

## Artículo original

## Manejo de las fracturas diafisarias en pacientes pediátricos con clavos elásticos de titanio

Ruiz-Mejía O,\* Pimentel-Rangel J,\*\* Escudero-Rivera D,\*\* Valle-de Lascurain G,\*\* Oribio-Gallegos JA\*\*\*

Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes del Instituto Mexicano del Seguro Social

**RESUMEN.** *Objetivo:* Observar la evolución de los pacientes pediátricos, con fracturas diafisarias de fémur manejados con clavos elásticos de titanio. *Métodos:* Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, ambiespectivo en la UMAE HTYOLV, analizando fracturas de fémur en pacientes con edad entre 1 año 6 meses y 16 años que fueron manejados con el uso de clavos elásticos de titanio, en un período de 5 años, valorando el tiempo de consolidación ósea, presencia de complicaciones, arcos de movilidad de la cadera y rodillas y marcha. *Resultados:* Se encontraron 71 fracturas en 70 pacientes que se observó consolidación ósea clínica y radiográfica, en promedio de 8.13 semanas, sin que influyera el tipo y localización de la fractura, la edad y el peso del paciente. Dos pacientes presentaron retardo de la consolidación ósea y 1 paciente evolucionó a la seudoartrosis. De los 70 pacientes, 54 (77.6%) no presentaron alguna complicación y 16 (22.4%) presentaron complicaciones. En 67 pacientes (95.9%) se observó una movilidad de rodilla y cadera completa y no presentaron alteraciones en la marcha, 2 (2.7%) requirieron de 3 meses de rehabilitación física especial y 1 (1.4%) continuo con rigidez de cadera y rodilla así como incapacidad para la marcha. *Conclusiones:* Los clavos elásticos de titanio, ofrecen una alternativa en el manejo de fracturas diafisarias de fémur en pacientes pediátricos. El apego a la técnica e indicaciones de la utilización de los mismos produce

**ABSTRACT.** *Objective:* To observe the course of pediatric patients with femur shaft fractures managed with elastic titanium nails. *Methods:* A descriptive, longitudinal, ambispective study was conducted at UMAE HTYOLV analyzing femur fractures in patients from one and a half to 16 years of age who were managed with elastic titanium nails during a 5-year period. Bone healing, complications, hip and knee ranges of motion, and gait were assessed. *Results:* Seventy-one fractures were found in 70 patients. Clinical and radiographic bone healing was observed at a mean of 8.13 weeks, regardless of the type and location of the fracture, and patient age and weight. Two patients had delayed bone healing and one patient progressed to pseudoarthrosis. Among the 70 patients, 54 (77.6%) did not have any complications, and 16 (22.4%) had complications. Sixty-seven patients (95.9%) had full knee and hip mobility without gait alterations; 2 (2.7%) required 3 months of special physical rehabilitation, and one (1.4%) continued having hip and knee stiffness and could not walk. *Conclusions:* Elastic titanium nails represent an alternative for the management of femur shaft fractures in pediatric patients. Adherence to the technique and indications for their use yields better results and results in fewer complications.

### Nivel de evidencia: IV (Act Ortop Mex, 2012)

\* Médico en adiestramiento en Ortopedia Pediátrica.

\*\* Médico adscrito y Adjunto.

\*\*\* Profesor Titular y Jefe del Servicio de Ortopedia Pediátrica de la Unidad Médica de Alta Especialidad.

Dirección para correspondencia:

Dr. Óscar Ruiz Mejía

Bosques de los Cierros Núm. 21 B, Col. Bosques de la Hacienda, 1<sup>ra</sup> Sección, Cuautitlán Izcalli, C.P. 54715, Edo. de México.

Tel. 58-17-27-73

E-mail: osc\_arml@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedia>

## mejores resultados y menores complicaciones en el paciente.

**Palabras clave:** fractura, fémur, niños, clavo intramedular, titanio, clavo.

**Key words:** fracture, femur, child, intramedullar nail, titanium, nail.

## Introducción

Las fracturas diafisarias del fémur en el paciente pediátrico ocupan la tercera posición dentro de la frecuencia de fracturas que se presentan en niños,<sup>1,2</sup> siendo sólo superadas por las fracturas metafisarias del antebrazo (radio y cúbito) y por las fracturas de la clavícula. Este tipo de fracturas se presenta con una mayor frecuencia en los pacientes masculinos en comparación con las pacientes femeninas dentro de la edad pediátrica. Se observan dos picos máximos de presentación: en edades de 1 a 2 años y en adolescentes.<sup>1,3,4</sup> Sin embargo, estudios realizados en Estados Unidos de América muestran una distribución que se observa principalmente en los primeros dos años de vida.<sup>3,4,5</sup>

