



ORIGINAL

Posibles factores de riesgo para reducción abierta en fracturas diafisarias de antebrazo en niños tratadas con clavos elásticos intramedulares

Marco Tulio Mahecha Toro^{a,*} y John Jairo Riaño Ramos^b

^a Ortopedista pediátrico Universidad Nacional de Colombia, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud

^b Ortopedista pediátrico Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Hospital Infantil Universitario de San José

Recibido el 1 de junio de 2022; aceptado el 10 de octubre de 2022

Disponible en Internet el 21 de octubre de 2022

PALABRAS CLAVE

Antebrazo;
Diáfisis;
Fracturas óseas;
Radio;
Cúbito

Resumen

Introducción: Las fracturas diafisarias de antebrazo son lesiones comunes en la población pediátrica y pueden tratarse de manera conservadora. Sin embargo, existen indicaciones específicas para fijación intramedular con clavos elásticos con o sin reducción abierta. El objetivo fue identificar posibles factores de riesgo predictores de falla de reducción cerrada en niños entre 5 a 16 años.

Materiales y métodos: Estudio observacional descriptivo retrospectivo, tipo serie de casos. Se revisó la base de datos del servicio de ortopedia pediátrica de un hospital infantil desde enero 2017 - diciembre 2021. Se recolectaron datos de historias clínicas y radiografías prequirúrgicas para analizar las posibles variables relacionadas con la falla de reducción cerrada.

Resultados: En los 51 pacientes analizados, el promedio de edad fue 10.68 años (± 2.62), con prevalencia del sexo masculino (82.35%). Fueron a reducción abierta 22 pacientes (43.14%), cerrada 20 (39.22%) y mixta 9 (17.65%). No se halló asociación estadísticamente significativa en ningún tipo de variable. Sin embargo, la angulación del radio en la radiografía lateral arrojó un valor de $p = 0.07$ siendo el más cercano a la significación estadística, pudiéndose relacionar con falla en la reducción cerrada.

Conclusión: Los hallazgos de esta serie pueden facilitar al cirujano la toma de decisión de reducción abierta evitando riesgos por manipulación excesiva de tejidos blandos como el síndrome compartimental. Se requiere un estudio con una muestra mayor que aumente el poder estadístico para establecer factores de riesgo predictores de falla en la reducción cerrada en el manejo de fracturas diafisarias de antebrazo.

Nivel de evidencia: IV

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mtmahecha@fucsalud.edu.co (M. T. Mahecha Toro).

KEYWORDS

Forearm;
Diaphyses;
Bone fractures;
Radius;
Ulna

Possible risk factors for open reduction in diaphyseal fractures of the forearm in children treated with intramedullary elastic nails

Abstract

Introduction: Diaphyseal fractures of the forearm are common injuries in the pediatric population and can be treated nonoperative. However, there are specific indications for intramedullary fixation with elastic nails with or without open reduction. The objective was to find predictive risk factors for closed reduction failure in children between 5 and 16 years old.

Material and methods: Descriptive observational retrospective study, case series type. The database of the pediatric orthopedics of a children's hospital was reviewed from January 2017 to December 2021. Data from medical records and pre-operative radiographs were collected to analyze the possible variables related to closed reduction failure.

Results: A sample of 51 patients were analyzed, the average age was 10.68 years (± 2.62), with a prevalence of males (82.35%). Twenty-two patients (43.14%) underwent open reduction, 20 (39.22%) closed, and 9 (17.65%) mixed. None of the variables were statistically significant. However, the angulation of the radius in the lateral X-ray showed a value of $p=0.07$, which approached statistical significance and could be related to failure in closed reduction.

Conclusion: The findings of this paper can help surgeons to make the decision for open reduction, avoiding risks due to excessive manipulation of soft tissues such as compartment syndrome. A study with a larger sample is needed to increase the statistical power to validate predictive risk factors for failure in closed reduction in the management of diaphyseal fractures of the forearm.

Level of evidence: IV.

