

Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica

Volumen **6**
Volume

Número **1**
Number

Enero-Diciembre **2004**
January-December

Artículo:

Clavos centromedulares flexibles en el tratamiento de fracturas pediátricas

Derechos reservados, Copyright © 2004:
Sociedad Mexicana de Ortopedia Pediátrica, AC

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Clavos centromedulares flexibles en el tratamiento de fracturas pediátricas

Dr. José Alfredo Ramírez,* Dr. Edmundo Berumen Nafarrate,** Dr. Juan Ángel Núñez,***
Dr. Jorge Vallejo,*** Dr. Otto Campbell,**** Dr. Juan Carlos Peña,***** Dr. Arturo Aguirre
Madrid*****

Hospital Clínica del Parque, Chihuahua, Chihuahua

RESUMEN

Antecedentes: El enclavado intramedular flexible es una técnica quirúrgica de invasión mínima intermedia entre el tratamiento incruento y conservador. Brinda las ventajas de ser una técnica percutánea, no lesiona cartilago de crecimiento, mantiene el hematoma fracturario intacto, otorga la suficiente estabilidad en los 3 planos para tolerar carga de peso precoz, rehabilitación temprana y disminución de los costos, con un mínimo de complicaciones. **Material y métodos:** Se incluyeron todos los pacientes tratados con clavos centromedulares flexibles de titanio desde noviembre del 2001 a marzo de 2004 en el Hospital Clínica del Parque. Bajo control fluoroscópico las fracturas de fémur, tibia y peroné fueron estabilizadas con dos clavos, las fracturas de antebrazo con un solo clavo. **Resultados:** Se obtuvo un total de 27 pacientes, rango de edad de 2 a 17 años de edad, catorce por fractura de fémur, nueve de antebrazo, dos tibioperonea, dos de húmero, estancia hospitalaria promedio de 3 días. Tiempo de consolidación promedio de 12 semanas. Un paciente presentó pseudoartrosis. Todos los niños volvieron a su nivel previo de funcionalidad y actividad física. **Conclusiones:** El enclavado intramedular flexible es una opción en el tratamiento de las fracturas diafisarias en niños, con ventajas importantes en comparación con otros métodos, con un mínimo de complicaciones y excelentes resultados.

Palabras clave:

Enclavado intramedular flexible, fracturas diafisarias en niños.
(Rev Mex Ortop Ped 2004; 1:6-17)

SUMMARY

Introduction: The use of intramedullary nailing fixation is a surgical procedure that is in between surgical and conservative. It has the advantage of been a percutaneous technique, that do not damages the growth cartilage, keeps intact the fracture hematoma, maintains stability in three plane and provides the opportunity of early weight bearing, giving an early rehabilitation and a low cost with a minimal rate of complications. **Material and methods:** All patients were treated with titanium Intramedullary flexible nailing. From November 2001 to March 2004 at Hospital Clínica del Parque. All the femur, tibia and fibula fractures were stabilized with two nails, and the forearm fractures were treated only with one nail, and guided by fluoroscopy. **Results:** 27 patients, aged from 2 to 17 years old. Fourteen femur fractures, 9 forearm fractures, 2 tibio fibular fractures and 2 humerus fractures. Three-day average hospital days with an average consolidation time of 12 weeks. One patient presented pseudoarthrosis. All kids obtained his previous functional capacities. **Conclusions:** Intramedullary flexible nailing is an excellent treatment for diaphyseal fractures in kids, with important advantages compared with other methods, with a minimal rate of complications and excellent results.

Key words:

Flexible intramedullary nailing, pediatric shaft fractures.
(Rev Mex Ortop Ped 2004; 1: 6-17)

INTRODUCCIÓN

El curso del desarrollo en el tratamiento de las fracturas en niños y adolescentes en los últimos 20 años ha sido rápido, pero muy turbulento. La transición de un

tratamiento conservador a uno quirúrgico en las fracturas de niños ha tenido una gran aceptación desde que se tiene conocimiento de la osteosíntesis intramedular, método que estabiliza la fractura a través de ferulización interna de la cavidad medular. Desde

* Residente de primer año de la Especialidad Ortopedia y Traumatología, Hospital Clínica del Parque.

