

## Impacto de los clavos intramedulares flexibles cubiertos frente a los expuestos para osteosíntesis en fracturas pediátricas de antebrazo

### Impact of buried versus exposed flexible intramedullary nails osteosynthesis on pediatric forearm fractures

Abdulrahim Dündar<sup>a</sup>, Şehmuz Kaya<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Orthopedics' and Traumatology, Hitit University Erol Olçok Training and Research Hospital. Çorum, Turquía.

<sup>b</sup>Department of orthopedics' and Traumatology, Van Yüzüncü Yıl University. Van, Turquía.

Recibido: 28 de diciembre de 2023; Aceptado: 13 de febrero de 2024

#### ¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

Las mayores preocupaciones relacionadas con dejar los extremos de los clavos expuestos son las refracturas y las complicaciones que se formarán con la extracción de los clavos debido a la infección antes de que la fractura haya sanado. Por este motivo, se cree que dejar el clavo expuesto aumenta la tasa de refracturas debido a la extracción anticipada.

#### ¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

Este estudio muestra que la refractura está más relacionada con la tasa de reducción abierta que con si los clavos estén expuestos o cubiertos.

#### Resumen

En el uso de clavos intramedulares elásticos estables (ESIN) existen diferentes opiniones entre los cirujanos sobre dejar los extremos del clavo expuestos o cubiertos por piel. **Objetivo:** Determinar el riesgo de re-fractura en pacientes con clavo intramedular cubierto versus expuesto como tratamiento de las fracturas de antebrazo, e investigar las complicaciones postoperatorias. **Pacientes y Método:** El estudio incluyó un total de 113 pacientes pediátricos con fractura de ambas diáfisis del antebrazo. Se formaron dos grupos en función del dispositivo cubierto por piel (Grupo B, n: 53) o dejado expuesto (Grupo E, n: 60). Se realizaron análisis con respecto al número de reducciones abiertas, el tiempo transcurrido hasta la retirada del implante, el tipo de anestesia utilizado para esta ocasión, el número de refracturas, la infección cutánea y la irritación del lugar de entrada del clavo. **Resultados:** Los tiempos promedio de fusión entre los grupos no fueron muy diferentes ( $P = 0,371$ ). El tiempo promedio de retirada del clavo intramedular en el grupo B ( $16,02 \pm 1,29$  sem) fue muy superior en comparación con el del grupo E ( $6,65 \pm 0,95$  sem) ( $P < 0,001$ ). Las tasas de reducción de aperturas fueron similares entre los grupos ( $P = 0,401$ ). La tasa de anestesia general para la ex-

#### Palabras clave:

Clavo Intramedular;  
Fractura de Antebrazo;  
Inserción;  
Exposición;  
Refractura;  
Tratamiento Pediátrico

tracción del clavo intramedular en el grupo B (77,4%) fue muy superior a la del grupo E (11,7%) ( $P < 0,001$ ). La tasa de refractura fue mayor en los pacientes sometidos a reducción abierta en ambos grupos ( $P < 0,001$ ). **Conclusión:** Los resultados de este estudio demostraron que, a pesar de la mayor tasa de infección, dejar los extremos del clavo expuesto no aumenta la tasa de refractura, la que se ve más asociada a la reducción abierta.

## Abstract

In elastic stable intramedullary nailing (ESIN), there are different opinions among surgeons on whether to leave the nail buried in the same arm or to leave it exposed. **Objective:** To determine the risk of re-fracture in patients with a nail buried directly into the arm or left exposed as a treatment for forearm fractures, and to investigate postoperative complications. **Patients and Method:** The study included 113 pediatric patients with a forearm fracture of both diaphyses. Two groups were formed according to whether the nail was buried (Group B, n: 53) in the same arm or left exposed (Group E, n: 60). Data on the number of open reductions, the time to nail removal, the anesthesia type used for its removal, the number of re-fractures, skin infection, and nail entry site irritation were analyzed. **Results:** The mean union times between the groups were not significantly different ( $P = 0.371$ ). The mean time of nail removal in group B ( $16.02 \pm 1.29$  weeks) was significantly longer than that of group E ( $6.65 \pm 0.95$  weeks) ( $P < 0.001$ ). Open reduction rates were similar between groups ( $P = 0.401$ ). The general anesthesia rate for nail removal in group B (77.4%) was significantly higher than group E (11.7%) ( $P < 0.001$ ). The re-fracture rate was higher in patients who underwent open reduction in both groups ( $P < 0.001$ ). **Conclusion:** The results of this study demonstrated that, despite the increased infection rate, leaving the nail exposed did not increase the re-fracture rate, which was associated with open reduction.