© 2022 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

INTRODUCCIÓN

Las fracturas del antebrazo en niños son lesiones de origen traumático frecuentes que representan hasta el 40% de todas las fracturas pediátricas^{1,2} y suelen presentarse principalmente por traumas indirectos como caídas desde la propia altura con el miembro superior en posición de extensión de codo y muñeca, mientras que las causadas por trauma directo o por una fuerza aplicada directamente sobre el foco de fractura son de menor frecuencia. Estas fracturas se clasifican según su ubicación, deformidad angular o rotacional y el desplazamiento de los fragmentos. El éxito de los resultados del tratamiento se basa en la restauración funcional de la pronación y supinación y, en menor medida, en una estética aceptable de la extremidad².

La reducción cerrada con inmovilización suele ser el método de tratamiento conservador (no quirúrgico) más utilizado en estas fracturas, dado que evita los riesgos asociados a las incisiones quirúrgicas o a la implantación de materiales de osteosíntesis. Sin embargo, existen indicaciones claras de fijación interna como la angulación superior a los límites aceptables acordes a la edad y el potencial de remodelación posteriores a una reducción cerrada, fracturas abiertas, síndrome compartimental y fracturas ipsilaterales de humero (codo flotante). La fijación intramedular con clavos elásticos es la opción ideal en estos casos por su facilidad de uso, periodos quirúrgicos menores y disección mínima, con buenos resultados funcionales a corto y mediano plazo, y baja prevalencia de complicaciones²⁻⁴. No obstante,

existen reportes de reducciones abiertas con incisiones directas sobre el foco de fractura en caso de fracaso de la reducción cerrada con el uso de estos implantes, que varían de 8 al 72%^{5,6}.

Se ha evidenciado que los múltiples intentos de reducción cerrada conllevan a cirugías de duración prolongada con un aumento del riesgo de complicaciones asociadas como el síndrome compartimental ocasionado por la alta incidencia de traumatismo en los tejidos blandos circundantes⁶. La literatura reporta diferentes recomendaciones a la hora de practicar estos procedimientos para prevenir estas complicaciones: mientras algunos autores defienden la "regla de los 10 minutos", afirmando que si un cirujano no puede pasar el clavo a través del sitio de la fractura en 10 minutos debe considerar una reducción abierta⁷, otros respaldan la "regla de los 3 pasos", en la que se tiene un máximo de tres intentos de reducción cerrada antes de considerar realizar un abordaje directo⁸.

Por lo anterior, este estudio pretende identificar los posibles factores de riesgo predictores de falla de la reducción cerrada en fracturas diafisarias de antebrazo en niños entre los 5 a 16 años, manejadas con fijación intramedular y reducción abierta con clavos elásticos en un hospital infantil durante el periodo comprendido entre enero de 2017 a diciembre 2021.

Los hallazgos están dirigidos a facilitar la toma de decisiones por parte del especialista, mejorar los desenlaces y prevenir las complicaciones asociadas a múltiples intentos fallidos de reducción cerrada en el manejo de este tipo de fracturas.

Materiales y métodos

El diseño de investigación fue un estudio observacional descriptivo retrospectivo tipo serie de casos, para identificar los posibles factores de riesgo predictores de falla de reducción cerrada, en pacientes con un rango de edad entre los 5 a 16 años, con fractura diafisaria de radio-cúbito, y que hayan recibido manejo quirúrgico con fijación intramedular con clavos elásticos. En este grupo se analizaron cuántos llegaron a manejo abierto por falla en reducción cerrada versus quienes no lo requirieron por reducción cerrada exitosa.

Esta serie de casos está compuesta por pacientes intervenidos en un hospital infantil desde enero de 2017 a diciembre de 2021. La obtención de datos se realizó mediante búsqueda en las historias clínicas reportadas en las bases de datos de procedimientos realizados en el servicio de ortopedia pediátrica del hospital infantil, a quienes se aplicaron los criterios de inclusión enunciados anteriormente.

Se excluyeron aquellos pacientes menores de 5 años y mayores a 16 años, que presentaron fracturas de antebrazo no localizadas en la diáfisis (fracturas distales y proximales del radio y/o el cúbito, metafisarias o luxofractura tipo Monteggia o Galeazzi), que requirieron fijación de la fractura con elementos diferentes a clavos elásticos: clavos de Kirschner, placas DCP, LCP o tercio de caña, reducción cerrada e inmovilización con yeso, aquellos con fracturas con requerimiento de injerto, defectos segmentarios, asociadas a politrauma severo, fracturas en hueso patológico y/o fragilidad ósea, o con cualquier patología neuromuscular asociada o patologías hematológicas o congénitas. Las medidas radiográficas fueron realizadas con el software Sui-testensa[®] versión 33.6.6.1, del sistema de radiología del hospital.

