


# Enclavado endomedular elástico para el tratamiento de refracturas de antebrazo en niños

PABLO EAMARA, JULIO JAVIER MASQUIJO

*Departamento de Ortopedia y Traumatología Infantil, Sanatorio Allende, Córdoba*

Recibido el 29-12-2017. Aceptado luego de la evaluación el 25-3-2018 • Dr. JAVIER MASQUIJO • jmasquijo@gmail.com 

Cómo citar este artículo: Eamara P, Masquijo JJ. Enclavado endomedular elástico para el tratamiento de refracturas de antebrazo en niños. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2018;83(4):242-247. doi:10.15417/issn.1852-7434.2018.83.4.813

## RESUMEN

**Introducción:** La diáfisis del antebrazo es el sitio más frecuente de refracturas en niños. Estas lesiones suelen ocurrir en el tercio medio o proximal antes del año de la fractura inicial. Hay poca información sobre el tratamiento de este tipo de lesiones. El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados y las complicaciones en pacientes con refracturas de antebrazo que requirieron fijación interna con clavos elásticos endomedulares.

**Materiales y Métodos:** Se registró la siguiente información: datos demográficos, mecanismo de lesión, clasificación, tiempo desde la consolidación de la fractura original hasta la refractura, tipo de reducción y tiempo de consolidación. Los resultados fueron evaluados según la escala propuesta por Martus y las complicaciones, con una adaptación de la clasificación de Clavien-Dindo.

**Resultados:** Se evaluaron 17 pacientes (14 varones) con 17 refracturas de antebrazo (15 cerradas y 2 expuestas). La edad era de 11 años (RIC 7, mín.-máx. 5-15). La lesión ocurrió a las 12 semanas de la fractura inicial (RIC 4.7, mín.-máx. 4-28). El 47% requirió reducción abierta. El tiempo de consolidación fue de 8 semanas (RIC 4, mín.-máx. 6-28). El seguimiento fue de 43 meses (RIC 47, mín.-máx. 12-103). Fue posible evaluar clínicamente a 16 pacientes (1 pérdida en el seguimiento). El resultado fue excelente en 15 casos y regular en uno. Un paciente tuvo pérdida del rango de movilidad (15°); uno, retraso de la consolidación (cúbito) y 3 sufrieron una segunda refractura.

**Conclusiones:** La fijación interna con clavos elásticos endomedulares fue una técnica eficaz para tratar las refracturas de antebrazo en niños. Si bien un alto porcentaje necesita reducción abierta, el tiempo de consolidación y la tasa de complicaciones serían similares a los de las fracturas primarias tratadas con la misma técnica.

**Palabras clave:** Refracturas; antebrazo; enclavado elástico endomedular; niños; adolescentes.

**Nivel de Evidencia:** IV

## ELASTIC STABLE INTRAMEDULLARY NAILING FOR THE TREATMENT OF FOREARM REFRACTURES IN CHILDREN

### ABSTRACT

**Introduction:** Forearm diaphysis is the most frequent site of re-fractures in children. These lesions usually occur in the middle or proximal third within a year of the initial fracture. There is little information on the treatment of this type of lesions. The aim of this study was to evaluate outcomes and complications in patients with forearm re-fractures requiring internal fixation with elastic stable intramedullary nails.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

**Methods:** Demographic data, mechanism of injury, classification, time from consolidation of the original fracture to re-fracture, type of reduction and time of consolidation were documented. Outcomes were evaluated according to Martus scale, and complications were evaluated with an adaptation of Clavien-Dindo classification.

**Results:** Seventeen patients (14 men) with 17 forearm re-fractures (15 closed and 2 open) were identified. Median age was 11 years (IQR 7, min-max 5-15). Lesion occurred 12 weeks after the initial fracture (RIC 4.7, min-max 4-28). Forty-seven percent required open reduction. Union was achieved at 8 weeks (IQR 4, min-max 6-28). Follow-up was 43 months (IQR 47, min-max 12-103). Sixteen patients were clinically evaluated (1 lost at follow-up). Fifteen patients presented excellent results and one had a fair result. One had 15° loss of motion, one had delayed union (ulna) and three patients had a second re-fracture.

