un marcado predominio del género masculino, representado por un total de 70 casos, lo que constituye el 82% de la muestra. La edad media al momento del tratamiento se situó en 10.62 +/- 2,911 años (**Tabla 2-1**). Cabe destacar que todos los casos fueron manejados de manera intrahospitalaria, ya fuese en el servicio de urgencias o en el quirófano. Es relevante señalar que, aparte de la aplicación de una inmovilización inicial, ninguno de los

pacientes incluidos recibió tratamiento ortopédico o quirúrgico previo a su ingreso al centro hospitalario.

Tabla 2-1

Características demográficas, mecanismo de la lesión, características de la fractura

	n (%)
Demográficas	
Hombres	70 (82,4%)
Mujeres	15 (17,6%)
Lateralidad derecha	28 (32,9%)
Lateralidad izquierda	57 (67%)
Abierta	7 (8,2%)
Mecanismo	
Caída de altura	84 (98,8%)
Mordedura	1 (1,2%)
Fractura	
Traza transverso	81 (95,3%)
Traza oblicuo	4 (4,7%)
Conminución	0 (0%)
Cabalgamiento	30 (35,3%)
Fractura de ulna	53 (62,4%)

1.6.2 Características de la fractura

Las fracturas diafisometafisarias distales de radio en la población estudiada mostraron ser mayormente atribuibles a caídas desde altura, siendo este el mecanismo causante en el 98,8% de los casos (84 individuos). Estas caídas, en su mayoría, estuvieron asociadas a actividades recreativas o deportivas, aunque no se encontró especificación alguna en

24 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

las historias clínicas respecto a si dichas actividades estaban vinculadas a algún deporte formal de carácter profesional o competitivo. Se destacó un singular caso de fractura derivada de una mordedura por perro.

Asimismo, en lo que respecta a la lateralidad, se observó un evidente predominio hacia el lado izquierdo, con un total del 67% (57 casos) de las fracturas.

Se pudo constatar que el tipo de trazo de fractura más predominante fue el transversal, evidenciándose en el 95,3% (81 casos), mientras que solo se registraron 4 casos (4,7%) con la presencia de un trazo oblicuo. No se identificó ningún caso de conminación en los pacientes evaluados. De los 85 casos evaluados, 7 correspondieron a fracturas abiertas (8,23%); todos ellos recibieron un manejo integral específico para este tipo de fracturas.

El 62,4% (53 casos) presentaron una fractura asociada de cúbito, ya sea a un nivel diferente o al mismo nivel de la fractura del radio. Además, el 54,12% de las fracturas exhibieron algún grado de traslación en el plano anteroposterior, lateral o en ambos planos. Se registraron 30 casos (35,3%) con presencia de cabalgamiento entre los segmentos fracturados.

1.6.3 Tratamiento y estabilización

En total, 60 de las 85 fracturas diafisometafisarias de radio (70,5%) fueron abordadas exclusivamente mediante reducción cerrada. De estos casos, 15 (17,6%) fueron manejados en la sala de urgencias, mientras que 45 (52%) fueron llevados a reducción cerrada realizada bajo anestesia en salas de cirugía. En relación con las 58 fracturas de cúbito asociadas, 43 recibieron manejo con reducción cerrada sin la aplicación de ningún tipo de fijación. Es importante señalar que todas las fracturas tratadas únicamente con reducción cerrada fueron inmovilizadas con una férula de antebrazo en forma de pinza de azúcar, siguiendo los protocolos establecidos por el servicio de ortopedia en la institución.

Con respecto al tipo de estabilización empleado (**Figura 1-1**), se observa que el 18% de los casos (16 fracturas de radio) fueron estabilizados con placa y tornillos, siendo esta la modalidad de estabilización más utilizada en la institución para el manejo de fracturas diafisometafisarias. En contraste, 5 fracturas (4,7%) fueron estabilizadas con clavos percutáneos, de las cuales 3 (3,5%) presentaron un punto de entrada metafisario y 2 (2,4%) un punto de entrada transepifisario. Finalmente, 4 casos (4,7%) fueron tratados mediante un sistema de fijación endomedular elástica (**Imagen 2-1**). En relación con las fracturas asociadas de cúbito, el sistema de estabilización más común fue el uso de clavos, 14 fracturas, y un caso en el que se empleó placa y tornillos.