La información obtenida tanto de las descripciones clínicas como las mediciones radiológicas fue consolidada en una tabla de datos del Google Drive Sheets[®] asociado al correo de los investigadores. Los posibles factores de riesgo incluidos fueron: edad, sexo, peso (Kg), antecedente de fracturas previas, tiempo de presentación transcurrido entre el momento de la lesión y la intervención, mecanismo de la lesión (directo o indirecto), localización en la diáfisis, patrón de fractura, tipo de conminución, nivel de fractura, huesos afectados, sobreposición de la fractura, angulación en la radiografía anteroposterior y lateral, tipo de fractura (abierta o cerrada) y la clasificación Gustilo Anderson para fracturas abiertas.

Para el análisis estadístico se describieron los pacientes con reducción abierta, cerrada y aquellos pacientes que requirieron reducción mixta (abierta y cerrada). Para las variables cuantitativas se estableció su normalidad con la prueba de Shapiro Wilk, en aquellas con distribución normal se describió el promedio y desviación estándar; en las demás, se presentó la mediana, mínimo, máximo y rango intercuartílico. Se compararon los posibles factores de riesgo entre los pacientes con reducción abierta y cerrada haciendo uso de pruebas no paramétricas tales como: prueba de Fisher y prueba de Mann Whitney, según la naturaleza de la variable. Se estableció un valor de significancia estadística de $p=0.05$.

El proyecto de investigación fue aprobado por el comité de investigaciones y el comité de Ética del hospital.

La investigación fue clasificada como sin riesgo según la Resolución 8430 de 1993.

Resultados

De un total de 204 pacientes con diagnóstico de fracturas de radio y cúbito entre enero de 2017 y diciembre de 2021, se realizó una selección inicial aplicando los criterios de inclusión y exclusión en las historias clínicas, descartando 142 pacientes por presentar los siguientes criterios: 7 fracturas en localización distinta a la diáfisis, 35 fijaciones con elementos diferentes a clavos elásticos, 84 reducciones cerradas e inmovilizadas con yeso y 16 pacientes con dos criterios simultáneos: fractura en localización diferente a diáfisis y fijación con elementos diferentes a clavos elásticos. Un segundo filtro de exclusión fue aplicado en la revisión radiográfica, siendo excluidos 11 pacientes más, de los cuales dos presentaron doble criterio de exclusión (fractura diferente a diáfisis y fijación con elementos diferentes a clavos elásticos), tres luxofracturas tipo Galeazzi y seis pacientes que no tenían registros de radiografía prequirúrgica. De la cantidad inicial de 204 pacientes, el total de excluidos fue de 153, quedando incluidos en el estudio un total de 51 casos. (fig. 1)

De los 51 pacientes seleccionados, 22 (43.1%) fueron llevados a reducción abierta, 20 (39.2%) a reducción cerrada y nueve (17.6%) a reducción mixta, es decir, casos de fracturas de radio y cúbito, en la cuales un hueso fue tratado mediante reducción cerrada y el otro mediante reducción abierta. (tabla 1)

Características clínicas relacionadas con el paciente

Los hallazgos de edad promedio al momento de la reducción fueron: para reducción abierta, 11.4 años ($\pm 2,4$); para reducción cerrada 10.3 años ($\pm 2,65$) y para reducción mixta 10.8 años (± 3.1). Estos datos evidencian un promedio de edad similar para los tres tipos de reducción, encontrando mayor incidencia entre los 10 a 11 años. (tabla 1)

De acuerdo con el sexo y tipo de reducción, se evidencia una mayor ocurrencia de fracturas diafisarias de antebrazo en el sexo masculino (82.35%, $n=42$). En cuanto al tipo de reducción, las niñas reportan mayor porcentaje de reducciones cerradas y los niños mayor cantidad de reducciones abiertas.