El tratamiento del paciente pediátrico con fractura de fémur toma en consideración factores que van desde la edad del niño, el tipo de fractura y las lesiones acompañantes de la misma,<sup>2,3,5,6-8</sup> lo que nos permite decidir entre dos grandes grupos de tratamiento como son el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico.<sup>6-10</sup> Por una lado, tenemos al tratamiento conservador, el cual consiste en la aplicación de una tracción del miembro pélvico del paciente, que puede ser cutánea o esquelética, durante un período de tres semanas, para posteriormente, colocarle un aparato de yeso tipo lumbopodálico.<sup>1,5,6,9,11</sup> Este tratamiento tiene los inconvenientes de elevar el costo de hospitalización, mantiene al paciente en un medio extraño, además de incomodar tanto al paciente como a sus familiares.<sup>1,5,6,9,11</sup> El otro tratamiento es el quirúrgico, el cual consiste en múltiples técnicas de fijación, tanto internas como externas, que dependen de diversos materiales de fijación y que ofrecen ventajas como dar una mejor estabilidad de la fractura, reducir los costos de hospitalización, presentar menor número de complicaciones y llevar al paciente a una mejor y más rápida recuperación.<sup>1,2,4-8,12,13</sup>

Inicialmente, el tratamiento quirúrgico era relegado a pacientes adultos, con fracturas expuestas, polifracturados, con trauma craneoencefálico o con lesiones extensas de partes blandas en los que el tratamiento conservador no era una indicación; sin embargo, éstas se han ampliado y ahora incluyen a pacientes que presentan fractura de fémur aislada.<sup>1,2,4-8,10,12,13</sup> Se han utilizado diferentes métodos y sistemas de fijación aplicados a la fractura de la diáfisis femoral, que van desde aquellos que requieren una reducción abierta y colocación de tornillos, clavos percutáneos o placas hasta los que utilizan una reducción cerrada y el uso de clavos percutáneos, fijadores externos, clavos rígidos o clavos flexibles.<sup>1,2,4-8,10,12,13</sup> Dentro de este último grupo

encontramos a los clavos elásticos de titanio (TENS), los cuales ofrecen una técnica menos invasiva y menos agresiva para el paciente, aplicando un principio biomecánico de tutor intraóseo y de compresión elástica intraósea<sup>5,6,8,10,12-16</sup> y que presenta un menor índice de complicaciones como pueden ser un retardo de la consolidación o seudoartrosis, procesos infecciosos en el sitio de entrada del clavo, irritación mecánica producida por el clavo en el sitio de inserción, re-fractura después del retiro de los clavos, angulaciones de la diáfisis y acortamientos en el fémur.<sup>7,10,12-18</sup>

## Objetivo

Observar la evolución de los pacientes pediátricos con fracturas diafisarias de fémur manejados con clavos elásticos de titanio.

## Diseño del estudio

Estudio descriptivo, longitudinal, ambispectivo.

## Material y métodos

Se realizó un estudio de cinco años, en un período comprendido entre Enero de 2004 y Diciembre de 2008 en la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Traumatología y Ortopedia Lomas Verdes, con el fin de valorar la evolución de los pacientes con fractura diafisaria de fémur, tratados con clavos elásticos de titanio. Fueron captados de acuerdo con la base de datos del Servicio de Ortopedia Pediátrica del hospital, posteriormente se revisó el expediente y se realizó una evaluación clínica (presencia de complicaciones, capacidad para caminar, los arcos de movilidad en rodilla y cadera<sup>17</sup>) y radiográfica (escala de Montoya<sup>3,18</sup>) (*Tabla 1*) de cada paciente.

Se tomaron como criterios de inclusión a los pacientes con fractura diafisaria del fémur (incluyendo pacientes polifracturados o con traumatismos asociados), que su edad esté comprendida entre 1 día de nacido y los 16 años y manejados quirúrgicamente mediante uso de clavos elásticos de titanio.

Se tomaron como criterios de no inclusión a los pacientes no derechohabientes, con expediente extraviado, que fallecieran durante el estudio o que abandonaron su tratamiento.