Figura 1-1: Tipos de manejo del Radio

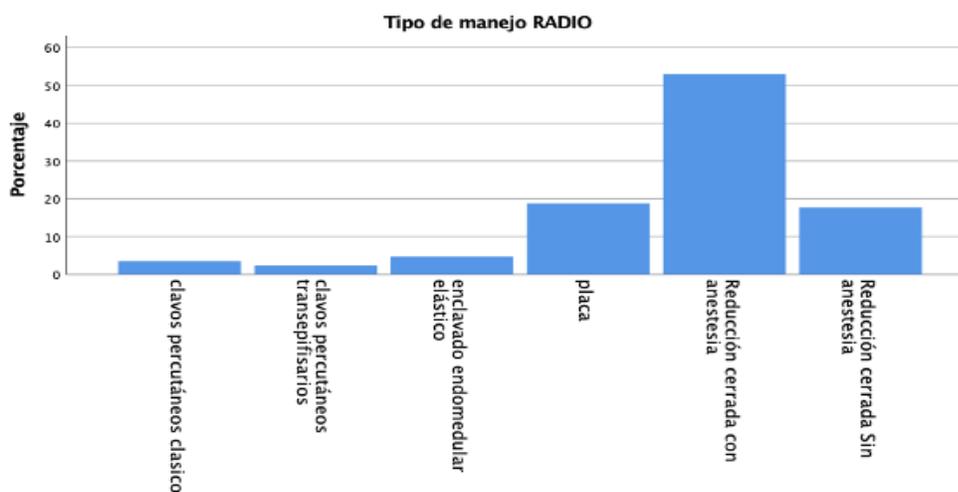
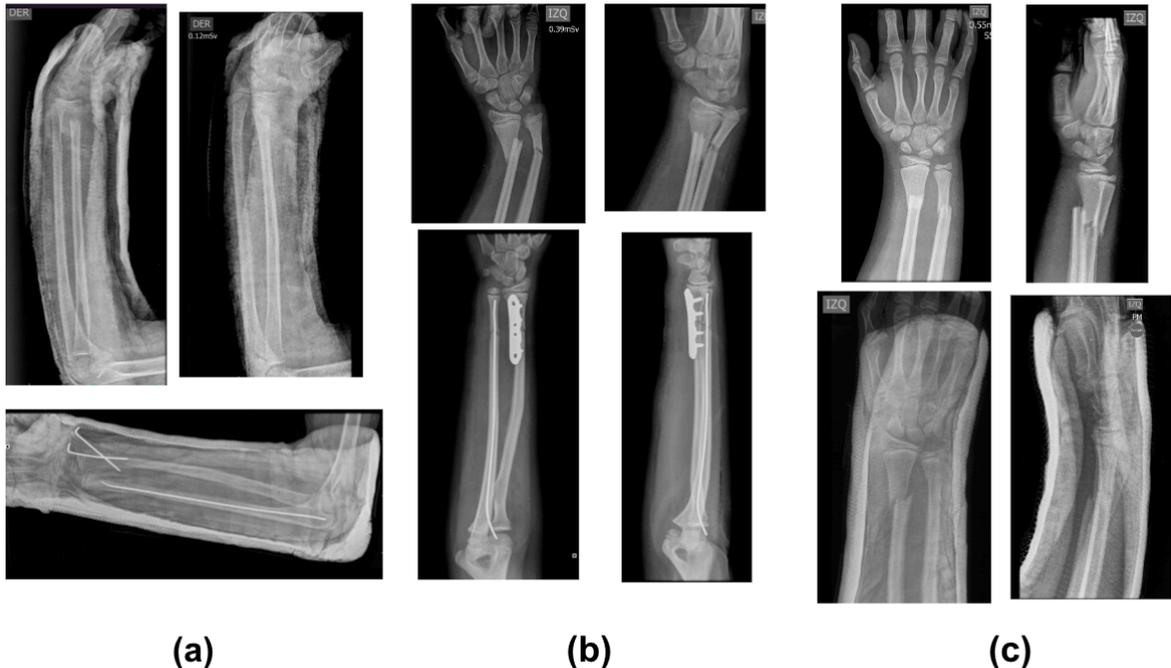


Imagen 2-1: Tratamiento fracturas diafisometafisarias.



(a) Femenina de 10 años con fractura diafisometafisaria de radio y cúbito a distinto nivel secundario caída. Radio manejado con reducción cerrada, clavos percutáneos en el radio y el cúbito con enclavado endomedular. Presentó buenos resultados tras finalizar el seguimiento, evidenciando solamente leve dolor al realizar esfuerzos. (b) Masculino de 9 años con fractura por caída de altura, con fractura de cúbito asociada. Se dio manejo del radio con reducción abierta y fijación con placa, el cúbito fue estabilizado enclavado endomedular. Presentó buenos resultados, sin mención de complicaciones durante el seguimiento. (c) Femenina de 9 años de edad con fractura de radio y cúbito, manejada con reducción cerrada e inmovilización con pinza de azúcar. Al finalizar el seguimiento con excelentes resultado, sin mención de complicaciones.

- **Complicaciones**

Durante el seguimiento, se identificaron 22 complicaciones en 20 pacientes (23%), la mayoría de las cuales requirieron de una reintervención, ya sea de manera temprana (en los primeros 2 semanas después de la reducción inicial) o tardía (después de las 2 semanas). Entre las complicaciones observadas, la pérdida de la reducción fue la más frecuente, presentándose en 9 casos (10,6%) (**Imagen 3-1**). De estos, 2 estuvieron

asociados a eventos traumáticos de manera temprana (antes de evidenciarse algún signo radiográfico de consolidación). Adicionalmente, se registraron 2 casos de mala unión (2,4%), y dos de no unión (2,4 %), uno de ellos requiriendo de reintervención para cura de pseudoartrosis y el otro recibiendo un manejo expectante de manera satisfactoria. Adicionalmente se incluyó un caso de bursitis olecraneana (1,2%).

Fueron necesarias ocho reintervenciones bajo anestesia para proceder a la extracción del material de osteosíntesis, 7 placas y 1 ESIN. Estos pacientes necesitaron ser llevados a cirugía de manera temprana durante el período de seguimiento (antes de los seis meses) dado a la presencia de molestias o dolor durante el seguimiento.