En cuanto al peso, cinco pacientes no registraron datos en la historia clínica, por lo cual la medición estadística se calculó sobre los 46 pacientes restantes. Se encontró que, de 21 pacientes de reducción abierta, el promedio de peso fue de 36.01 Kg ($\pm 12,4$); de los 18 pacientes de reducción cerrada, el promedio de peso fue de 35.7 Kg ($\pm 10,6$) y de los siete pacientes de reducción mixta, el promedio de peso fue de 41 Kg ($\pm 12,7$). Estos resultados evidencian un aumento en el promedio de peso en el grupo de reducciones mixtas a pesar de ser menor cantidad de pacientes.

Respecto al antecedente de fracturas previas, se encontró mayor cantidad de pacientes en el grupo de reducción abierta (22.7%, $n=5$).

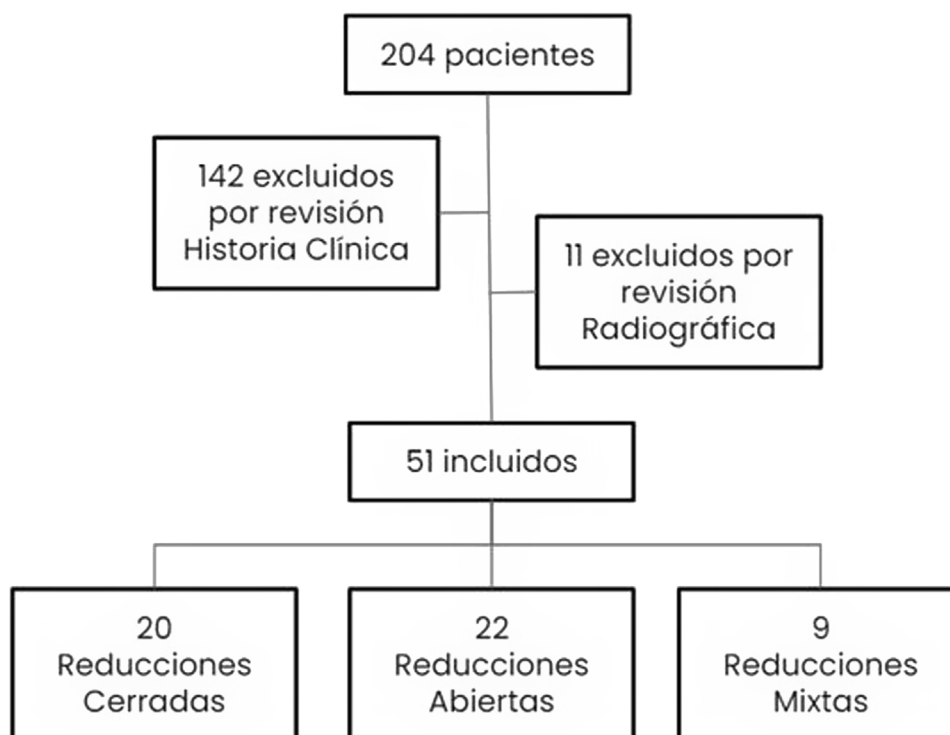


Figura 1 Diagrama de flujo de selección de pacientes.

Tabla 1 Características clínicas de los participantes

Características	Total n = 51 100% (n)	Reducción abierta n = 22 43.14% % (n)	Reducción cerrada n = 20 39.22% % (n)	Reducción mixta n = 9 17.65% % (n)	Comparación de pacientes reducción abierta versus cerrada
Sexo masculino ‡	82.35 (42)	86.36 (19)	75 (15)	88.8 (8)	0,44
Edad (años) * §	10.68 (±2.62)	11.4(±2.4)	10.3 (±2.65)	10.8(±3.1)	0,19
Peso (kg), n = 46 * §	36.68(±11.68)	36.01(±12.45)	35.77(±10.63)	41(±12.70)	0,92
Antecedente de fractura ‡	15.69 (8)	22.73 (5)	10 (2)	11.11 (1)	0,41

* Promedio (Desviación estándar); ‡ Mediana [Min-Max] (Rango intercuartílico); ‡ Prueba de Fisher; § Prueba de Mann Whitney.

Los resultados de las anteriores variables relacionadas con el paciente no arrojaron diferencias estadísticamente significativas.