## Keywords:

Intramedullary Nailing;  
Forearm Fracture;  
Buried;  
Exposed;  
Re-Fracture,  
Pediatric Treatment

## Introducción

Las fracturas de antebrazo son fracturas frecuentes y representan el 5-14% de todas las fracturas de la población pediátrica y el 30% de las fracturas de las extremidades superiores<sup>1,2</sup>. Tradicionalmente, las fracturas pediátricas de antebrazo se tratan de forma conservadora con reducción cerrada y enyesado. Las indicaciones para el tratamiento quirúrgico son las fracturas inestables, fracturas expuestas y fracturas que no pueden reducirse por el método cerrado o presentan daño neurovascular<sup>3</sup>. Lascombes et al.<sup>4</sup> trataron las fracturas diafisarias del antebrazo con enclavado intramedular elástico estable (ESIN en inglés) y obtuvieron buenos resultados. A partir de entonces, esta técnica se fue utilizando cada vez más y sigue siendo de uso generalizado en todo el mundo<sup>5</sup>. Estudios han confirmado la facilidad de aplicación de la técnica ESIN y el hecho de que conlleva pocas complicaciones<sup>6,7</sup>. Las complicaciones reportadas con mayor frecuencia tras la ESIN son la refractura, la lesión de la rama sensitiva superficial del nervio radial y el retraso de la unión, respectivamente<sup>8</sup>.

En las aplicaciones del ESIN, existen diferentes opiniones entre los cirujanos sobre si dejar el clavo cubierto bajo la piel o expuesto, lo que sigue siendo un tema de debate. En diversas publicaciones se ha señalado las ventajas y desventajas de estas dos opciones a distintos

niveles. En algunos estudios, se ha reportado que un clavo que se deja expuesto puede retirarse fácilmente sin complicaciones<sup>9</sup>, mientras que, en otros, se afirma que esto aumenta el riesgo de infección y, ya que este es un motivo para retirarlo precozmente, aumenta el riesgo de refractura<sup>10</sup>. Fujihara et al.<sup>11</sup> observaron que dejar los clavos cubiertos era necesario para reducir el riesgo de infección postoperatoria y de refractura. En otro estudio anterior, se reportó una tasa de infección inferior en el método de la aguja de Kirschner (AK) enterrada y, aunque esto provocó más extracciones en el quirófano en comparación con el método de AK expuesta, no hubo diferencias significativas entre los grupos con respecto al retiro precoz de las agujas<sup>12</sup>.

El objetivo de este estudio fue determinar el riesgo de refractura en pacientes con clavo cubierto bajo la piel o dejado expuesto en el tratamiento de fracturas de antebrazo con ESIN e investigar las complicaciones postoperatorias. Se planteó la hipótesis de que dejar el clavo expuesto no aumentaría la tasa de refractura debido a la extracción temprana y que las tasas de refractura se asociarían más con la reducción abierta.

## Pacientes y Método

### Diseño del estudio

El estudio incluyó un total de 113 pacientes pediátricos con fractura de antebrazo de ambas diáfisis tra-

tados con ESIN en un hospital terciario entre enero de 2017 y enero de 2022. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Hitit (Decisión Nº 31052023-07).

Se aplicaron clavos elásticos de titanio a todas las fracturas diafisarias de antebrazo bajo guía fluoroscópica con brazo en C. Los criterios de inclusión en el estudio fueron pacientes con edades entre los 4 y 14 años y una fractura de antebrazo de ambas diáfisis. Se excluyeron del estudio los pacientes con daño neurovascular, fractura diafisaria aislada, fractura abierta, fractura patológica, tratamiento con técnicas quirúrgicas distintas de la ESIN o seguimiento inferior a 6 meses.

Todos los pacientes fueron evaluados previo a la cirugía en el momento de la primera presentación y postcirugía a las 2, 6 y 12 semanas, a los 6 meses y al examen de seguimiento final. Se formaron dos grupos según el clavo estuviera cubierto (Grupo B, n: 53) o se dejara expuesto (Grupo E, n: 60).

Los datos demográficos, duración del seguimiento, tiempo de operación, tiempo de unión, lado operado, tipo de fractura, método quirúrgico y complicaciones postoperatorias se obtuvieron retrospectivamente de la base de datos electrónica del hospital. Se analizó el número de reducciones abiertas, el tiempo transcurrido hasta la retirada del implante, el tipo de anestesia utilizado para la retirada del implante, el número de refracturas, el daño neurovascular postoperatorio, infección cutánea y la irritación del lugar de entrada del clavo. Para la evaluación clínica, se utilizó la escala definida por Price CT et al.<sup>3</sup>. Con esta escala, los resultados basados en el estado del dolor y el rango de movimiento en supinación y pronación se evaluaron como excelentes, buenos, regulares o malos (tabla 1).