Imagen 3-1: Complicación por pérdida de la reducción



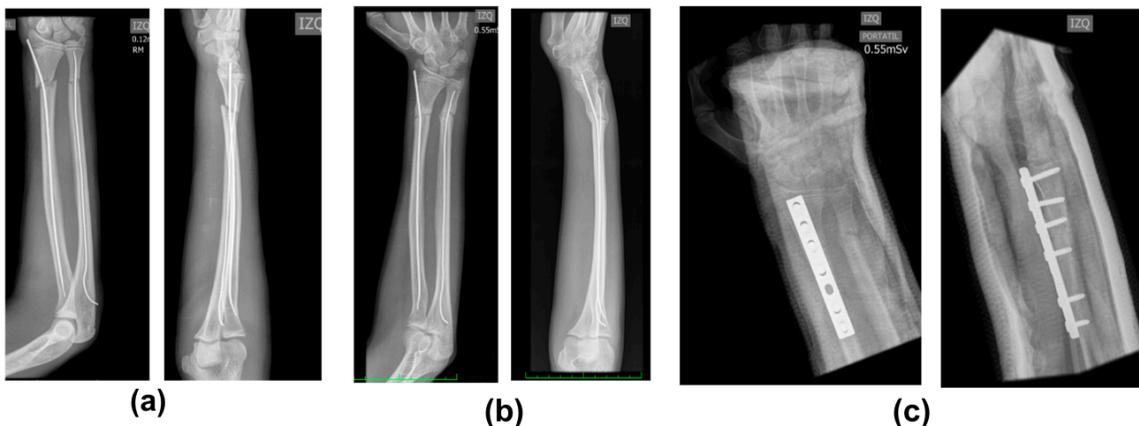
(a) (b) Masculino de 12 años quién presentó caída de altura con fractura diafisometafisaria de radio y cúbito a distinto nivel, quién fue manejado inicialmente con reducción cerrada e inmovilización. (c) A los 2 meses se evidencia pérdida de la reducción con deformidad de 18 grados en el plano lateral. Se decide dar manejo con seguimiento sin realización de reintervención. Al momento del seguimiento a los 6 meses se evidencia presencia de malos resultados, con limitación importante para los arcos de movilidad de la muñeca, dolor al realizar actividades cotidianas.

En relación al método de manejo del radio (**Figura 2-1**), se observó que la fijación endomedular elástica presentó complicaciones en el 75% de los casos en los que fue empleado, incluyendo retiro de material de osteosíntesis por dolor o molestias, bursitis olecraneana, pérdida de la reducción y no unión, siendo utilizado en el 15% de las ocasiones en que se presentaron complicaciones (**Imagen 4-1**). Por otro lado, en los

28 “Factores de riesgo de resultados no adecuados en fracturas diafisometafisarias de antebrazo pediátrico. Estudio de cohorte retrospectiva”

pacientes manejados con placa como método de estabilización, se registraron complicaciones en el 44% de los casos, siendo la complicación más común el requerimiento de retiro de material de osteosíntesis antes de los 6 meses por presencia de dolor o molestias, siendo utilizada en el 35% del total de pacientes con complicaciones.

Imagen 4-1: Complicación posterior a uso de fijación endomedular elástica en radio.



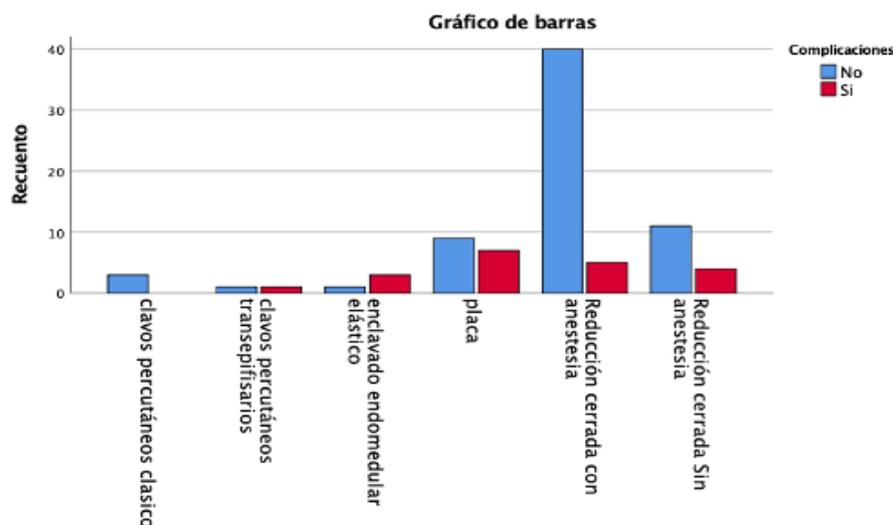
(a) Masculino de Masculino 14 años de edad quien presentó fractura de radio y cúbito al mismo nivel tras caída de altura, siendo manejado de manera inicial con enclavijamiento endomedular en radio y cúbito. (b) A los 4 meses se evidencia pérdida de la reducción. A los 5 meses se detecta pérdida de la reducción en el plano lateral. (c) Por su edad y escaso potencial de remodelación se decidió manejo quirúrgico con osteoclastia y fijación del radio con placa. A los 6 meses de seguimiento posterior a la reintervención se describen buenos resultados, solamente con pérdida de 10 grados de rotación del antebrazo.