** Profesor Titular de la Especialidad Ortopedia y Traumatología del Hospital Clínica del Parque.

*** Profesor Adjunto de la Especialidad Ortopedia y Traumatología Hospital Clínica del Parque.

**** Residente de tercer año de la Especialidad Ortopedia y Traumatología, Hospital Clínica del Parque.

***** Residente de segundo año de la Especialidad Ortopedia y Traumatología, Hospital Clínica del Parque.

***** Profesor Titular de Ortopedia y Traumatología Pediátrica, Hospital Clínica del Parque.

hace 50 años, se utilizaban clavos de metal voluminosos y rígidos, sin darle la importancia a los centros de crecimiento. El enclavado intramedular para fijar fracturas diafisarias fue descrito por Rush¹ quien usó los clavos que él diseñó. La técnica se hizo popular por Ender y Simon-Weidner² en Europa y en Norteamérica por Pankovitch.³ Con la introducción de los clavos elásticos de titanio, la estrategia terapéutica para fracturas diafisarias en niños cambió.⁴ La técnica del enclavado intramedular flexible adaptada de los clavos flexibles existentes, fue descrita por primera vez por cirujanos de Nancy, Francia.^{5,6} Ligier y cols. reportaron la experiencia del grupo de Nancy⁷ en el tratamiento de fracturas de fémur.

Los clavos de titanio de Nancy se han diferenciado de otros sistemas de clavos flexibles como los clavos de Ender.^{13,14} Estos últimos de acero inoxidable se cree son insuficientemente elásticos para las fracturas en niños.⁷

Los métodos actualmente usados para el tratamiento de las fracturas de huesos largos en niños incluyen: tracción, espica de yeso inmediata, tracción seguida de espica de yeso, fijación externa, fijación con placa, fijación con clavo intramedular flexible y fijación con clavo intramedular rígido. La elección del tratamiento depende de muchos factores: la edad del paciente, configuración de la fractura, presencia de herida en las partes blandas, asociación de lesiones sistémicas, presencia de un soporte familiar para el cuidado en casa, estado emocional del paciente y los familiares.⁸

El enclavado endomedular elástico es una técnica de fijación que nos brinda la combinación de una movilidad elástica y estabilidad, dando esto lugar a una rápida consolidación, sin los inconvenientes del tratamiento conservador.⁹ El enclavado intramedular flexible mantiene al hueso con una longitud y alineación brindando la suficiente estabilidad para su reparación.¹³ El ligero movimiento a nivel del foco de fractura que facilita este elemento, induce la formación de un callo óseo prominente, que a su vez permite la pronta restauración de la continuidad de la diáfisis comprometida y de su resistencia habitual, generalmente dos veces más rápido que los métodos convencionales.^{14,15,17,25}

Por otro lado la ventaja de realizar este procedimiento a cielo cerrado es la de no hacer mayor daño al músculo y periostio que rodea la fractura, así como también la circulación endóstica, manteniendo el hematoma fracturario intacto y la buena irrigación de los fragmentos óseos, lo que asegura la adecuada formación del callo óseo, con un bajo riesgo de infección, quedando los sitios de entrada de los clavos como pequeñas cicatrices cosméticamente acepta-

bles.^{7,10} La rehabilitación precoz, la consolidación relativamente rápida, y la pronta reincorporación del paciente a la sociedad son las mayores ventajas con este tipo de tratamiento.

Otra ventaja del enclavado intramedular flexible es la disminución de la estadía hospitalaria y por tanto la disminución de costos.^{11,12}

El propósito de este estudio es reportar nuestra experiencia en el manejo de fracturas en niños con el enclavado intramedular flexible.