Características relacionadas con la fractura

Respecto al tiempo de presentación, definido como el tiempo transcurrido desde el momento de la fractura y la realización del tratamiento quirúrgico, se evidenció que la mediana fue de 44 horas (rango entre 13 y 264). Se documentaron cuatro datos extremos: dos de 120 horas, uno de 127 horas y uno de 264 horas, dos de estos pacientes debido a retraso por desplazamiento geográfico remoto de más de 12 horas desde su lugar de origen hasta nuestro hospital, y los otros dos por trámites administrativos por parte de su aseguradora. (tabla 2)

Se evidenció que el mecanismo de lesión indirecto, por caída desde la propia altura fue el más frecuente con un

total de 47 pacientes (92.16%). La mayoría de las fracturas se localizaron en el tercio medio de la diáfisis, con un 68.6%, seguidas del tercio distal (21.57%) y en menor frecuencia el tercio proximal (9.8%).

Por su parte, el patrón de fractura más común fue el de tipo transverso (56.86%), seguido de los trazos oblicuos (35.29%) y leño verde (7.84%). En cuanto al tipo de conminución, las fracturas simples fueron el 98% de los casos, con un solo reporte de fractura multifragmentaria (1.96%), que a pesar de su complejidad pudo ser reducida de forma cerrada.

Se encontró mayor incidencia de compromiso de ambos huesos (86.2%) con manejo de reducción abierta y cerrada en porcentajes similares (81.8% y 90%, respectivamente). En casos de compromiso de un solo hueso, fueron más frecuentes tanto la proporción de fracturas de radio (11.76%), como las reducciones abiertas (18.8%). Se evidenció una baja proporción de fracturas aisladas del cúbito, frecuentemente asociadas a luxaciones del radio proximal (luxofracturas

Tabla 2 Características relacionadas con las fracturas

Características	Total n = 51 100% (n)	Reducción abierta n = 22 43.14% % (n)	Reducción cerrada n = 20 39.22% % (n)	Reducción mixta n = 9 17.65% % (n)	Comparación de pacientes reducción abierta versus cerrada
Tiempo de presentación (horas) † §	44 [13-264] (26-68)	48 [18-264] (26-68)	33.5 [13-76] (22-48)	72 [30-127] (47-96)	0,15
Mecanismo de lesión indirecto ‡	92.16 (47)	86.36 (19)	95 (19)	100 (9)	0,6
Localización en la diáfisis ‡					0,51
Tercio medio	68.63 (35)	68.18 (15)	85 (17)	33.33 (3)	
Tercio distal	21.57 (11)	18.18 (4)	10 (2)	55.56 (5)	
Tercio proximal	9.80 (5)	13.64 (3)	5 (1)	11.11 (1)	
Patrón de fractura ¶ **					0,97
Transversa	56.86 (29)	54.55 (12)	55 (11)	66.67 (6)	
Oblicua	35.29 (18)	36.36 (8)	35 (7)	33.33 (3)	
Leño verde	7.84 (4)	9.09 (2)	10 (2)	0	
Tipo de conminución ‡					
Simple	98 (50)	100 (22)	95 (19)	100 (9)	0,47
Multifragmentaria	1.96 (1)	0	5 (1)	0	
Huesos afectados ‡ ††					0,66
Radio	11.76 (6)	18.18 (4)	5 (1)	11.11 (1)	
Cúbito	1.96 (1)	0	5 (1)	0	
Ambos	86.27 (44)	81.82 (18)	90 (18)	88.89 (8)	
Nivel de la fractura, n = 44 ‡					1
Mismo nivel	33.33 (17)	31.82 (7)	35 (7)	33.33 (3)	
Diferente nivel	52.94(27)	50 (11)	55 (11)	55.56 (5)	
Sobreposición de la fractura(mm)					
Radio † §	4.8[0-19] (0-7.4)	5.25[0-14] (0-7)	0 [0-11] (0-7)	7.4 [0-19] (0-9.6)	0,31
Cúbito † §	0 [0-17] (0-1)	0 [0-10.9] (0-6.02)	0 [0-17] (0-0)	0 [0-16] (0-0)	0,13
Angulación (grados)					
Radio †					
Anteroposterior §	12 [0-57] (6-18)	10.5 [0-57] (6-17)	13 [0-44] (8-21.85)	9 [2-30] (3.2-13)	0,36
Lateral §	16 [1-48] (7-31)	13 [1-48] (5-31)	27 [4-43.3] (15.5-33.5)	11 [2-21] (7-15)	0,07
Cúbito †					
Anteroposterior §	11 [0-47] (2.8-17)	10.5 [0-47] (2-17)	12.2 [0-39] (7.5-21.85)	7 [0-23] (2-13)	0,23
Lateral §	15 [0-72] (9-28)	12.5[0-72] (9-31)	19.5 [5-43.3] (14-30)	7 [0-25] (2-11)	0,15
Tipo de fractura ‡					0,54
Abierta	11.76 (6)	13.64 (3)	10 (2)	11.11 (1)	
Cerrada	88.24 (45)	86.36 (19)	90 (18)	88.89 (8)	
Clasificación Gustilo y Anderson					
Grado 1	9.80 (5)	9.09 (2)	10 (2)	11.11 (1)	
Grado 2	0	0	0	0	
Grado 3	1.96 (1)	4.55 (1)	0	0	
No aplica (fractura cerrada)	88.24 (45)	86.36 (19)	90 (18)	88.89 (8)	
Diámetro de clavos(mm)					
Radio					
2	33.33 (17)	31.82 (7)	30 (6)	44.44 (4)	
2,5	39.22 (20)	40.91 (9)	40 (8)	33.33 (20)	
3	9.8 (5)	9.09 (2)	10 (2)	11.11 (1)	
4	1.96 (1)	4.55 (1)	0	0	
No se colocó	1.96 (1)	0	5 (1)	0	
Sin dato	13.73 (7)	13.64 (3)	15 (3)	11.11 (1)	