**Conclusions:** In this series, elastic stable intramedullary nails represented an effective technique for the treatment of forearm re-fractures in children. Although many require open reduction, time to union and complication rate seem to be similar to primary fractures treated with the same technique.

**Key words:** Re-fractures; forearm; elastic intramedullary nailing; children; adolescents.

**Level of Evidence:** IV

## Introducción

Las fracturas de antebrazo son lesiones frecuentes en niños y adolescentes. Ocurren aproximadamente en 1 de cada 100 niños, y representan la tercera fractura más común en los huesos largos, en este grupo etario,<sup>1</sup> y su incidencia máxima es entre los 12 y 14 años. La diáfisis del radio y cúbito es el lugar más frecuente de refracturas en los niños.<sup>2</sup> Las refracturas suelen producirse hasta en el 5% de los pacientes con fracturas de antebrazo. Estas lesiones suelen comprometer el tercio medio o proximal del antebrazo y ocurren entre las 6 semanas y los 10 meses posteriores a la fractura inicial.<sup>3,4</sup>

El objetivo del tratamiento de las refracturas consiste en obtener la consolidación preservando la función y minimizando las complicaciones.<sup>2</sup> Aunque algunos pacientes que sufren fracturas recurrentes pueden ser tratados de manera conservadora, gran parte de ellos suele presentar patrones de fracturas inestables que requieren estabilización. La fijación interna con clavos elásticos de titanio se ha convertido en el método de elección en pacientes esqueléticamente inmaduros. Al evitar una disección extensa de los tejidos, esta técnica preserva las partes blandas y promueve una rápida consolidación ósea. Si bien existen numerosas series que evalúan los resultados del enclavado endomedular elástico en fracturas inestables de antebrazo,<sup>5-8</sup> existe poca información sobre su aplicación en pacientes con fracturas recurrentes de la misma localización.<sup>9,10</sup>

El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados y las complicaciones en pacientes que sufrieron refracturas de antebrazo y requirieron fijación interna con clavos elásticos endomedulares.

## Materiales y Métodos

Se analizó retrospectivamente a todos los pacientes con diagnóstico de refractura de antebrazo, que fueron opera-

dos con enclavado endomedular elástico, entre enero de 2008 y enero de 2016, en el Departamento de Ortopedia y Traumatología Infantil del Sanatorio Allende. La cirugía se indicó a pacientes esqueléticamente inmaduros con fracturas recurrentes inestables, que habían sido tratados mediante cualquier método (conservador o quirúrgico) y que tenían un canal endomedular lo suficientemente amplio como para introducir un clavo elástico de 2 mm.

### Técnica quirúrgica

Bajo anestesia general y monitoreo intraoperatorio, se coloca al paciente en decúbito dorsal con el brazo abducido y el antebrazo supinado en mesa de mano. Se procede a la asepsia y antisepsia, y se colocan campos según técnica. El arco en C ingresa paralelo al paciente desde distal y el monitor se ubica frente al cirujano. Cuando ambos huesos del antebrazo están afectados, preferimos comenzar con el radio, ya que es el que mayor dificultad suele plantear para la reducción. Se mide, con radioscopia intraoperatoria, el tamaño del clavo que se utilizará. Este debe ocupar, al menos, dos tercios de la porción más estrecha del canal (habitualmente clavos de 2 o 2,5 mm en el antebrazo de un niño). Se realiza una incisión de 2 cm en la piel sobre el radio distal, 2 cm proximal a la fisís. Se identifica y protege la rama superficial del nervio radial. Se introduce un punzón para perforar el radio distal. El orificio debe ser oblongo para facilitar el ingreso del clavo. Se curva previamente el clavo seleccionado unos 40° a nivel de la fractura y se lo introduce manualmente. Si se observa que el canal medular está obliterado o si, después de tres intentos de reducción, no se puede introducir el clavo en el fragmento proximal, se efectúa un abordaje para reducción abierta. Se practica una incisión longitudinal volar de 3 cm. Se identifican ambos extremos de la fractura y se reabre el canal endomedular con un punzón evitando una falsa vía. En el cúbito, se introduce un clavo del mismo diámetro que el radio. En fracturas diafisarias o proximales, preferimos el ingreso del clavo cubital de distal a proximal, ya que permite una mejor visualización