MÉTODOS

La técnica del enclavado intramedular flexible se realiza bajo anestesia general, bajo control fluoroscópico. Los clavos de titanio elásticos están disponibles en 5 diferentes diámetros. 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm, 3.5 mm y 4 mm, y son de 50 cm de longitud (*Figura 1*). Con la peculiaridad de contar con un extremo afilado y curvado para su fácil inserción y manipulación dentro del canal medular (*Figura 2*).

Se utiliza el diámetro del clavo flexible correspondiente al 40% del canal medular aproximadamente o que correspondan al doble del grosor de la cortical ósea. Se recomiendan los siguientes diámetros de acuerdo a la edad: 6-8 años 3.0 mm de diámetro, 9-11 años de edad de 3.5 mm de diámetro, 12-14 años de edad 4.0 mm de diámetro.

El principio del enclavado intramedular flexible es una idea simple, se inserta un clavo previamente pretensado con la curvatura y dimensiones de acuerdo a la cavidad medular del hueso largo fracturado. Colocándose en la cavidad medular de manera que se logren obtener tres puntos de apoyo



Figura 1. Clavos intramedulares flexibles.

dentro de la misma por cada clavo introducido. La cavidad medular comprime y contiene el clavo elástico, la tendencia a la expansión de los clavos es prevenida por el canal medular, fijándose el clavo dentro del tubo óseo produciendo una fijación estable. Transformando las fuerzas de tracción en



Figura 2. Obsérvese el extremo con una flexión y punta afilada, lo que facilita su movilización e introducción en el canal intramedular.

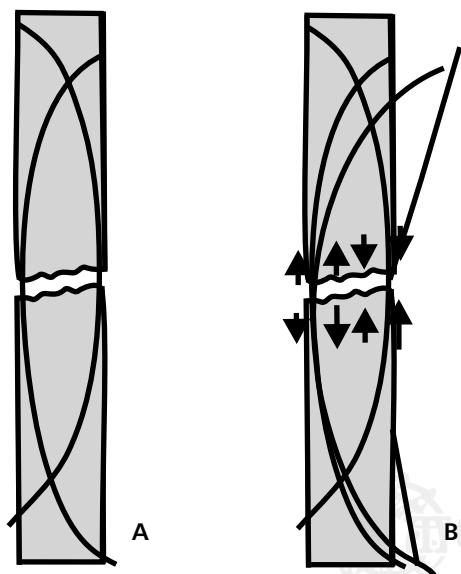


Figura 3. Principio del enclavado intramedular flexible con clavos de titanio. **A:** el clavo preflexionado con sus tres puntos de apoyo dentro del canal intramedular. **B:** las fuerzas de tracción son convertidas a fuerzas de compresión.

fuerzas de compresión en el sitio de fractura. La flexibilidad de los clavos permite una oscilación microscópica, haciendo compresión a lo largo del trazo de fractura (*Figura 3*).

Reduce las fuerzas de cizallamiento en el plano transversal que son perjudiciales para la formación del callo óseo (*Figura 4*). La movilidad elástica permite a nivel del sitio de la fractura el desarrollo de fuerzas de compresión y tracción en el plano axial que son óptimos para la estimulación del callo óseo (*Figura 5*). Además de la suficiente estabilidad en el plano rotacional por sus tres puntos de apoyo (*Figura 6*).

Fémur. Las fracturas femorales son típicamente estabilizadas con dos clavos insertados de una manera retrógrada, con puntos de entrada medial y lateral arriba de la fisis distal. El enclavado anterógrado con punto de entrada lateral se reserva normalmente para fracturas muy distales del fémur.