### Técnica quirúrgica

Todas las intervenciones se realizaron bajo anestesia general, con el paciente en decúbito supino y el antebrazo en flexión de 90° en una mesa para brazo mediante fluoroscopia. No se aplicó torniquete a ningún paciente. Se intentó la maniobra de reducción cerrada en todos los casos y en aquellos en los que no

se pudo lograr la reducción, se realizó una reducción *mini-open*. Una vez obtenida la reducción adecuada, se aplicó la técnica quirúrgica estándar descrita por Lascombes et al.<sup>4</sup>. En todos los pacientes se precurvaron clavos de titanio de 2, 2,5 y 3 mm antes de introducirlos en el hueso radio y cúbito y se colocaron con mini-incisiones. En el Grupo B, los extremos de los clavos se doblaron a 90° y se cortaron para después enterrarlos bajo la piel y, en el Grupo E, los extremos de los clavos se dejaron expuestos (figura 1). Las heridas se cerraron con suturas absorbibles y a todos los pacientes se les colocó una ortesis por encima del codo, que utilizaron durante 2 semanas en el postoperatorio. No se utilizó ninguna ortesis después del procedimiento de extracción de los clavos en ninguno de los pacientes, excepto en aquellos a los que se retiraron los clavos antes de tiempo. El hecho de que la punta de los clavos quedara enterrada o expuesta fuera de la piel dependía de la preferencia del cirujano.

### Métodos estadísticos

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software SPSS (versión 22, SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU. licencia de software: Hitit University). Para los datos categóricos, las estadísticas descriptivas se presentaron como frecuencia y porcentaje. Según el tamaño de la muestra en la tabla cruzada, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson o la prueba exacta de Fisher para comparar las variables categóricas entre los grupos de investigación. El supuesto de distribución normal de los datos numéricos se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el gráfico Q-Q. Dado que se cumplía el supuesto de una distribución normal, las estadísticas descriptivas de los datos numéricos se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar (DE). Para comprobar la hipótesis de homogeneidad de varianzas, se realizó la prueba de Levene. Se utilizó la prueba t de Student para comparar los datos numéricos entre dos grupos independientes, ya que se cumplían los supuestos de la prueba paramétrica. Se consideró un valor  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo en todas las comparaciones.

**Tabla 1. Criterios para la evaluación del resultado, según Price CT et al.<sup>13</sup>**

Resultados	Síntomas	Pérdida de rotación del antebrazo
Excelente	Ausencia de molestias con la actividad extenuante	< 15°
Bueno	Molestias leves con actividades extenuantes	15°- 30°
Regular	Molestias leves con las actividades diarias	31° - 90°
Deficiente	Todos los resultados anteriores	> 90°



**Figura 1.** (a, b) Vista anteroposterior y lateral de un niño de 5 años que sufrió fractura de ambos huesos del antebrazo izquierdo. (c, d) Radiografías anteroposterior y lateral de los antebrazos tras la ESIN, los extremos de los clavos se dejaron expuestos. (e) Radiografía postoperatoria a los 5 meses que muestra una nueva fractura. (f, g) Radiografías anteroposteriores y laterales de los antebrazos después de la ESIN, los extremos de los clavos se dejaron cubiertos. (h) Radiografía postoperatoria después de la retirada de los clavos a los 8 meses que muestra la unión ósea.

## Resultados

En el estudio se analizaron estadísticamente los datos de 113 pacientes, 53 (46,9%) del Grupo B y 60 (53,1%) del Grupo E. El 57,5% ( $n = 65$ ) de los pacientes eran hombres y el 42,5% ( $n = 48$ ) mujeres. La edad media de los pacientes fue de  $9,5 \pm 2,17$  años (rango: 4-13). El tiempo medio de operación para todos los pacientes fue de  $48,5 \pm 3,61$  (rango: 41-56) minutos, el tiempo medio de unión fue de  $7,53 \pm 0,85$  (rango: 6-9) semanas, el tiempo de retirada del implante fue de  $11,04 \pm 4,82$  (rango: 5-19) semanas y el tiempo medio de seguimiento fue de  $9,47 \pm 1,41$  (rango: 6-12) meses.

La tabla 2 muestra los resultados estadísticos para la comparación de las características demográficas y clínicas entre los grupos de investigación. La distribución de la proporción de sexos entre los grupos fue estadísticamente similar ( $p = 0,853$ ). La distribución de los lados de fractura del antebrazo fue estadísticamente similar entre los grupos ( $p = 0,825$ ). La media de edad no presentó diferencias significativas entre los

grupos ( $p = 0,376$ ). La media de edad del Grupo B fue de  $9,3 \pm 2,27$  años y la del Grupo E de  $9,67 \pm 2,08$  años.