En lo que respecta al manejo conservador, la reducción cerrada con y sin anestesia presentaron complicaciones en el 11,1% y el 26,7% de los casos en que fueron utilizadas, respectivamente, dadas principalmente por una pérdida de la reducción. El manejo conservador fue empleado en el 45% de los casos en que se presentó alguna complicación. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, con un valor de p de 0,010.

Asimismo, se observó que las fracturas abiertas presentaron complicaciones en el 57% de los casos, estando la fractura abierta presente en el 20% de las ocasiones en que se

presentaron complicaciones. En contraste, las fracturas cerradas solo se complicaron en el 20,5% de las veces. Este hallazgo reveló una diferencia estadísticamente significativa, con un valor de p de 0,029.

Figura 2-1: Recuento del número complicaciones en relación a cada tipo de manejo.



No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los grupos de sexo y lateralidad, así como tampoco en el grado de deformidad inicial o residual, al tipo de fractura, al nivel de cabalgamiento ni a la presencia o ausencia de fracturas asociadas de ulna.

- **Buenos o Malos resultados**

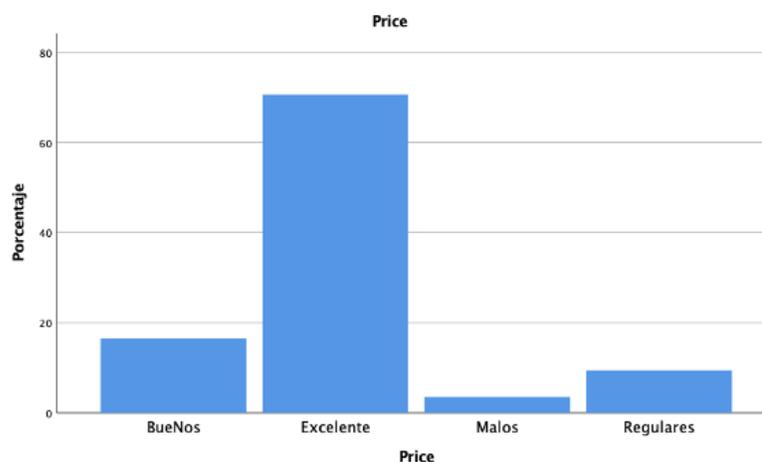
Los resultados fueron clasificados según la categorización propuesta por Price et al (11), dividiéndolos en resultados excelentes, buenos, regulares y malos, en función de la presencia o ausencia de dolor o molestias y el grado de limitación en la rotación de muñeca al momento del último control evaluado (ver anexo). Para el análisis estadístico, se agruparon los resultados excelentes y buenos en la categoría dicotómica de "buenos resultados", mientras que los resultados regulares y malos se incluyeron en la categoría

de "malos resultados". El objetivo principal del estudio fue identificar los factores asociados a resultados no adecuados, es decir, "malos resultados", tras el manejo de fracturas diafisometafisarias distales de radio en pacientes pediátricos.

Se identificó un total de 11 pacientes (12,9%) que presentaron "malos resultados" según la agrupación realizada, basada en la clasificación de Price et al. (11). Además, 15 pacientes (12,9%) mostraron algún grado de limitación en la rotación del antebrazo en el último control, mientras que 19 de ellos (22,4%) experimentaron algún grado de dolor residual. La distribución de los resultados según la clasificación de Price et al. se presenta en la **figura 3-1**.

En el análisis inferencial, se observó que la pérdida de la reducción se relacionó con malos resultados en un 33% de las ocasiones, estando presente en el 27,3% de los casos que presentaron malos resultados. En contraste, las fracturas que no experimentaron pérdida de reducción se asociaron con malos resultados en un 10,5% de las veces. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, con un valor de p de 0,05. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los otros grupos y la variable "malos resultados".

Figura 3-1: Distribución de los resultados según criterios de Price et al.



Al abordar el objetivo principal del estudio mediante un modelo de regresión logística, se encontró que la presencia de una fractura asociada de cúbito a un nivel distinto de la fractura diafisometafisaria del radio distal presentó un Odds Ratio (OR) de 4,53 (Intervalo de Confianza del 95%: 2,168-8,432) para la presencia de malos resultados. Asimismo, la existencia de una traslación inicial en el plano posteroanterior (PA) asociada a la fractura mostró un OR de 1,06 (IC95%: 1,024-6,754) para la presencia de malos resultados. En contraste, la presencia de una traslación lateral inicial asociada actuó como un factor protector, presentando un OR de 0,94 (IC95%: 0,368-0,984) para la presencia de malos resultados.

1.6.4 Discusión

El objetivo de esta investigación fue el de identificar los posibles factores asociados a resultados no adecuados después de aplicar un manejo médico o quirúrgico a las fracturas de la zona de transición diafisometafisaria distal del antebrazo en la población pediátrica. Para ello, se seleccionó una cohorte de pacientes tratados por este tipo de fracturas en un hospital de referencia nacional para el manejo de traumatismos pediátricos, seguido de un análisis estadístico para abordar este objetivo. Además, se observó y analizó el comportamiento de las complicaciones. Así mismo se aprovechó la oportunidad para caracterizar la muestra de pacientes recolectada.