Como criterios de exclusión se descartaron a los pacientes sin fractura en la región diafisaria del fémur o que su manejo definitivo fue con otro implante diferente al especificado o quienes fueron tratados de manera conservadora.

## Resultados

Se captaron 71 fracturas diafisarias del fémur en 70 pacientes pediátricos en ese período; 24 fueron del sexo femenino (34.3%) y 46 masculinos (65.7%) (*Tabla 2*). La edad comprendía desde 1 año 6 meses hasta 16 años (edad promedio de 7.9 años). En 35 pacientes el fémur afectado fue el derecho (50%), en 34 pacientes el izquierdo (48.6%) y en un paciente fue bilateral (1.4%) (*Tabla 3*). Cuatro pacientes (5.7%) presentaron fracturas expuestas; 1 caso con exposición grado I (1.4%), 3 con exposición tipo II (4.3%) de Gustilo y Anderson; mientras que en 67 las fracturas fueron cerradas (94.3%), en las que se incluye al paciente con fractura bilateral (*Tabla 4*). Inicialmente, los pacientes con fractura expuesta grado II son sometidos a un desbridamiento y lavado quirúrgico, estabilización temporal con fijadores

externos en un primer tiempo, posteriormente son sometidos a antibioticoterapia por 7 días para después programarse en otro tiempo para la colocación de los clavos de titanio. El paciente con fractura expuesta tipo I se realizó en el mismo tiempo quirúrgico el lavado quirúrgico y desbridación con la estabilización definitiva con clavos elásticos de titanio.

Se observaron diversos mecanismos del trauma que condicionaron la fractura de fémur. En 15 pacientes (21.4%) hubo caída de su plano de sustentación a una altura no mayor de 1 metro, 7 (10%) de una altura mayor a 2 metros, 10 (14.3%) golpe directo en el muslo, 17 (24.3%) choque en vehículo automotor, 2 (2.9%) al viajar en bicicleta y 19 (27.1%) accidente por atropellamiento de un automotor (*Tabla 5*).

De acuerdo con la localización de la fractura en la diáfisis del fémur, se observó que en 63 casos se localizaba en el tercio medio (88.8%), 6 en el tercio proximal (8.4%) y 2 en el tercio distal (2.8%) (*Tabla 6*). El tipo de trazo observado fue de 42 (59.1%) con trazo transverso, 10 (14.1%) con trazo oblicuo, 10 (14.1%) con trazo espiroideo, 8 (11.3%) con tercer fragmento y 1 (1.4%) con multifragmentación (*Tabla 7*). En 52 pacientes (74.3%) se presentó fractura aislada y 18 pacientes presentaron alguna otra lesión como: fractura del macizo facial en 3 (4.3%), 5 (7.1%) polifracturados, trauma

**Tabla 1. Evaluación radiográfica de consolidación ósea. Clasificación de Montoya.<sup>3,18</sup>**

| Grado | Características radiográficas   |
|-------|---|
| 0     | Presencia de fractura después del tratamiento sin cambios radiográficos                                   |
| I     | Se observa reacción perióstica, pero sin formación del callo óseo   |
| II    | Hay formación de callo óseo, pero persiste el trazo de fractura   |
| III   | Hay callo óseo, se encuentra consolidación ósea en 3 corticales, pero aún se observa parte de la fractura |
| IV    | Cuando el trazo de la fractura ha desaparecido  |

**Tabla 2. Distribución de la muestra por género.**

| Sexo      | Pacientes | Porcentaje |
|-----------|-----------|------------|
| Masculino | 46        | 65.7       |
| Femenino  | 24        | 34.3       |
| Total     | 70        | 100.0      |

**Tabla 3. Distribución de la muestra por el lado afectado.**

| Lado      | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------|------------|------------|
| Derecho   | 35         | 50.0       |
| Izquierdo | 34         | 48.6       |
| Bilateral | 1          | 1.4        |
| Total     | 70         | 100.0      |

**Tabla 4. Exposición de la fractura.**

| Grado de exposición | Fracturas | Porcentaje |
|---------------------|-----------|------------|
| Sin exposición      | 67        | 94.3       |
| Tipo I              | 1         | 1.4        |
| Tipo II             | 3         | 4.3        |
| Total               | 71        | 100.0      |