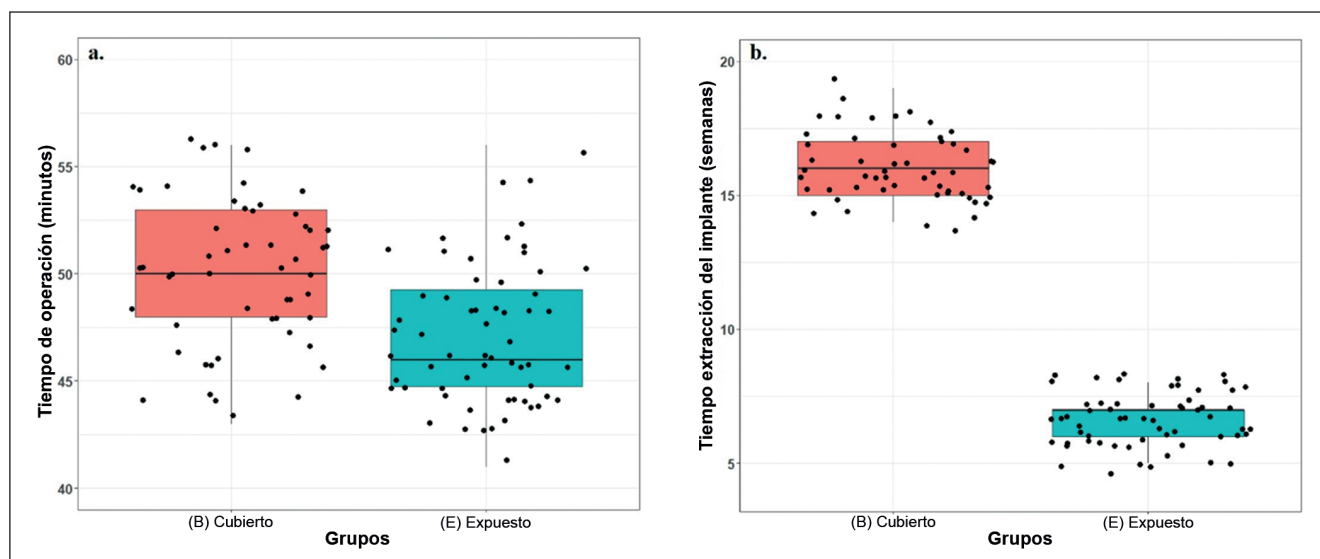
El tiempo medio de unión entre los grupos no fue significativamente diferente ( $p = 0,371$ ). El tiempo medio de unión del grupo B fue de  $7,45 \pm 0,95$  semanas y el del grupo E de  $7,6 \pm 0,76$  semanas. No hubo diferencias significativas en los tiempos medios de seguimiento entre los grupos ( $p = 0,190$ ). El tiempo medio de seguimiento del grupo B fue de  $14,28 \pm 1,3$  meses y el del grupo E de  $14,63 \pm 1,49$  meses. El tiempo medio de intervención del grupo B ( $50,04 \pm 3,42$  min) fue significativamente superior al del grupo E ( $47,15 \pm 3,24$  min) ( $p < 0,001$ ). El tiempo medio de retirada del implante en el grupo B ( $16,02 \pm 1,29$  semanas) fue significativamente superior al del grupo E ( $6,65 \pm 0,95$  semanas) ( $p < 0,001$ ). La figura 2 presenta diagramas de caja con la distribución de los tiempos de operación y extracción de implantes entre los grupos.

Las tasas de reducción abierta fueron similares entre los grupos ( $p = 0,401$ ; tabla 3). Las distribuciones de las tasas de anestesia general y local para la extracción

**Tabla 2. Resultados estadísticos para la comparación de las características demográficas y clínicas de los pacientes**

		Grupos		Valor P
		B (Cubierto) (n = 53)	E (Expuesto) (n = 60)	
Sexo	Masculino	30 (56,6%)	35 (58,3%)	0,853 <sup>a</sup>
	Femenino	23 (43,4%)	25 (41,7%)	
Lado	Derecha	32 (60,4%)	35 (58,3%)	0,825 <sup>a</sup>
	Izquierda	21 (39,6%)	25 (41,7%)	
Reducción abierta	No	46 (86,8%)	55 (91,7%)	0,401 <sup>a</sup>
	Sí	7 (13,2%)	5 (8,3%)	
Anestesia	General	41 (77,4%)	7 (11,7%)	< 0,001 <sup>a</sup>
	Local	12 (22,6%)	53 (88,3%)	
Refractura	No	51 (96,2%)	56 (93,3%)	0,683 <sup>b</sup>
	Sí	2 (3,8%)	4 (6,7%)	
Infección del sitio de entrada del clavo	No	52 (98,1%)	56 (93,3%)	0,369 <sup>b</sup>
	Sí	1 (1,9%)	4 (6,7%)	
Irritación cutánea	No	48 (90,6%)	58 (96,7%)	0,250 <sup>b</sup>
	Sí	5 (9,4%)	2 (3,3%)	
Lesión nerviosa	No	52 (98,1%)	60 (100%)	0,469 <sup>b</sup>
	Sí	1 (1,9%)	0 (0%)	
Retraso en la unión	No	52 (98,1%)	60 (100%)	0,469 <sup>b</sup>
	Sí	1 (1,9%)	0 (0%)	
Rotura del tendón	No	53 (100%)	60 (100%)	-
	Sí	0 (0%)	0 (0%)	
Edad		9,3 ± 2,27	9,67 ± 2,08	0,376 <sup>c</sup>
Tiempo de operación (minuto)		50,04 ± 3,42	47,15 ± 3,24	< 0,001 <sup>c</sup>
Tiempo de unión (semana)		7,45 ± 0,95	7,6 ± 0,76	0,371 <sup>c</sup>
Tiempo de seguimiento (mes)		9,28 ± 1,3	9,63 ± 1,49	0,190 <sup>c</sup>
Tiempo hasta la retirada del implante (semana)		16,02 ± 1,29	6,65 ± 0,95	< 0,001 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Prueba Chi-cuadrado con n (%). <sup>b</sup>Prueba exacta de Fisher con n (%). <sup>c</sup>Prueba T de Student con media ± desviación estándar (DE).