La elevada frecuencia de fracturas del antebrazo en la población pediátrica, ocurriendo hasta en el 75-84% de las veces en el tercio distal, destaca la importancia clínica y la necesidad de abordar de manera efectiva estas lesiones (1) (3,4). Aunque existen estándares de oro establecidos para el manejo de fracturas metafisarias distales y diafisarias, como la estabilización con clavos de Kirschner y el enclavijado endomedular, respectivamente (6)(8), persiste la ausencia de un algoritmo de manejo óptimo para fracturas en la región diafisometafisaria. Este vacío se refleja en la falta de claridad sobre el método de estabilización más adecuado, cada uno presentando desafíos técnicos, complicaciones asociadas y resultados variables (1)(13), lo que perpetúa el debate en la elección del enfoque de manejo.

La presente investigación aborda específicamente el manejo de fracturas diafisometafisarias de radio distal en pacientes pediátricos, explorando factores asociados a malos resultados, una cuestión que ha recibido menos atención en comparación con el análisis de complicaciones relacionadas con este tipo de fracturas. La falta de consenso y la escasez de evidencia en este ámbito refuerzan la relevancia del estudio y sus contribuciones potenciales a la toma de decisiones clínicas.

Después de realizar un análisis inferencial de todos los datos recopilados, no se logró evidenciar diferencias estadísticamente significativas entre ningún factor demográfico, incluyendo el sexo y la lateralidad, y las variables "malos resultados" o complicaciones. Exceptuando a la edad, la cual fue sugerida por Persanini et al (13) como un factor predisponente para el requerimiento de una cirugía de revisión en fracturas de radio distal manejadas de manera conservadora, los hallazgos encontrados en este estudio fueron consistentes con la literatura existente, donde tampoco se encontró una relación estadísticamente significativa entre la aparición de complicaciones o malos resultados y algún factor demográfico (6)(14)(9).

La evaluación de la incidencia de las complicaciones asociadas al manejo de las fracturas diafisometafisarias distales del radio reveló una tasa del 23%, cifra que se asemeja a la reportada en la literatura, la cual llega hasta el 33% (6)(9)(14). De las 20 complicaciones identificadas en este estudio, ocho estuvieron relacionadas con la pérdida de reducción, posicionándola como la causa más frecuente de complicaciones. Es importante destacar que todos los casos en que ocurrió una pérdida de la reducción fueron manejados inicialmente de manera conservadora con reducción cerrada y férula.

Esta situación es similar a la observada en un estudio reciente realizado por Wollkopf et al., en el cual, tras evaluar el comportamiento de 136 casos de fracturas diafisometafisarias distales de antebrazo en pacientes pediátricos, encontraron que la pérdida de la reducción en 13 pacientes fue la causa más común de reintervención. En 9 de los casos, esta pérdida de reducción se produjo después de un manejo con reducción cerrada e inmovilización con yeso, diferenciándose de nuestros casos, donde la totalidad de las pérdidas de reducción ocurrieron tras un manejo conservador.

Dado que la pérdida de reducción demostró una elevada tasa de malos resultados con una diferencia estadísticamente significativa, y el manejo conservador se asoció a un porcentaje elevado de complicaciones, también con una diferencia estadísticamente significativa, se enfatiza en la importancia de realizar una reducción e inmovilización rigurosas, así como de llevar a cabo un seguimiento meticuloso y estricto al realizar un manejo conservador de este tipo de fracturas diafisometafisarias.

En relación al tipo de estabilización, se observó que el enclavamiento endomedular elástico presentó complicaciones en el 75% de los casos, a pesar de haber sido utilizado solo en el 4,7% de los casos evaluados. Esta situación contrasta con la tendencia evidenciada en la literatura, donde se muestran tasas de complicaciones más bajas al implementar el ESIN como método de fijación (6) (14) (16). En un estudio exclusivamente centrado en fracturas diafisometafisarias distales de radio, Wollkopf et al. (16) evidenciaron complicaciones en el 15% de los casos manejados con ESIN, siendo este el método de elección en el 10,6% de los casos (14 de 132 casos). En otro estudio que analizó las complicaciones relacionadas con el uso de ESIN en fracturas de antebrazo, Kuppra et al. encontraron una tasa de complicaciones del 8,9% en el total de los 202 casos manejados con ESIN, y del 12,5% (1 de 8 casos) en el subgrupo de fracturas diafisometafisarias. A pesar de las discrepancias entre los resultados de este estudio y la literatura previa, es importante destacar que en este caso el ESIN se implementó en menor medida en comparación con otras revisiones, lo que podría influir en los resultados obtenidos. Factores como el tamaño de la muestra, la experiencia y la pericia con la técnica pueden ser determinantes significativos de estas discrepancias entre los resultados.