**Tabla 5. Tipo de accidente.**

| Tipo de accidente                 | Pacientes | Porcentaje |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| Caída de su plano de sustentación | 15        | 21.4       |
| Caída de más de dos metros        | 7         | 10.0       |
| Golpe directo                     | 10        | 14.3       |
| Choque vehicular                  | 17        | 24.3       |
| Choque en bicicleta               | 2         | 2.9        |
| Atropellamiento                   | 19        | 27.1       |
| Total                             | 70        | 100.0      |

**Tabla 6. Distribución de la muestra por región de la diáfisis del fémur.**

| Región de la diáfisis del fémur afectada | Fracturas | Porcentaje |
|--|-----------|------------|
| Proximal                                 | 6         | 8.4        |
| Medial                                   | 63        | 88.8       |
| Distal                                   | 2         | 2.8        |
| Total                                    | 71        | 100.0      |

**Tabla 7. Trazo de fractura.**

| Tipo de fractura | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------|------------|------------|
| Oblicuo          | 10         | 14.1       |
| Transverso       | 42         | 59.1       |
| Espiroideo       | 10         | 14.1       |
| Tercer fragmento | 8          | 11.3       |
| Multifragmentado | 1          | 1.4        |
| Total            | 71         | 100.0      |

craneoencefálico en 1 (1.4%), enfermedad acompañante en 3 (4.3%), trauma abdominal en 1 (1.4%) y 5 (7.1%) fractura de otro hueso (*Tabla 8*).

Para el tratamiento se utilizaron clavos elásticos de titanio (TENS) con un tiempo quirúrgico para su colocación promedio de 58.3 minutos. En 55 pacientes (77.5%) se realizó una reducción cerrada y en 16 de los casos (22.5%) se realizó una reducción abierta (*Tabla 9*). El diámetro de los TENS fue de 2 a 4.5 mm. En el postoperatorio se utilizó una férula antiálgica tipo calza en la extremidad intervenida, la cual fue retirada en la primera cita.

La consolidación radiográfica ósea tipo III de Montoya, junto con la correlación clínica de consolidación, se presentó en los pacientes desde 4 hasta 24 semanas (un promedio de 8.13 semanas) (*Gráfica 1*). En 67 pacientes (95.9%) se presentó una consolidación tipo III de Montoya, en 2 se presentó retardo de la consolidación (2.7%) y uno de ellos se resolvió a las 16 semanas, difiriendo únicamente el apoyo; el otro requirió de retiro de los clavos de titanio y la fijación con clavo de fémur tipo UFN. Un paciente más desarrolló seudoartrosis (1.4%), por lo que fue necesario el retiro de

los clavos y la estabilización de la fractura con placa DCP y colocación de injerto óseo autólogo.

De los 70 pacientes (71 fracturas de fémur), 54 de ellos (77.6%) no presentó complicación alguna; sin embargo, se encontraron complicaciones en 16 pacientes (22.4%) que fueron divididos en menores y mayores (*Gráfica 2*). Las complicaciones menores observadas fueron: consolidación viciosa de la diáfisis del fémur en 2 pacientes (angulación de la diáfisis en más de 25 grados, un paciente con *recurvatum* y otro con deformidad en valgo que correspondió a 2.7% de los pacientes), ambos casos se vieron beneficiados por el proceso de remodelación; irritación en el sitio de entrada en 4 pacientes (5.7%) que cedieron a los 15 días con antiinflamatorios, proceso de infección en 1 paciente (1.4%), protrusión del clavo medial en 5 pacientes (7.1%), el cual tuvo que ser retirado a los 4 meses. Las complicaciones mayores fueron: retardo de la consolidación ósea en 2 (2.7%), seudoartrosis en 1 (1.4%) y lesión del ciático en 1 (1.4%). No se encontró la causa probable de la lesión del ciático, ni se demostró alguna relación con el procedimiento quirúrgico; la lesión remitió al ser sometido a rehabilitación en un tiempo aproximado de 14 semanas.