Tabla 2 (continuación)

Características	Total n=51 100% (n)	Reducción abierta n=22 43.14% % (n)	Reducción cerrada n=20 39.22% % (n)	Reducción mixta n=9 17.65% % (n)	Comparación de pacientes reducción abierta versus cerrada
Cúbito					
2	35.29 (18)	31.82 (7)	35 (7)	44.44 (4)	
2,5	39.22 (20)	40.91 (9)	40 (8)	33.33 (3)	
3	9.8 (5)	9.09 (2)	10 (2)	11.11 (1)	
4	1.96 (1)	4.55 (1)	0	0	
Sin dato	13.73 (7)	13.64 (3)	15 (3)	11.11 (1)	

* Promedio (Desviación estándar); † Mediana [Min-Max] (Rango intercuartílico); ‡ Prueba de Fisher; § Prueba de Mann Whitney; ¶ Prueba de chi cuadrado; ** Comparación de patrón transversal vs otros; †† Comparación de fractura de un hueso vs fractura de ambos huesos

de Monteggia), las cuales fueron excluidas en esta serie. Asimismo, el mecanismo de lesión de este tipo de fracturas suele ser directo, en contraposición al mecanismo más común de este estudio, que fue el indirecto.

La mayor cantidad de fracturas se encontraron a diferente nivel (52.94%, n=27), sin diferencias estadísticamente significativas respecto al tipo de reducción. La sobrepresión de la fractura, definida como la distancia en milímetros entre dos puntos de fractura concordantes sobre el eje largo del hueso en la proyección lateral, tampoco fue estadísticamente significativa para ninguno de los dos huesos (radio, p=0,31; cúbito, p=0,13).

La medición radiográfica de las angulaciones de la fractura no fue estadísticamente significativa con la falla en la reducción cerrada, pese a que el valor de p de la angulación en la proyección lateral del radio fue de 0,07. (tabla 2)

La mayor proporción de fracturas de esta serie fue de tipo cerradas (88.24%), sobre la cual fue similar el porcentaje de manejo con reducción abierta y cerrada. Aplicando la clasificación de Gustilo y Anderson de fracturas abiertas, se reportó mayor incidencia de fracturas Tipo I en cinco pacientes, con manejo de reducción mixta en su mayoría.

Por otro lado, esta serie registró un uso en mayor proporción de clavos de 2.5mm. Sin embargo, la elección del diámetro ocurre posterior a la reducción y es decisión del cirujano tratante, por lo cual, no se considera factor ni del paciente ni de la fractura para definir el tipo de reducción requerida en cada caso.