Con respecto al uso de la placa como método de estabilización, se observó que se asoció con complicaciones en el 44% de los casos en los que fue empleada, estando presente en el 35% de los casos que presentaron complicaciones. Además, fue el método de tratamiento más empleado después del manejo conservador entre los casos evaluados en este estudio. Las tasas de complicaciones relacionadas con el uso de la placa como método de estabilización están en concordancia con las recomendaciones de la literatura, que sugieren su uso idealmente en pacientes adolescentes con bajo potencial de remodelación (1)(10). Esto se debe a las altas tasas de complicaciones que se han observado al utilizar placas en el antebrazo de pacientes pediátricos, incluyendo limitación en los arcos de movilidad, un mayor tiempo de retorno a actividades deportivas y distintos grados de dolor residual (1)(10)(16)(20), como se evidenció en los casos evaluados en este estudio. Estas complicaciones incluyeron dolor y molestias, y en 8 de los casos evaluados, fue necesario retirar el material de osteosíntesis para su control,

procedimiento que no está exento de complicaciones, como complicaciones neurovasculares y refracturas (18)(19). Es importante considerar, al interpretar este resultado, que el perfil de la placa utilizada para la fijación de las fracturas pudo haber tenido un grosor elevado, inadecuado para el segmento intervenido y para la edad del paciente. En este contexto, hay que tener en cuenta que las placas de bajo perfil pueden ser más idóneas para este tipo de fracturas.

Basándonos en lo expuesto, se considera prudente seguir respaldando el uso cauteloso de placas como método de estabilización para este tipo de fracturas, especialmente en pacientes con persistencia del potencial de remodelación, favoreciendo, cuando sea posible, la elección de otros métodos de estabilización.

Dentro de las variables inicialmente propuestas en este estudio para ser estudiadas y contrastadas con la presencia o ausencia de malos resultados y la ocurrencia de complicaciones, se incluía el cociente del fragmento distal del radio. Esta variable cuantitativa se determina por la distancia desde el punto más distal del radio hasta el trazo de fractura sobre la distancia total del radio. Esta variable ha sido utilizada en otro estudio para tratar de determinar la elección del mejor método de estabilización según la ubicación del trazo determinado por este cociente (1)(23).

Después de revisar y evaluar a los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión, se observó una incidencia del 12,9% de resultados clasificados como "malos" en el total de pacientes examinados. En este contexto, el dolor residual se destacó como el componente más frecuente asociado a malos resultados, afectando al 22,4% de los pacientes. Un análisis inferencial reveló que la pérdida de reducción posterior al manejo inicial se asoció en un 33% de los casos con malos resultados, mostrando una diferencia significativa (p de 0,05). Estos hallazgos sugieren la necesidad de una atención y vigilancia especial por parte del médico ortopedista, especialmente en los casos en que ocurre una pérdida de la reducción, considerando estrategias de manejo que hayan demostrado una menor incidencia de malos resultados y complicaciones. Además, se enfatiza la importancia de lograr una reducción de alta calidad, un factor identificado por varios autores como crucial para prevenir dificultades subsiguientes (13)(14)(21)(22). No

obstante, en nuestro estudio, no se encontraron diferencias significativas al contrastar la variable "resultado" con el tipo de manejo implementado ($p = 0,398$). Kubiak et al. llevaron a cabo un estudio de características similares en el cual se evaluaron 36 fracturas diafisometafisarias, tratando de determinar la relación entre el tipo de manejo (Conservador, ESIN y Clavos de Kirschner) y la presencia de complicaciones, y la relación con los resultados, determinados mediante una encuesta telefónica. En su estudio, encontraron que los pacientes que presentaron complicaciones se relacionaron con un menor puntaje en la encuesta de resultados. Además, el uso de ESIN, en comparación con el uso de clavos de Kirschner, se asoció significativamente con un menor puntaje en la encuesta de resultados, mientras que esto no sucedió al comparar el manejo conservador con el manejo quirúrgico.

Nuestros hallazgos pueden indicar la complejidad y diversidad en la elección del manejo, que puede no reflejarse directamente en los resultados finales. La falta de significancia estadística no descarta la importancia de la pérdida de reducción, pero destaca la necesidad de una evaluación más detallada y la consideración de otros factores que puedan influir en los resultados clínicos.

Al implementar el modelo de regresión logística con el objetivo de anticipar los factores asociados a resultados desfavorables, se identificó que la presencia de una fractura asociada del cúbito a un nivel diferente de la fractura diafisometafisaria mostró un Odds Ratio (OR) de 4,53 (Intervalo de Confianza del 95%: 2,168-8,432) para la probabilidad de obtener resultados desfavorables. Dado que 43 de las 58 fracturas de cúbito fueron tratadas de manera conservadora, junto con un aumento del riesgo de 4,53 veces para resultados desfavorables en presencia de fracturas asociadas del cúbito en un nivel diferente, sugiere la posibilidad de considerar la implementación de un método de fijación cuando se presenta esta situación.

De manera similar, la presencia de una traslación inicial en el plano anteroposterior (AP) se asoció con una probabilidad aumentada de 1,06 veces para resultados desfavorables. Resultados interesantes surgieron al comparar estos hallazgos con la presencia de una traslación inicial en el plano lateral, la cual obtuvo un OR de 0,94 (IC95%: 0,368 - 0,984),

presentándose como un factor protector. Esta observación no se replicó al evaluar otros factores relacionados con la fractura, los datos demográficos de los pacientes o el tipo de manejo implementado.