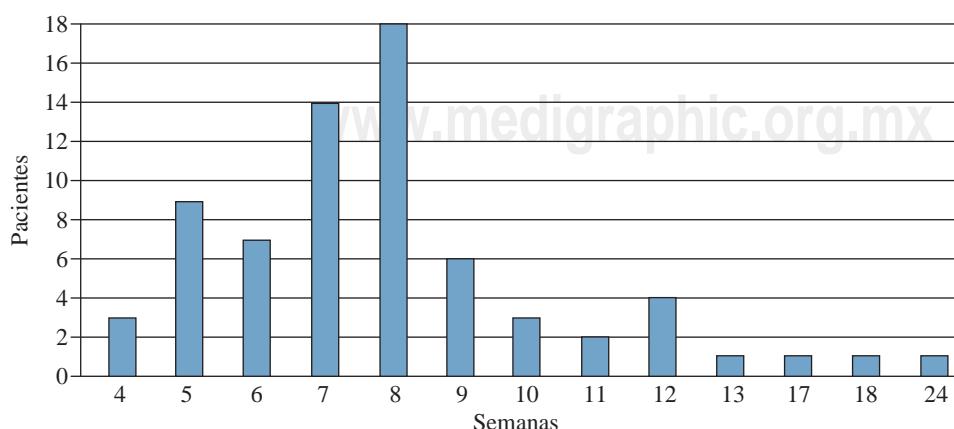
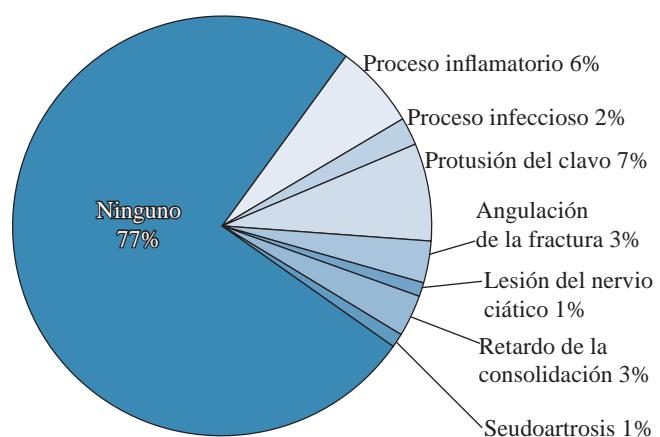
En cuanto a la movilidad, 67 pacientes (95.9%) presentaron los arcos de movilidad completos en flexoexten-

**Tabla 8. Lesión acompañante.**

| Lesión acompañante     | Pacientes | Porcentaje |
|------------------------|-----------|------------|
| Ninguno                | 52        | 74.3       |
| Fractura facial        | 3         | 4.3        |
| Fractura de un hueso   | 5         | 7.1        |
| Polifracturado         | 5         | 7.1        |
| TCE                    | 1         | 1.4        |
| Enfermedad acompañante | 3         | 4.3        |
| Trauma abdominal       | 1         | 1.4        |
| Total                  | 70        | 100.0      |

**Tabla 9. Tipo de reducción.**

| Tipo de reducción | Fracturas | Porcentaje |
|-------------------|-----------|------------|
| Abierto           | 16        | 22.5       |
| Cerrada           | 55        | 77.5       |
| Total             | 71        | 100.0      |

**Gráfica 2. Complicaciones.****Gráfica 1. Consolidación ósea.**

tensión de la rodilla y en abducción-aducción y flexoextensión de la cadera.<sup>19</sup> Un 1 paciente (1.4%) no presentó arcos de movilidad completos de rodilla o cadera, presentando rigidez al término del estudio (ya que presentó artrogrisis asociada), dos pacientes más presentaron limitación (2.7%) para la movilidad en los últimos grados en flexión y extensión de la rodilla en aducción y abducción de la cadera, por lo que se tuvieron que someter a terapia de rehabilitación, mejorando su movilidad después de 3 meses de iniciada la terapia. Al valorar la marcha se encontró que 67 pacientes (95.9%) presentaron una marcha adecuada sin limitaciones, 2 (2.7%) requirieron de terapia por 3 meses para lograr una marcha adecuada y uno (1.4%) presentó incapacidad para la marcha (paciente con artrogrisis).

Al realizar el análisis estadístico mediante la prueba de correlación de Pearson y de Spearman, se encontró que la consolidación ósea no tiene correlación estadística con factores como la edad ( $p = 0.325$ ), trazo de fractura ( $p = 0.09$ ) o localización de la fractura ( $p = 0.183$ ). Sin embargo, sí se observa una correlación entre la edad con el peso ( $p = 0.0007$ ) y el diámetro de los clavos elásticos de titanio ( $p = 0.0007$ ), siendo estadísticamente significativo (*Tabla 10*).