La posición del paciente es en decúbito supino en una mesa de fracturas con una bota de tracción o puede ser una mesa estándar si la fractura se puede reducir manualmente. Después de la reducción manual se confirma la misma con fluoroscopia

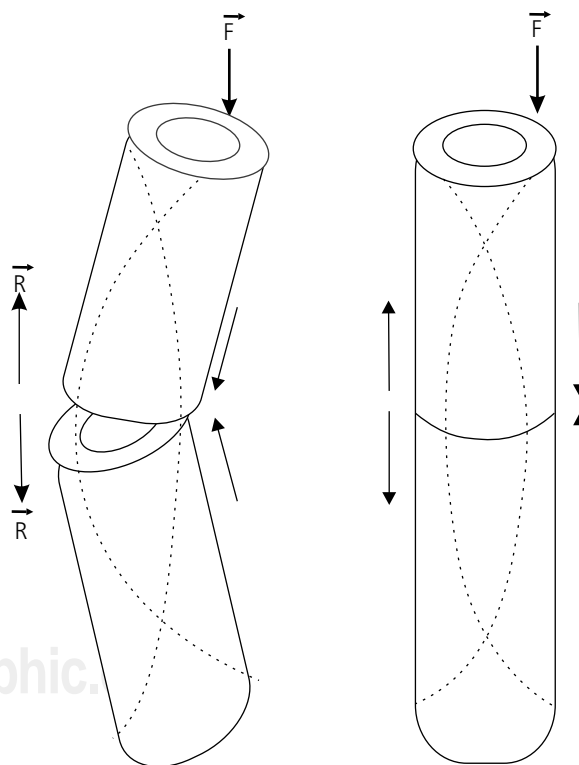


Figura 4. Efecto biomecánico del enclavado intramedular flexible en el plano transversal.

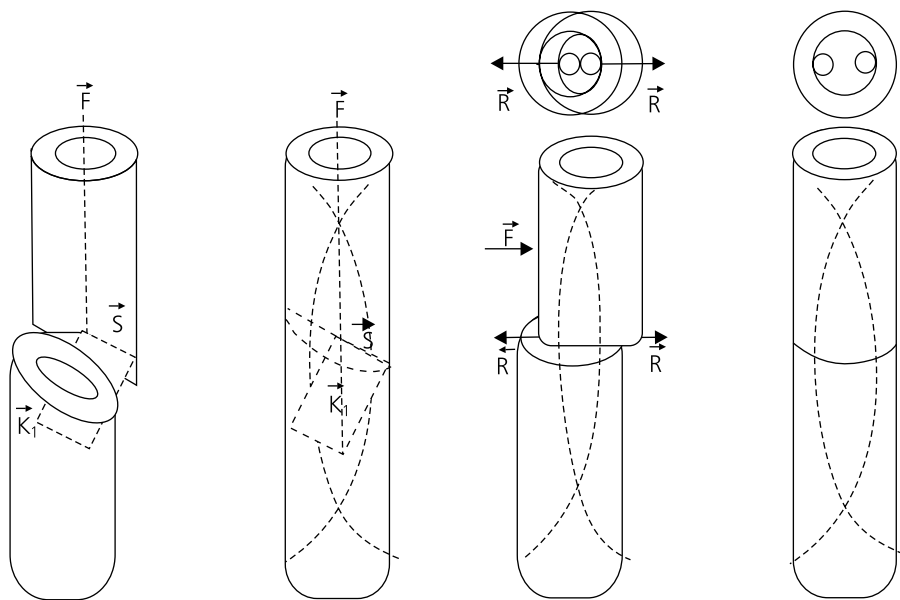


Figura 5. Efecto biomecánico del enclavado intramedular flexible en la estabilidad axial.