La validez de estos resultados respalda la hipótesis formulada, indicando que diferentes tipos de factores pueden predecir la presencia de buenos o malos resultados después del manejo de estas fracturas. Estos hallazgos subrayan la importancia de una toma de decisiones cuidadosa y un manejo riguroso, que incluya la calidad en la reducción, la fijación e inmovilización, así como un seguimiento juicioso y estandarizado cuando se enfrenta a uno de estos posibles predictores. Así mismo, es de importancia destacar la necesidad de la realización de estudios similares a este, que no solo realicen la búsqueda de los factores asociados que puedan determinar el pronóstico o las complicaciones asociadas, sino que puedan determinar indicadores importantes a tener en cuenta a la hora de realizar el manejo de esta fractura, como lo podrían ser los parámetros de alineamiento post reducción aceptables para el manejo conservador de estas fracturas, parámetros hasta ahora desconocidos en esta fractura transicional.

Es importante tener en cuenta las limitaciones inherentes a este estudio. En primer lugar, se trata de un estudio de clase retrospectivo que no permite hacer una aleatorización del manejo implementado, dejando el proceso de selección netamente al criterio del cirujano el cual pudo haberse decantado por un tipo u otro según las condiciones observadas durante el manejo quirúrgico o luego de una reducción inicial que haya podido evidenciar rasgos de inestabilidad.

Dado al desconocimiento o falta de consenso con respecto al método de fijación idóneo puede hacer que el cirujano tome la decisión de tratamiento basado en su experiencia personal y en la experticia y dominio de cierta técnica. La siguiente limitante del estudio es dada por el tamaño de la población evaluada, en este caso moderada a pesar de superar de manera considerable la población mínima calculada, suceso que se derivó no solo al hecho de que la población fue recolectada en un solo centro, sino también a las limitantes propias de nuestro sistema de salud (escaso número de seguimientos en el centro hospitalario de tratamiento inicial, escaso número de seguimientos y/o imágenes

control autorizadas por las aseguradoras y falta de posibilidad de seguimiento secundario a los factores sociales que enfrenta el paciente y sus familiares).

1.6.5 Conclusiones

Las fracturas diafisometafisarias distales del antebrazo son un diagnóstico común y significativo en la práctica de la ortopedia pediátrica. Nuestros hallazgos sugieren que la pérdida de reducción fue un factor significativamente asociado con malos resultados, así como la presencia de una fractura asociada de cúbito.

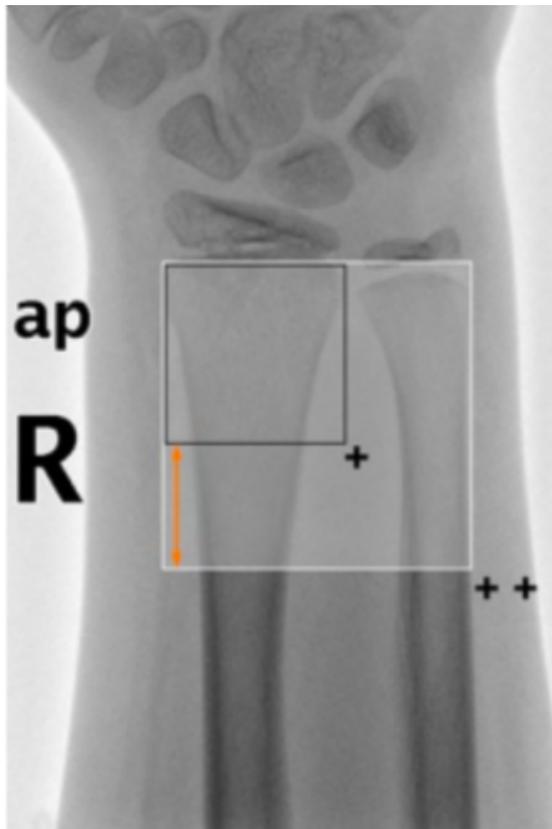
Es esencial abogar por futuros estudios prospectivos y multicéntricos que confirmen y expandan estos hallazgos. Un enfoque más robusto podría proporcionar una comprensión más completa de los factores determinantes, permitiendo una toma de decisiones clínicas más precisa y personalizada en el manejo de estas fracturas pediátricas.

En última instancia, este estudio subraya la importancia de continuar la investigación en este campo para mejorar la atención a los pacientes pediátricos con fracturas diafisometafisarias distales del antebrazo. Un cuerpo de evidencia más sólido no solo enriquecerá la comprensión de los factores asociados a mal pronóstico y los posibles resultados, sino que también respaldará la formulación de estrategias de tratamiento más efectivas y adaptadas a las necesidades individuales de los pacientes.

A. **Anexo:** Método de sustracción de cuadrados Lieber et al.

Método de sustracción de cuadrados descrito por Lieber et al: zona de transición o zona “diafisometafisaria distal del radio” es definida como el segmento proximal restante luego de realizar la sustracción distal del cuadrado formado a partir de la línea epifisaria distal del radio restada al cuadrado formado por las líneas epifisarias conjuntas del radio y cúbito distal. Método evaluado sobre una radiografía PA de muñeca. (1).