**Figura 2.** Diagrama de cajas con *jitters* que muestra los tiempos de operación (minutos) (a) y el tiempo hasta la retirada del implante (semana) (b) entre los grupos de investigación.

**Tabla 3. Resultados estadísticos de la relación entre reducción abierta y refractura entre los grupos**

Grupos			Refractura			Valor P
			No	Sí	Total	
B (Cubierto)	Reducción abierta	No	46 (100%)	0 (0%)	46	0,015 <sup>b</sup>
		Sí	5 (71,4%)	2 (28,6%)	7	
E (Expuesto)	Reducción abierta	No	54 (98,2%)	1 (1,8%)	55	0,001 <sup>b</sup>
		Sí	2 (40%)	3 (60%)	5	

<sup>b</sup>Prueba exacta de Fisher con n (%)

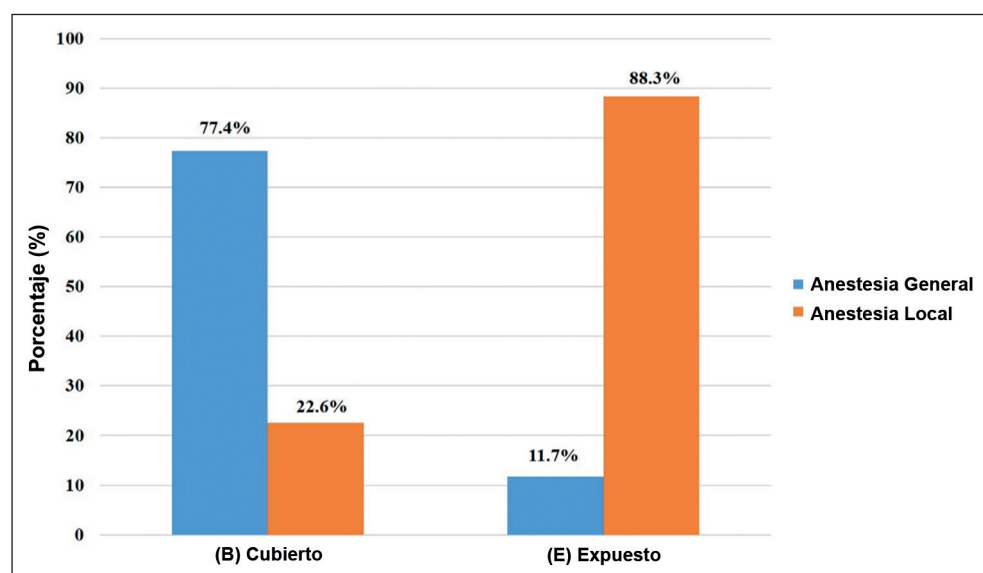
del implante fueron significativamente diferentes entre los grupos ( $p < 0,001$ ). La tasa de anestesia general en el grupo B fue significativamente superior a la del grupo E (77,4% vs 11,7%, respectivamente) (figura 3). Las tasas de refractura, infección del lugar de entrada del clavo, irritación cutánea, lesión nerviosa y retraso en la unión fueron similares entre los grupos ( $p = 0,683$ ,  $p = 0,369$ ,  $p = 0,250$ ,  $p = 0,469$ ,  $p = 0,469$ , respectivamente; tabla 2). No hubo rotura de tendón en ningún paciente de ninguno de los dos grupos. En el grupo E, 4 pacientes presentaron infección del lado de entrada del clavo. En estos pacientes, los clavos se retiraron antes de que se produjera la unión y a todos los pacientes se les aplicó una ortesis por encima del codo por riesgo de refractura.

La tabla 3 presenta los resultados estadísticos en cuanto a la relación entre la reducción abierta y la refractura en los grupos. La tasa de refractura fue mayor en los pacientes sometidos a reducción abierta en ambos grupos (figura 4). En el grupo B, la tasa de refractura (28,6%) en los pacientes con reducción abierta

fue significativamente superior a la de los pacientes sin reducción abierta (0%) ( $p = 0,015$ ). En el grupo E, la tasa de refractura (60%) en los pacientes con reducción abierta fue significativamente superior a la de los pacientes sin reducción abierta (1,8%) ( $p = 0,001$ ).