### Discusión

El tratamiento de los pacientes con fractura diafisaria del fémur mediante el uso de clavos elásticos de titanio ofrece buenos resultados, observándose en este estudio una consolidación promedio de 8.13 semanas, sin que sea afectada por



**Figura 1A.** Fractura.



**Figura 1B.** Postoperatorio.



**Figura 1C.** Consolidación ósea.



**Figura 2A.** Fractura.



**Figura 2B.** Consolidación ósea.

factores como la edad, la localización de la fractura o el tipo de fractura.

La técnica en la colocación de los clavos de titanio, como está descrito, se basa en un adecuado moldeado y pretensoado de los clavos elásticos, lo que condiciona la presencia

**Tabla 10. Frecuencias.**

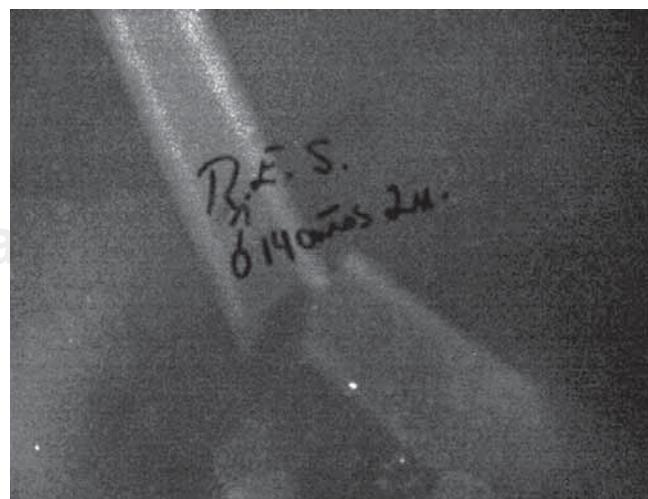
| Parámetros                       | Mínimo | Máximo | Media     |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|
| Edad                             | 1      | 16     | 8.04      |
| Diámetro del clavo en milímetros | 2      | 4      | 3.13      |
| Tiempo quirúrgico en minutos     | 30     | 90     | 58.30     |
| Consolidación en semanas         | 4      | 24     | 8.13      |
| Tiempo en semanas con TENS       | 12     | 99     | 36.63     |
| Peso en gramos                   | 13,000 | 60,000 | 31,100.00 |

**Figura 3A.** Fractura.

| <b>Tabla 11. Complicaciones.</b> |           |            |
|----------------------------------|-----------|------------|
| Complicaciones                   | Pacientes | Porcentaje |
| Ninguno                          | 54        | 77.6       |
| Proceso inflamatorio             | 4         | 5.7        |
| Proceso infeccioso               | 1         | 1.4        |
| Protrusión del clavo             | 5         | 7.1        |
| Angulación de la fractura        | 2         | 2.7        |
| Lesión del nervio ciático        | 1         | 1.4        |
| Retardo de la consolidación      | 2         | 2.7        |
| Seudoartrosis                    | 1         | 1.4        |
| Total                            | 70        | 100.0      |

**Figura 4A.** Fractura proyección AP.

www.medigran.com

**Figura 3B.** Consolidación ósea.**Figura 4B.** Fractura.



**Figura 4C.** Postoperatorio.



**Figura 4D.** Consolidación ósea.

de seis puntos de apoyo dentro del canal óseo que le da la capacidad de conferir la acción mecánica de compresión elástica, por lo que no se recomienda utilizar en trazos inestables como espiroideos largos, multifragmentados; sin embargo, aunque fueron pocos casos, el presente estudio muestra buenos resultados en este tipo de fracturas, obviamente sin recurrir a la compresión elástica, sino actuando como tutor intraóseo. Kiely<sup>16</sup> en su trabajo ya había mencionado que no hay diferencia significativa entre el tipo de moldeado de los clavos de titanio y los resultados de los mismos; sin embargo, aunque en el presente estudio en ocasiones no se aplicó en todos los pacientes adecuadamente el principio de compresión elástica, tampoco se utilizaron diferentes tipos de moldeado de los clavos. Aunque en la literatura internacional no se describe el uso postoperatorio de una férula antiálgica tipo calza, en el Servicio se han observado que su uso contribuye a que el paciente presente menos dolor, por lo que se recomienda su uso hasta después de 15 días de intervenido quirúrgicamente; 77.6% de los pacientes no presenta complicación alguna; sin embargo, las principales que se observan durante el estudio, tales como el proceso inflamatorio y la protrusión de los clavos, fueron ocasionadas por una mala técnica quirúrgica. El proceso inflamatorio y el proceso infeccioso se remitieron con medicamentos y medidas antiinflamatorias en un período menor a 15 días. La protrusión del clavo, el cual en todos los casos se presentó en el momento que se indicó apoyar, es decir, tiempo después de la consolidación de la fractura, fue resuelta con el retiro del propio clavo, sin presentar mayor complicación. La utilización de clavos elásticos de titanio en el manejo de fracturas diafisarias en edad pediátrica y preadolescente observadas en este estudio resaltan consideraciones favorables a su utilización, permiten sugerir su uso como alternativa de tratamiento en las fracturas de fémur comparándolas con lo descrito en estudios previos de revistas que reportan resultados similares. Es necesario ratificar los resultados prelimi-