Imagen Anexo A: Método sustracción de cuadrados Lieber et al. (1)



B. Anexo: Tabla de resultados de fracturas según Price et al.

Tabla anexo B

Resultados según Price et al (11)

Resultados	Síntomas	Pérdida de rotación
Excelentes	No presencia de dolor o molestias con actividades forzadas	< 15 °
Buenos	Presencia de dolor leve con actividades forzadas	15-30°
Regulares	Dolor leve con actividades cotidianas	31-90°
Malos	Otros resultados	

Bibliografía

1. Lieber J, Sommerfeldt DW. Die diaphyseale Unterarmfraktur im Kindesalter: Pitfalls und Empfehlungen in der Behandlung. Unfallchirurg. 2011;114(4):292–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00113-011-1962-5>
2. Armstrong PF, Joughin VE, Clarke HM, Greene NE, Swiontkowski MF. Pediatric fractures of the forearm, wrist, and hand. Skeletal Trauma in Children Philadelphia: Saunders. 1998;161–257.
3. Bae DS. Pediatric distal radius and forearm fractures. J Hand Surg Am. 2008;33(10):1911–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.10.013>
4. Naranje SM, Erali RA, Warner WC, Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of pediatric fractures presenting to emergency departments in the United States. J Pediatr Orthop. 2016;36(4):e45–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/bpo.0000000000000595>
5. Slongo T, Audigé L, Clavert J-M, Lutz N, Frick S, Hunter J. The AO comprehensive classification of pediatric long-bone fractures: a web-based multicenter agreement study: A web-based multicenter agreement study. J Pediatr Orthop. 2007;27(2):171–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/01.bpb.0000248569.43251.f9>
6. Kubiak R, Aksakal D, Weiss C, Wessel LM, Lange B. Is there a standard treatment for displaced pediatric diaphyseal forearm fractures?: A STROBE-compliant retrospective study: A STROBE-compliant retrospective study. Medicine (Baltimore). 2019;98(28):e16353. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000016353>
7. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. J Bone Joint Surg Am. 1982;64(1):14–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2106/0004623-198264010-00003>

8. Slongo TF. The choice of treatment according to the type and location of the fracture and the age of the child. *Injury*. 2005;36 Suppl 1(1):A12-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2004.12.008>
9. Jozsa G, Devecseri G, Vajda P, Juhasz Z, Varga M, Juhasz T. Distance of the fracture from the radiocarpal surface in childhood: does it determine surgical technique? A retrospective clinical study: A STROBE compliant observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(7):e17763. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/md.00000000000017763>
10. Lieber J, Schmid E, Schmittenebecher PP. Unstable diaphyseal forearm fractures: transepiphyseal intramedullary Kirschner-wire fixation as a treatment option in children. *Eur J Pediatr Surg*. 2010;20(6):395–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1262843>
11. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1990;10(6):705–12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/01241398-199011000-00001>
12. Dietz H-G, Illing P, Schmittenebecher PP, Slongo T, Sommerfeldt DW, editors. *Praxis Der Kinder- Und Jugendtraumatologie*. 2011th ed. Berlin, Germany: Springer; 2011.
13. Persiani, P., Martini, L., Calogero, V., Giannini, E., Speziale Varsamis, T., Mazza, O., Crostelli, M., Mascello, D., De Meo, D., & Villani, C. (2022). Analysis of the risk of a secondary displacement in conservatively treated paediatric distal radius metaphyseal fractures. A multicentric study. *La Clinica Terapeutica*, 173(1), 84–87. <https://doi.org/10.7417/CT.2022.2397>.
14. Wollkopf, A. D. P., Halbeisen, F. S., Holland-Cunz, S. G., & Mayr, J. (2023). Diaphyseal distal forearm fractures in children: A STROBE compliant comparison of outcomes of different stabilization techniques regarding complications. *Children (Basel, Switzerland)*, 10(2), 374. <https://doi.org/10.3390/children10020374>
15. R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
16. Kruppa, C., Bunge, P., Schildhauer, T. A., & Dudda, M. (2017). Low complication rate of elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of pediatric forearm fractures: A retrospective study of 202 cases. *Medicine*, 96(16), e6669. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000006669>
17. Van der Reis, W. L., Otsuka, N. Y., Moroz, P., & Mah, J. (1998). Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 18(1), 9–13. <https://doi.org/10.1097/01241398-199801000-00003>.

18. Hidaka, S., & Gustilo, R. B. (1984). Refracture of bones of the forearm after plate removal. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 66(8), 1241–1243. <https://doi.org/10.2106/00004623-198466080-00012>
19. Langkamer, V. G., & Ackroyd, C. E. (1990). Removal for forearm plates: a review of the complications. *J Bone Joint Surg*, 72, 601–604.
20. Vainionpää, S., Böstman, O., Päätiälä, H., & Rokkanen, P. (1987). Internal fixation of forearm fractures in children. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 58(2), 121–123. <https://doi.org/10.3109/17453678709146454>
21. Jordan, R. W., Westacott, D., Srinivas, K., & Shyamalan, G. (2015). Predicting redisplacement after manipulation of paediatric distal radius fractures: the importance of cast moulding. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology: Orthopedie Traumatologie*, 25(5), 841–845. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1627-0>
22. Constantino, D. M. C., Machado, L., Carvalho, M., Cabral, J., Sá Cardoso, P., Balacó, I., Ling, T. P., & Alves, C. (2021). Redisplacement of paediatric distal radius fractures: What is the problem? *Journal of Children's Orthopaedics*, 15(6), 532–539. <https://doi.org/10.1302/1863-2548.15.210111>
23. Sommerfeldt, D. (2011). Distal fragment length (DFL) to total radial length (TRL) ratio as a decision-making tool in the radial treatment of forearm fractures during childhood and adolescence. *J Pediatr Orthop*.