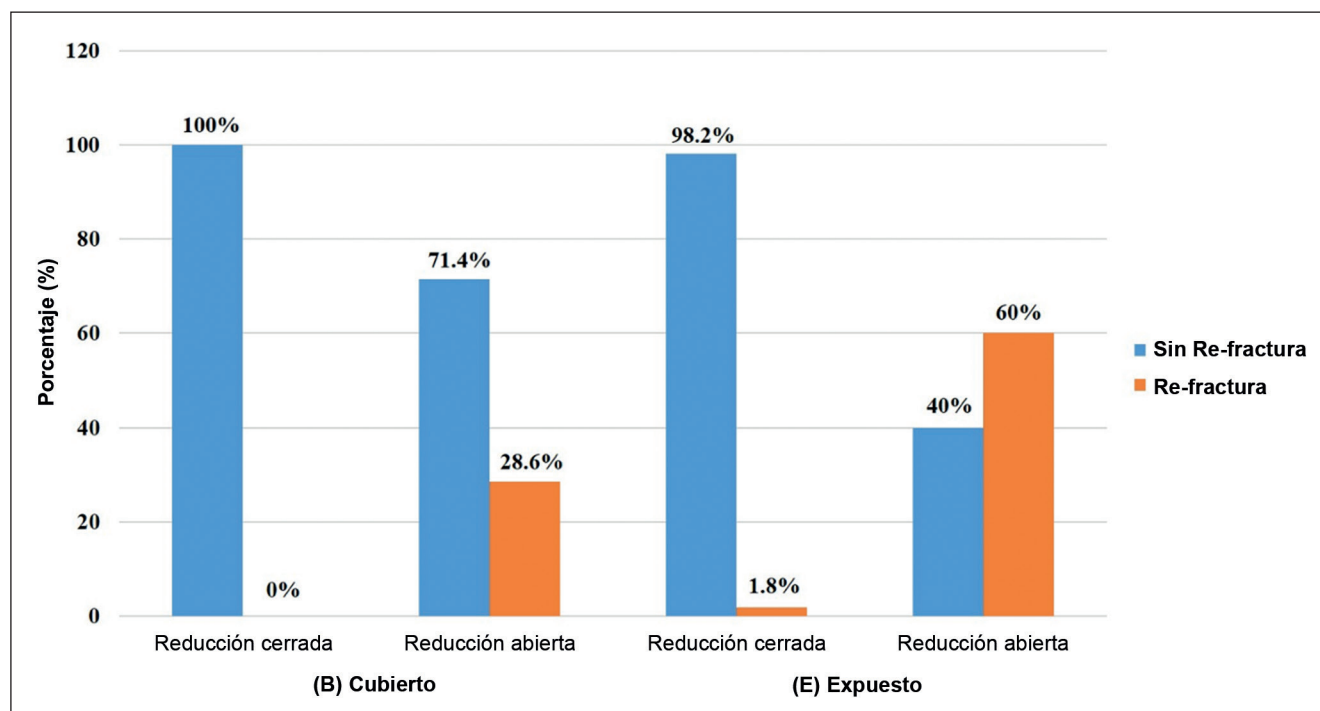
## Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar los resultados clínicos de la ESIN aplicada en el tratamiento de fracturas diafisarias de antebrazo y evaluar las ventajas y desventajas de los clavos cubiertos bajo la piel y los clavos con sus extremos expuestos. El tratamiento básico de la mayoría de las fracturas pediátricas de antebrazo es la reducción cerrada y el enyesado<sup>14</sup>. Cuando el método de reducción cerrada y enyesado no tiene éxito, se aplican métodos de tratamiento quirúrgico. El método de enclavado intramedular es un método mucho menos invasivo que el método de fijación con placa y se utiliza ampliamente en el tratamiento quirúrgico



**Figura 3.** Diagrama de barras que muestra la distribución de la anestesia local y general en los grupos de investigación.





**Figura 4.** Gráfico de barras que muestra las tasas de refractura en pacientes con y sin reducción abierta en los grupos de investigación.

co de las fracturas pediátricas de antebrazo<sup>15</sup>. Aunque los clavos elásticos de titanio son una excelente opción en el tratamiento de las fracturas diafisarias pediátricas de antebrazo, se han notificado muchas complicaciones en diferentes porcentajes<sup>16,17</sup>.