con radioscopia durante la manipulación de la fractura. Si es necesaria la reducción abierta, se efectúa una incisión longitudinal de 3 cm sobre el borde subcutáneo del cúbito. Una vez confirmada con radioscopia que la fractura está correctamente alineada y los patines de los clavos están enfrentados entre sí (orientados hacia la membrana interósea), se cortan con el dispositivo. Idealmente los clavos deben quedar al mismo nivel y paralelos a la metáfisis 2 cm fuera del canal endomedular, por debajo de la piel. Posteriormente, se lava con solución fisiológica, se infiltra con una solución de bupivacaína y se cierra con puntos intradérmicos con Vicryl Rapide 4.0. Se coloca una férula posterior de yeso y se la deja durante dos semanas para desinflamar las partes blandas.

### Evaluación de los pacientes

Se excluyó del análisis a los pacientes que requirieron otro tipo de tratamiento (enyesado, placa y tornillos, etc.), con fisis cerrada, seguimiento <12 meses y falta de información de las historias clínicas. Se documentaron los datos demográficos, el mecanismo de lesión, la clasificación,<sup>11</sup> el tiempo transcurrido desde la consolidación de la fractura original hasta la refractura, el tipo de reducción (cerrada/abierta), el tiempo de consolidación y las com-

plicaciones posoperatorias. Los datos se extrajeron del registro radiológico y las historias clínicas electrónicas del archivo.

Los resultados fueron evaluados de acuerdo con la escala propuesta por Martus y cols.<sup>12</sup> y las complicaciones, con una adaptación de la clasificación de Clavien-Dindo para cirugía ortopédica<sup>13,14</sup> (Tablas 1 y 2). Tomando como rango normal de rotación del antebrazo, 70° de pronación y 85° de supinación,<sup>15</sup> se consideró que el resultado era excelente si el rango de movilidad era completo y no habían surgido complicaciones superiores al grado I. Se consideró un resultado bueno cuando el paciente tenía una leve pérdida de movimiento (<10°) y complicaciones grado II o superiores. El resultado se clasificó como regular si la pérdida de movimiento era de entre 10° a 30° y las complicaciones, grado III o mayores y si la pérdida de movimiento era >30° o las complicaciones eran grados IV o V, el resultado fue malo.

### Análisis estadístico

Las variables analizadas presentaban distribución no paramétrica, por lo que fueron descritas como medianas, rango intercuartílico (RIC) y valores mínimos-máximos (mín.-máx.).

**Tabla 1.** Modificación de la clasificación de Clavien-Dindo para las complicaciones quirúrgicas de fracturas de antebrazo<sup>13,14</sup>

Grado	Definición	Ejemplos
I	Desviación del curso rutinario del posoperatorio sin la necesidad de intervenir	Retraso de la consolidación asintomática Implantes prominentes
II	Resolución después del manejo ambulatorio, la terapia farmacológica o la observación cercana	Infección superficial Parálisis nerviosa transitoria
III	Requiere manejo hospitalario o reintervención	Infección profunda Migración de implantes que requieren extracción temprana
IV	Complicación que pone en riesgo la extremidad o la vida, o resulta en un déficit permanente	Síndrome compartimental Parálisis nerviosa permanente Sinostosis radiocubital Ruptura tendinosa
V	Muerte del paciente	Muerte durante el posoperatorio, secundaria a reacción anestésica