nares con un ensayo clínico controlado para determinar si el tratamiento de las fracturas diafisarias del fémur es la mejor manera de tratarlos con estos clavos elásticos de titanio.

### Conclusiones

Los clavos elásticos de titanio son una alternativa en el tratamiento de los pacientes pediátricos con fracturas diafisarias del fémur, ya que ofrecen un método mínimo invasivo, de técnica sencilla, con menor riesgo de lesión del cartílago de crecimiento.

El conocimiento y apego a la técnica y a las indicaciones en el uso de estos clavos ofrece mejores resultados en los pacientes y disminuye la presencia de complicaciones.

Los resultados son comparables con lo descrito en la literatura médica especializada.

### Bibliografía

1. Burgos J: Lesiones traumáticas del niño. España: Ed. Panamericana; 1995: 649-68.
2. Wu We T: Tratamiento de la diáfisis femoral en niños con clavos intramedulares de Rush. *Revista Científica* 2002; 2(2): 78-83.
3. Colchero RF: La consolidación de las fracturas, su fisiología y otros datos clínicos de importancia, *Revista Médica IMSS* 1982; 21(4): 374-81.
4. Bar-On E: External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. *J Bone Surgery (Br)* 1997; 79-B: 975-8.
5. Shashank K: Internal fixation of femoral shaft fractures in children by intramedullary Kirschner wires (a prospective study): its significance for developing countries. *BMC Surgery* 2005; 5: 5-6.
6. Jeffrey O: Treatment option in pediatric femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2005; 19: 724-33.
7. Macnicol M: Fracture of the femur in children. *J Bone and Joint Surg (Br)* 1997; 79-B: 5-6.
8. Synthes: The titanium elastic nail system. Technique guide. USA; 1996. Versión electrónica: [www.drstorm.dk/Instruks\\_for\\_laeger/laar/SurgTech%20TEN.pdf](http://www.drstorm.dk/Instruks_for_laeger/laar/SurgTech%20TEN.pdf)
9. Axton JH: Domiciliary management of simply femoral fractures in children. *S Afr Medical Journal* 1977; 52: 27-9.

10. Bopst L: Femur fracture in preschool children: Experience with intramedullary nailing in 72 children. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 299-303.
11. Reeves RB: Internal fixation *versus* traction and casting of adolescent femoral shaft fracture. *J Pediatr Orthop* 1990; 19: 551.
12. Flinn JM: Titanium elastics nail for pediatrics femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatric Orthop* 2001; 21(1): 4-8.
13. Gordon J: Intramedullary nailing of femoral fractures in children through the lateral aspect of the greater trochanter using a modified rigid humeral intramedullary nail: Preliminary results of a new technique in 15 children. *J Orthop Trauma* 2004; 18(7): 416-22.
14. Linger JN: Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Surgery (Br)* 1998; 10-B: 74-7.
15. Brow D: Femur fractures in infants and young children. *Am J Public Health* 2004; 94(4): 556-60.
16. Kiely N: Mechanical properties of different combinations of flexible nails in a model of pediatric femoral fracture. *J Pediatric Orthop* 2002; 22: 424-7.
17. Insall S: Rodilla. Vol. I. Ed Marbán. 2007: 161-74.
18. Montoya AJ: Tratamiento de las fracturas de la diáfisis tibial. Tesis de recepción de grado. México DF, IMSS-UNAM; 1997: 28-30.
19. Kapandji AI: Fisiología articular. Tomo II. Segunda reimpresión. México: Ed. Panamericana; 2001: 12-25, 74-84.