Las mayores preocupaciones relacionadas con dejar expuestos los extremos de los clavos son las refracturas y las complicaciones que se formarán con la extracción de los clavos debido a la infección antes de que la fractura se haya curado. Como varios estudios han descrito una tasa de infección más alta con los extremos de los clavos expuestos, se ha informado de que los clavos no deben mantenerse durante más de 8 semanas<sup>18,19</sup>. En este estudio, las tasas de infección fueron del 6,7% en el grupo E y del 1,9% en el grupo B. Aunque la tasa de infección fue mayor en el grupo de clavos expuestos que en el de clavos con los extremos cubiertos, la diferencia no fue significativa ( $p = 0,369$ ). Las infecciones observadas en el grupo E ( $n = 4$ ) fueron en su mayoría infecciones superficiales que se controlaron con un tratamiento antibiótico adecuado, por lo que no fue necesario retirar el implante antes de tiempo en ningún caso. Al igual que en estudios anteriores, los implantes de casi todos los casos del grupo E se retiraron antes de las 8 semanas.

Lascombes et al.<sup>20</sup> describieron complicaciones de irritación cutánea de un 8% y afirmaron que cuando estas complicaciones se observan antes de que la fractura se haya curado provocarán un aumento en la tasa

de uso de anestesia general y de los costes. En nuestro estudio, se observaron irritaciones cutáneas en el 3,3% del grupo E y en el 9,4% del grupo B. En los 3 pacientes del grupo B con irritación cutánea, los implantes se retiraron a principios del cuarto mes bajo anestesia general en quirófano. En el grupo E, sólo se observó irritación cutánea en 2 pacientes en la quinta semana y como se vio en las radiografías tomadas en la sexta semana que las fracturas se habían curado, los implantes se retiraron en la consulta ambulatoria sin necesidad de anestesia local o general. Como los clavos con los extremos expuestos se retiraron fácilmente en la consulta ambulatoria, no se incurrió en costes adicionales por la anestesia general y el tiempo de trabajo extra como en los casos con clavos cubiertos<sup>21</sup>. Los implantes se extrajeron bajo anestesia general en 41 (77,4%) del Grupo B y sólo en 7 (11,7%) del Grupo E y el resto se extrajo en la consulta ambulatoria ( $< 0,001$ ). Por lo tanto, puede decirse que el Grupo E fue más favorecido que el Grupo B con respecto a la extracción de los implantes.

En un estudio de Dinçer et al.<sup>9</sup>, reportaron que las tasas de refractura eran del 3,1% en el grupo con clavos cubiertos y del 2,1% en el grupo con clavos expuestos y afirmaron que el método expuesto era seguro. Muchos estudios han descrito que la refractura se produce en los primeros 2-8 meses tras la fractura original<sup>22,23</sup>. Se observó que todas las refracturas en ambos grupos en nuestro estudio (6,7%) se producían en los 8 meses

siguientes a la primera fractura. En todos los pacientes que desarrollaron una refractura, se observó que las primeras fracturas se habían curado en las radiografías anteroposteriores y laterales realizadas previamente.

Se determinó que la tasa de refractura en el primer año tras la retirada del implante fue del 3,8% (n: 2) en el Grupo B y del 6,7% (n: 4) en el Grupo E. Aunque el número de casos con refractura fue mayor en el Grupo E que en el Grupo B, la diferencia no fue estadísticamente significativa y los resultados fueron similares a los de Dinçer et al. En otro estudio de Flynn et al.<sup>15</sup>, se demostró que las tasas de refractura eran mayores en las fracturas expuestas y en las fracturas de antebrazo con reducción abierta. De forma similar a ese estudio, cuando se examinaron los pacientes de ambos grupos que desarrollaron una refractura en nuestro estudio, se determinó que la reducción abierta se aplicó a los 2 pacientes del Grupo B que desarrollaron una refractura y a 3 de los 4 pacientes del Grupo E. Esto sugiere que la refractura está más relacionada con la tasa de reducción abierta que con el hecho de que los clavos estén expuestos o cubiertos. En el método de reducción abierta, se daña el periostio y se drena el hematoma de la fractura lo que puede hacer que el proceso de curación de la fractura y, por ende, la remodelación continúe durante meses e incluso a veces durante años.

Sólo se observó lesión de la rama superficial del nervio radial en un paciente del Grupo E. Hay que tener cuidado en la identificación y protección del nervio, especialmente cuando se realiza un abordaje lateral del radio, aunque se ha descrito que el nervio suele curarse espontáneamente<sup>24</sup>.

Este estudio presenta algunas limitaciones, principalmente el diseño retrospectivo, lo que significa que la recopilación de datos se limitó a los datos registrados, cuyo acceso pudo haber sido limitado. Otra limitación fue el escaso número de pacientes del segundo

grupo. Por último, el hecho de que los procedimientos quirúrgicos fueron realizados por diferentes cirujanos también podría considerarse una limitación.

En conclusión, los resultados de este estudio demostraron que, a pesar de la mayor tasa de infección, dejar los extremos de los clavos expuestos no aumentó la tasa de refractura, la que se vio más asociada a la reducción abierta. La extracción de los clavos expuestos no requirió anestesia general ni tiempo de trabajo extra, por lo que no supuso costes adicionales. Hay que tener en cuenta que las fracturas expuestas y la reducción abierta aumentan el riesgo de refractura y hay que ser muy cuidadoso al explicárselo a la familia.