**Tabla 2.** Sistema de calificación de resultados de Martus y cols.<sup>12</sup>

Grado de resultado	Rango de movimiento	Grado de complicación
Excelente	Completo	Grado 1 o nada
Bueno	Pérdida <10° Pronación o supinación	Grado 2 o menor
Medio	Pérdida 10–30° Pronación o supinación	Grado 3 o menor
Pobre	Pérdida >30° Pronación o supinación	Hasta grado 5

## Resultados

Se analizó a 17 pacientes (14 hombres) con 17 refracturas de antebrazo. Quince refracturas eran cerradas y dos, expuestas (Tabla 3). El patrón más frecuente fue fracturas completas transversas (22-D/4.1 y 22-D/5.1), un 76% (n = 13) con refractura en el tercio medio y, en el 70,5% (n = 12), el lado afectado era el antebrazo izquierdo. Un solo paciente presentaba parestesia cubital preoperatoria y se recuperó completamente a las dos semanas de la cirugía. El mecanismo de lesión más frecuente fue la caída de propia altura (13 pacientes). La edad al momento de la refractura fue 11 años (RIC 7, mín.-máx. 5-15 años). La lesión se produjo a las 12 semanas de la fractura inicial (RIC 4,7, mín.-máx. 4-28 semanas). Ocho pacientes requirieron reducción abierta (47%): seis solo del radio, uno solo del cúbito y uno de ambos huesos (Tabla 3). El tiempo de consolidación fue de ocho semanas (RIC 4, mín.-máx. 6-20 semanas). El seguimiento fue de 43 meses (RIC 47, mín.-máx. 12-103 meses).

Dieciséis pacientes pudieron ser evaluados clínicamente (1 pérdida durante el seguimiento). Quince tuvieron resultados excelentes y, en uno, el resultado fue regular. Dos pacientes presentaron un ángulo residual  $>10^\circ$ . Hubo dos complicaciones grado 1: una pérdida leve de la supinación ( $15^\circ$ ) y un retraso en la consolidación del cúbito. Este último consolidó sin necesidad de tratamiento adicional a las 28 semanas de la cirugía. Tres pacientes sufrieron complicaciones grado 3: segunda refractura con clavos *in situ*. Ocurrieron a los tres meses (caso 1), siete meses (caso 2) y al mes (caso 17) de la fijación. El caso 1 fue tratado con reducción abierta y fijación interna con placas y tornillos. El caso 2 fue tratado con cambio de clavos endomedulares por otros de mayor diámetro y consolidó a los tres meses. El caso 17 fue sometido a reducción cerrada para realinear el clavo elástico<sup>15</sup> y consolidó en buena posición, a los tres meses.

El retiro de los clavos elásticos se indicó, como rutina, luego de los 12 meses y una vez que se observó remodelación completa del radio y el cúbito. Sin embargo, solo se realizó en 13 de los 17 pacientes de la serie por elección de ellos.

## Discusión

Aproximadamente el 4-8% de los niños que sufren fracturas de antebrazo pueden presentar refracturas en los primeros 12 meses luego de esta lesión.<sup>2</sup> El tratamiento quirúrgico suele estar indicado cuando la fractura no puede alinearse (o mantener la alineación) mediante manipulación cerrada y yeso. Los estudios publicados sobre los resultados de cirugía de las refracturas de antebrazo son escasos en pacientes esqueléticamente inmaduros. Por esa razón, el objetivo de nuestro estudio fue evaluar los resultados y las complicaciones en pacientes pediátricos que

sufrieron refracturas de antebrazo y requirieron fijación interna con clavos elásticos endomedulares.