Ninguna de las variables relacionadas con la fractura arrojó resultados estadísticamente significativos.

Discusión

Según resultados de esta serie de casos, se evidenció que, en el servicio de ortopedia pediátrica del hospital, en el período de enero de 2017 a diciembre de 2021, la proporción de fracturas diafisarias de antebrazo que fueron tratadas quirúrgicamente con clavos elásticos y requirieron conversión de reducción cerrada a reducción abierta fue del 39.2%. Existen reportes de reducciones abiertas en caso de fracaso de la reducción cerrada con el uso de estos implantes, que varían de 8 al 72%^{5,6}.

En la muestra de pacientes incluidos, se analizaron variables relacionadas con el paciente y con las características propias de la fractura, encontrando que factores como la edad, el peso o tener antecedentes de fracturas previas en el antebrazo no tuvieron asociación estadísticamente significativa con la falla de reducción cerrada.

El factor relacionado con el sexo tampoco arrojó resultados estadísticamente significativos. Sin embargo, se estableció que el sexo masculino presentó una mayor proporción de este tipo de fracturas^{4,1}, coincidiendo con los diferentes reportes de la literatura^{9,10}. Algunos de los factores asociados a esta incidencia en niños son los mecanismos de trauma de mayor energía por su participación en actividades físicas o deportivas de alto impacto. Otros reportes de la literatura indican mayor resistencia a la reducción cerrada en niños en edad de prepuberal por su mayor masa muscular, comparativamente con las niñas de la misma edad¹¹. Esta característica coincide con los resultados de este estudio en el grupo de reducción abierta, en donde el promedio de edad fue de 11.4 (±2.4).

Respecto a los factores inherentes a las fracturas, se pudo identificar que el tiempo de presentación no fue un factor determinante en la conversión del tipo de reducción. La mayoría de las fracturas fueron manejadas con tiempos dentro de las primeras 48 horas.

El mecanismo de trauma más frecuente fue el indirecto, principalmente por caídas de la propia altura sobre el antebrazo afectado en extensión de la muñeca y el codo, generando fuerzas de tensión y compresión sobre la diáfisis. Los patrones de fractura mayormente registrados fueron los transversos en el tercio medio de la diáfisis con compromiso de ambos huesos. También se presentó mayor frecuencia de fracturas a diferente nivel en radio y cúbito, lo cual permite inferir que los traumas presentaron un componente rotacional asociado a las fuerzas deformantes de tensión compresión. Sin embargo, la asociación estadística no mostró correlación entre dicho mecanismo y el tipo de reducción¹².

Una angulación de 27 grados de la fractura de radio en la proyección radiográfica lateral¹⁰ fue la variable más cercana a un valor estadísticamente significativo (p=0.07), constituyendo un posible factor relacionado con la conversión a reducción abierta en este tipo de fracturas. Estos datos concuerdan con los reportados por Holt y colaboradores¹¹. Es

posible que este desplazamiento tenga relación con la magnitud del trauma, debido a un mayor compromiso de tejidos blandos, edema asociado o interposición de tejidos en el foco de fractura, ocasionando dificultades en las maniobras de reducción cerrada.

Respecto a la sobreposición de la fractura, este estudio no arrojó asociación estadística significativa, contrario a otras series¹² en las que se reportó como uno de los principales factores asociados a la conversión a reducción abierta.

La clasificación de Gustillo y Anderson no tuvo proporción significativa en esta serie, debido a la baja cantidad de fracturas abiertas. El diámetro de los clavos no se consideró como un factor de riesgo inherente al paciente o a la fractura.

Se presentaron algunas limitaciones inherentes al estudio. La muestra de pacientes fue pequeña (n=51), lo cual limita el poder estadístico y aumenta el riesgo de error aleatorio. Al ser los datos recolectados de un mismo centro, es probable caer en sesgos relacionados con la práctica institucional. Asimismo, al ser un estudio retrospectivo, la recolección de los datos depende de los registros electrónicos de historias clínicas y sus descripciones quirúrgicas, algunas veces incompletas o imprecisas, lo cual puede conllevar a interpretaciones erróneas de los datos obtenidos.

Algunas recomendaciones para futuras investigaciones sobre el tema pueden centrarse en estudios biomecánicos de reducción de fracturas diafisarias de antebrazo que puedan explicar las posibles causas de falla de manejo con reducción cerrada.