## Responsabilidades Éticas

**Protección de personas y animales:** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos:** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado:** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias

- Cheng JC, Ng BK, Ying SY, et al. A 10-year study of the changes in the pat-tern and treatment of 6,493 fractures. *J Pediatr Orthop*. 1999;19:344-50.
- Sinikumpu JJ, Lautamo A, Pokka T, et al. The increasing incidence of pediatric diaphyseal both-bone forearm fractures and their internal fixation during the last decade. *Injury*. 2012;43(3):362-66.
- Lutz N. To fix or not to fix? *J Musculoskelet Surg Res* 2019; 3(4):317-8.
- Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, et al. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *J Pediatr Ortho*. 1990;10:167e-71.
- Poutoglidou F, Metaxiotis D, Kazas C, et al. Flexible intramedullary nailing in the treatment of forearm fractures in children and adolescents, a systematic review. *J Orthop*. 2020;20:125-30.
- Wall L, O'Donnell JC, Schoenecker PL, et al. Titanium elastic nailing radius and ulna fractures in adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2012;21(Part B):482e-8.
- Martus JE, Preston RK, Schoenecker JG, et al. Complications and outcomes of diaphyseal forearm fracture intramedullary nailing: a comparison of pediatric and adolescent age groups. *J Pediatr Orthop*. 2013;33:598e-607.
- Fernandez FF, Langendorfer M, Wirth T, et al. Failures and complications in intramedullary nailing of children's forearm fractures. *J Child Orthop*. 2019;4:159e-67.
- Dinçer R, Köse A, Topal M, et al. Surgical treatment of pediatric forearm fractures with intramedullary nails: is it a disadvantage to leave the tip exposed? *J Pediatr Orthop B*. 2020;29(2):158-63.
- Ridley TJ, Freking W, Erickson LO, et al. Incidence of treatment for infection of buried versus exposed Kirschner wires in phalangeal, metacarpal, and distal radial fractures. *J Hand Surg*. 2017;42(7):525-31.
- Fujihara Y, Ota H, Sakai A. Prognostic factors for postoperative complications after K wire fixation for paediatric forearm fractures: a multivariate analysis. *J Pediatr Orthop B*. 2022;31(1):50-4.
- Chen L, Wang Y, Li S, et al. Effect of



- buried vs. exposed Kirschner wire osteosynthesis on phalangeal, metacarpal and distal radial fractures: a systematic review and meta-analysis. *Arthroplasty*. 2020;2(1):1-9.
13. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop*. 1990;10(06):705-12.
  14. Wilkins KE. Operative management of children's fractures: is it a sign of impetuosity or do the children really benefit? *J Pediatr Orthop*. 1998;18(01):1-3.
  15. Flynn JM, Jones KJ, Garner MR, et al. Eleven year experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop*. 2010;30(4):313-19.
  16. Salonen A, Salonen H, Pajulo O. A critical analysis of postoperative complications of antebrachium TEN-nailing in 35 children. *Scand J Surg : SJS : Off Organ Finn Surg Soc Scand Surg Soc*. 2012;101(3):216-21.
  17. Kruppa C, Bunge P, Schildhauer TA, et al. Low complication rate of elastic stable intramedullary nailing (ESIN) of pediatric forearm fractures: a retrospective study of 202 cases. *Medicine*. 2017;96(16):e6669.
  18. Raghavan R, Jones A, Dwyer AJ. Should Kirschner wires for fixation of lateral humeral condyle fractures in children be buried or left exposed? A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(4):739-45.
  19. Hargreaves DG, Drew SJ, Eckersley R. Kirschner wire pin tract infection rates: a randomized controlled trial between percutaneous and buried wires. *J Hand Surg*. 2004;29(4):374-6.
  20. Lascombes P, Haumont T, Journeau P. Use and abuse of flexible intramedullary nailing in children and adolescents. *J Pediatr. Orthop*. 2006;26:827e-34.
  21. Wormald J, Park C, Eastwood D. A systematic review and meta-analysis of adverse outcomes following non-buried versus buried Kirschner wires for paediatric lateral condyle elbow fractures. *J Child Orthop*. 2017;11(6):465-71.
  22. Makki D, Kheiran A, Gadiyar R, et al. Refractures following removal of plates and elastic nails from paediatric forearms. *J Pediatr Orthop B*. 2014;23(3):221-6 .
  23. Tsukamoto N, Mae T, Yamashita A, et al. Refracture of pediatric both-bone diaphyseal forearm fracture following intramedullary fixation with Kirschner wires is likely to occur in the presence of immature radiographic healing. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2020;30(7):1231-41 .
  24. 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.