El 94% de los pacientes de nuestra serie obtuvo resultados excelentes y un rango de movilidad completo. Uno solo tuvo una pérdida leve de la supinación. Debido al callo de fractura previo, casi la mitad de los casos requirieron reducción abierta y la nueva apertura del canal endomedular para permitir el paso de los clavos. Algunos autores han relacionado este gesto quirúrgico con retraso de la consolidación.<sup>16</sup> A diferencia de la población adulta, el retraso de la consolidación y la pseudoartrosis son infrecuentes en niños (0-4%).<sup>17,18</sup> Estas complicaciones ocurren, por lo general, en la diáfisis del cúbito y están asociadas a fracturas expuestas o reducción abierta. En nuestra serie, la mediana de consolidación fue de ocho semanas y un solo paciente tuvo retraso de la consolidación del cúbito (20 semanas), aunque la reducción y fijación fueron cerradas en este caso. Los tiempos de consolidación y la tasa de complicaciones (29%) de esta serie son comparables con los de otros estudios que evalúan fracturas primarias con el mismo método.<sup>12,19-21</sup> Algunos autores proponen que, como gran parte de los pacientes con refracturas de antebrazo requieren reducción abierta, la estabilización con placas y tornillos sería una alternativa más simple y eficaz.<sup>2</sup> Si bien las placas permiten una estabilidad absoluta y una movilización más precoz, su desventaja sería requerir una cirugía más extensa (para colocar y para retirar las placas), más tiempo de reposo deportivo luego del retiro y mayor posibilidad de refractura a través de los orificios de los tornillos.

El retiro de los clavos elásticos es motivo de controversia en la literatura. Lascombes y cols.<sup>17</sup> recomiendan retirar los clavos elásticos a los tres o cuatro meses de la fijación de la fractura de todos los huesos largos, excepto los del antebrazo. En su serie de 85 fracturas de antebrazo tratadas con clavos endomedulares elásticos, los clavos se retiraron a los cuatro meses de la cirugía inicial, en los primeros 50 pacientes y hubo tres casos de refractura. Por esta razón, recomiendan el retiro entre los 10 meses y el año posoperatorio. Si bien no existen recomendaciones para el retiro en los casos de refractura, nuestra conducta es recomendar retirarlos entre el primero y segundo año posoperatorio, una vez que la remodelación se haya completado en ambos huesos del antebrazo. En casos aislados, hemos tenido dificultades para retirar clavos elásticos en cualquier localización tras dos años de la colocación, por lo que sugerimos realizarlo antes de ese tiempo. Siguiendo estas consideraciones, ninguno de los pacientes de nuestra serie a los que se les retiró el material sufrió una nueva refractura.

Tres pacientes de este estudio sufrieron una segunda refractura con los clavos elásticos *in situ*. En un caso, el trauma ocurrió a las cuatro semanas, lo que ocasionó una pérdida de la corrección antes de la consolidación. En dos casos, la refractura ya estaba completamente consolidada, y se produjo una segunda refractura. La edad al momento de la refractura era similar a la del resto de la serie y los