Los estudios multicéntricos prospectivos podrían aumentar el tamaño de muestra, mejorando el poder estadístico y disminuyendo la probabilidad de sesgos relacionados con la modalidad de la intervención. Si bien la muestra de observación de este estudio fue pequeña, fue similar a otros estudios reportados con igual cantidad de tiempo de observación y sus resultados fueron altamente concordantes.

En conclusión, los factores relacionados con el paciente y la fractura incluidos en esta investigación no fueron estadísticamente significativos como predictores de falla de reducción cerrada en el manejo de fracturas diafisarias de antebrazo. Sin embargo, el grado de angulación de la fractura de radio en su proyección lateral fue la variable más cercana a la significancia estadística.

Los hallazgos documentados en esta serie, concordantes con los reportes en otras publicaciones, pueden servir al cirujano como herramienta para un mejor planeamiento quirúrgico que evite riesgos como la manipulación excesiva de tejidos del antebrazo y sus complicaciones asociadas como el síndrome compartimental, aumentando la probabilidad de éxito en el manejo de la fractura y su futura funcionalidad, además de facilitar la explicación a los familiares durante el diligenciamiento del consentimiento informado.

Declaración de financiación del proyecto

Este proyecto de investigación no recibió financiación por cuanto incluyó costos no desembolsables.

Declaración de conflicto de interés

Los autores manifiestan no tener conflictos de interés relacionados con el desarrollo y la finalidad de la presente investigación, dado que es un estudio clínico dirigido a la generación de conocimiento científico para beneficio de los pacientes.

Bibliografía

1. Ploegmakers JJ, Verheyen CC. Acceptance of angulation in the non-operative treatment of paediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop B*. 2006;15:428–32.
2. Jeroense KT, America T, Witbreuk MM, van der Sluijs JA. Malunion of distal radius fractures in children. *Acta Orthop*. 2015;86:233–7.
3. Madhuri V, Dutt V, Gahukamble AD, Tharyan P. Conservative interventions for treating diaphyseal fractures of the forearm bones in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;4:CD008775.
4. Zionts LE, Zalavras CG, Gerhardt MB. Closed treatment of displaced diaphyseal both-bone forearm fractures in older children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2005;25:507–12.
5. Antabak A, Luetic T, Ivo S, Karlo R, Cavar S, Bogovic M, et al. Treatment outcomes of both-bone diaphyseal paediatric forearm fractures. *Injury*. 2013;44 Suppl 3: S11–5.
6. Blackman AJ, Wall LB, Keeler KA, Schoenecker PL, Luhmann SJ, O'Donnell JC, et al. Acute compartment syndrome after intramedullary nailing of isolated radius and ulna fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 2014;34:50–4.
7. Makki D, Matar HE, Webb M, Wright DM, James LA, Ricketts DM. Elastic stable intramedullary nailing in paediatric forearm fractures: the rate of open reduction and complications. *J Pediatr Orthop B*. 2017;26:412–6.
8. Flynn JM, Jones KJ, Garner MR, Goebel J. Eleven years experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop*. 2010;30:313–9.
9. Larsen AV, Mundbjerg E, Lauritsen JM, Faergemann C. Development of the annual incidence rate of fracture in children 1980-2018: a population-based study of 32,375 fractures. *Acta Orthop*. 2020;91:593–7.
10. Mahecha-Toro M, Vergara-Amador E, González Ramírez M. Forearm diaphyseal fractures in children: intramedullary Kirschner's wire fixation treatment. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed)*. 2018;62:71–9.
11. Andrew HESE, Kevin S, Sachin A, Mary R, Scott R, et al. Risk Factors for Open Reduction in Operatively Treated Pediatric Both-Bone Forearm Fractures. *The Orthopaedic Journal at Harvard Medical School: The Orthopaedic Journal at Harvard Medical School*; . 2017:14–9.
12. Tay LHGM, Tan WXT, Lee NKL, Chew EM, Mahadev A, Wong KPL. Retrospective analysis: risk factors predicting failure of closed reduction in pediatric diaphyseal forearm fractures treated with elastic stable intramedullary nails (ESINs). *J Pediatr Orthop B*. 2022.