**Tabla 3.** Datos demográficos

n	Edad	Sexo	Lado	Hueso afectado	Mecanismo	Tipo de fractura	Lesión neurovascular	Clasificación AO Pediátrico	Tiempo hasta la refractura (semanas)*	Tratamiento	Diámetro clavos (mm)	Reducción
1	12	M	I	RC	Skate	Cerrada	No	22-D/4,1	13	EEE RC	2,5	Cerrada
2	14	M	I	RC	Skate	Cerrada	No	22-D/5,1	8	EEE RC	2	Cerrada
3	6	M	D	RC	Caída de propia altura, pileta	Cerrada	No	22-D/5,1	8	EEE RC	2	Abierta RC
4	6	F	I	RC	Caída de propia altura bailando	Cerrada	No	22-D/4,1	30	EEE RC	2,5	Abierta R
5	13	M	I	RC	Fútbol	Cerrada	No	22-D/4,1	13	EEE R	2	Abierta R
6	9	M	D	RC	Caída de propia altura	Cerrada	No	22-D/4,1	4.3	EEE RC	2	Cerrada
7	9	F	I	RC	Caída de propia altura	Cerrada	No	22-D/4,1	4.3	EEE RC	2,5	Cerrada
8	6	F	I	RC	Caída de tobogán	Cerrada	No	22-D/4,1	8	EEE R	2,5	Cerrada
9	13	M	I	RC	Caída de propia altura	Expuesta C Gustilo I	No	22-D/5,1	26	EEE RC	2,5	Abierta R
10	7	M	D	RC	Caída de propia altura	Cerrada	No	22r-D/4,1	4.3	EEE RC	2,5	Abierta R
11	7	M	I	RC	Caída de propia altura	Cerrada	No	22-D/5,1	4.3	EEE RC	2,5	Cerrada
12	11	M	D	R	Caída de propia altura	Cerrada	No	22r-D/4,1	13	EEE R	2	Cerrada
13	14	M	I	RC	Caída de propia altura	Expuesta R Gustilo I	No	22-D/5,1	26	EEE R	2	Abierta R
14	15	M	I	RC	Caída de propia altura	Cerrada	Parestesia cubital	22-D/5,1	NC	EEE RC	2,5	Cerrada
15	14	M	I	R	Caída de propia altura	Cerrada	No	22r-D/5,1	26	EEE R	2	Cerrada
16	12	M	I	RC	Caída de propia altura	Cerrada	No	22-D/4,1	30	EEE RC	2	Abierta R
17	5	M	D	C	Caída de propia altura	Cerrada	No	22u-D/4,1	21	EEE C	2	Abierta C

\*Tiempo desde la consolidación de la fractura primaria hasta la refractura.

M = masculino, F = femenino, I = izquierdo, D = derecho, R = radio, C = cúbito, NC = no consta en la historia clínica, EEE = enclavado endomedular elástico.

tres habían presentado lesiones cerradas. La reducción fue cerrada en dos casos y abierta en uno. No se observaron errores de la técnica quirúrgica que faciliten una nueva lesión. Fernandez y cols.<sup>16</sup> publicaron una serie de 14 casos de refracturas con clavos *in situ*. Los autores tampoco pudieron identificar problemas técnicos que hubieran facilitado la refractura.

Los resultados de este estudio deben ser interpretados en el contexto de las limitaciones que presenta. El tamaño de la muestra y el diseño limitan la posibilidad de reali-

zar un análisis estadístico más riguroso. Algunos de los pacientes provienen del interior de nuestra provincia o de otras provincias, por lo que el seguimiento clínico y radiológico estuvo supeditado a la posibilidad de retornar al control. Esto pudo haber afectado los tiempos de consolidación. Por último, la clasificación utilizada para complicaciones está validada en adultos, pero no en la población pediátrica, aunque ha sido utilizada previamente en otros estudios.<sup>12</sup> A pesar de estas limitaciones, consideramos que este estudio brinda información original, ya que, a



nuestro entender, no existen series que hayan evaluado el uso de clavos elásticos exclusivamente en refracturas de antebrazo en niños.

En este estudio, la fijación interna con clavos endomedulares elásticos resultó una técnica eficaz para el trata-

miento de las refracturas de antebrazo en niños. Si bien un alto porcentaje requiere reducción abierta, el tiempo de consolidación y la tasa de complicaciones serían similares a los de las fracturas primarias tratadas con la misma técnica.

## Bibliografía

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am* 2004;29:458-61. doi: <https://doi.org/10.1053/jhsu.2001.26322>
2. Bae DS. Pediatric distal radius and forearm fractures. *J Hand Surg Am* 2008;33(10):1911-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.10.013>
3. Baitner AC, Perry A, Lalonde FD, Bastrom TP, Pawelek J, Newton PO. The healing forearm fracture: a matched comparison of forearm refractures. *J Pediatr Orthop* 2007;27(7):743-7. doi: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318142568c>
4. Tisosky AJ, Werger MM, McPartland TG, Bowe JA. The factors influencing the refracture of pediatric forearms. *J Pediatr Orthop* 2015;35(7):677-81. doi: <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000355>
5. Lascombes P, Haumont T, Journeau P. Centromedullary nailing for fracture of both forearm bones in children and adolescents. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2006;92:615-25. PMID: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17088761>
6. Wall L, O'Donnell JC, Schoenecker PL, Keeler KA, Dobbs MB, Luhmann SJ, et al. Titanium elastic nailing radius and ulna fractures in adolescents. *J Pediatr Orthop B* 2012;21(5):482-8. doi: <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e3283528db5>
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(5):412-6. doi: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000408>
8. Lyman A, Wenger D, Landin L. Pediatric diaphyseal forearm fractures: epidemiology and treatment in an urban population during a 10-year period, with special attention to titanium elastic nailing and its complications. *J Pediatr Orthop B* 2016; 25(5):439-46. doi: <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000278>
9. Kelly BA, Shore BJ, Bae DS, Hedequist DJ, Glotzbecker MP. Pediatric forearm fractures with in situ intramedullary implants. *J Child Orthop* 2016;10(4):321-7. doi: <https://doi.org/10.1007/s11832-016-0746-4>
10. McLean C, Adlington H, Houshian S. Paediatric forearm refractures with retained plates managed with flexible intramedullary nails. *Injury* 2007;38(8):926-30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.10.029>
11. Slongo T, Audigé L, Clavert JM, Lutz N, Frick S, Hunter J. The AO comprehensive classification of pediatric long-bone fractures: a web-based multicenter agreement study. *J Pediatr Orthop* 2007;27(2):171-80. doi: <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000248569.43251.f9>
12. Martus JE, Preston RK, Schoenecker JG, Lovejoy SA, Green NE, Mencio GA. Complications and outcomes of diaphyseal forearm fracture intramedullary nailing: a comparison of pediatric and adolescent age groups. *J Pediatr Orthop* 2013;33(6): 598-607. doi: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3182a11d3b>
13. Clavien P, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications. *Ann Surg* 2009;250:187-96. doi: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2>
14. Dindo D, Demartines N, Clavien P. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;2004:205-13. doi: <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>
15. Muensterer OJ, Regauer MP. Closed reduction of forearm refractures with flexible intramedullary nails in situ. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(11): 2152-5. PMID: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14630845>
16. Fernandez FF, Eberhardt O, Langendorfer M, Wirth T. Nonunion of forearm shaft fractures in children after intramedullary nailing. *J Pediatr Orthop B* 2009;18(6):289-95. doi: <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32832f5b20>
17. Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, Metaizeau JP, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *J Pediatr Orthop* 1990;10(2):167-71. PMID: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2312694>
18. Schmitteneber PP, Fitze G, Godeke J, Kraus R, Schneidmuller D. Delayed healing of forearm shaft fractures in children after intramedullary nailing. *J Pediatr Orthop* 2008;28(3):303-6. doi: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181684cd6>
19. Flynn J, Jones KJ, Garner MR, Goebel J. Eleven years experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2010;30:313-8. doi: <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181d98f2c>
20. Kang SN, Mangwani J, Ramachandran M, Paterson JM, Barry M. Elastic intramedullary nailing of paediatric fractures of the forearm: a decade of experience in a teaching hospital in the United Kingdom. *J Bone Joint Surg Br* 2011;93:262-5. doi: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B2.24882>
21. Smith VA, Goodman HJ, Strongwater A, Smith B. Treatment of pediatric both-bone forearm fractures: a comparison of operative techniques. *J Pediatr Orthop* 2005;25:309-13. PMID: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15832144>