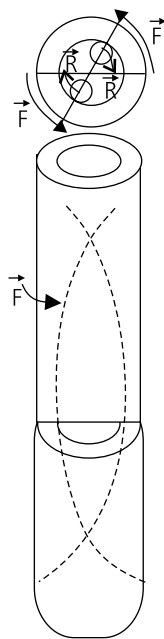


Figura 6. Efecto biomecánico del enclavado intramedular flexible en la estabilidad rotacional.

en una vista AP y lateral. Se flexionan los clavos manualmente o con la presa en forma de arco con la punta del clavo apuntando hacia la concavidad. El arco de ambos clavos debe ser el mismo para poder balancear las fuerzas. Se realiza incisión en el lado lateral o medial de fémur distal, iniciando 3 cm arriba de la fisis. Se inicia la perforación con el diámetro de broca inmediatamente más grande del diámetro seleccionado, siempre usando protector

de tejidos. Observando el punto de entrada bajo fluoroscopia, se penetra la cortical adyacente, se rota el taladro sin avanzar 10 grados, y se avanza hasta llegar al canal medular. Se introduce el clavo con la mano lo más que se pueda, hasta sentir resistencia se coloca el impactador de clavos a 15 cm del punto de entrada. Se avanza el clavo hasta el foco de fractura, se repite el mismo procedimiento en lado opuesto del fémur hasta insertarlo al nivel del foco de fractura. Se visualiza, mantiene la reducción y pasa el clavo más fácil de pasar por el foco de fractura, el clavo puede ser manipulado o rotado para avanzarlo más fácilmente. Se avanza hasta distal a la fisis proximal. Se avanza el segundo clavo hasta el mismo nivel. Los dos clavos deben quedar en direcciones opuestas. Una vez que el clavo está en la posición deseada se marca el lugar donde debe ser cortado, se extrae un poco fuera de la incisión, se flexiona ligeramente (10-15 grados) y se corta a 10 mm de la corteza. Se confirma la posición del clavo y la reducción de la fractura bajo fluoroscopia (Figura 7).

Tibia. Las fracturas de tibia típicamente requieren dos clavos insertados de manera anterógrada con puntos de entrada medial y lateral. La posición del paciente en supino en mesa de fracturas o mesa estándar. Los puntos de entrada son a pocos centímetros distal a la fisis en un punto anteromedial y anterolateral para minimizar la irritación a tejidos blandos (Figura 8). Después de la inserción completa en la metáfisis distal se verifica la angulación angular y rotacional de la extremidad (Figura 9).

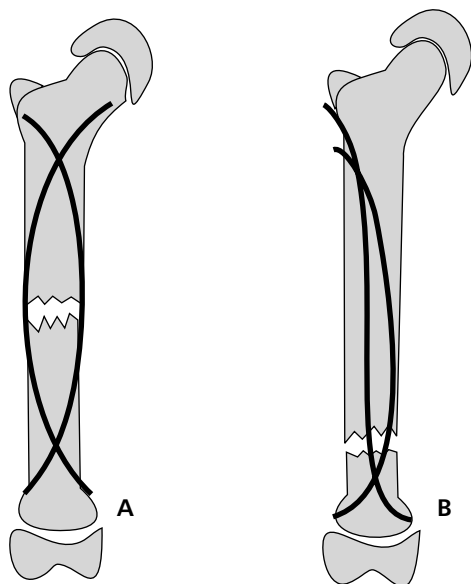


Figura 7. Técnica de fijación intramedular para fracturas femorales diafisarias. **A:** en tercio proximal y tercio medio. **B:** en el tercio distal.



Figura 8. Puntos de inserción de clavos en fracturas de tibia.

Después se cortan los clavos, se realiza tracción o se impacta la fractura si es necesario (*Figura 10*).

Húmero. Las fracturas de húmero típicamente requieren dos clavos, insertados de manera retrógrada en dos sitios de inserción posterior. La posición del paciente sin torniquete es colocando la extremidad en una tabla o suspendido verticalmente en tracción. Los puntos de entrada de cada clavo es posterolateral al pilar supracondilar lateral, y posteromedial al pilar supracondilar medial, angulados hacia arriba.

Antebrazo. Las fracturas de antebrazo en niños requieren un clavo por cada hueso. Los clavos pueden



Figura 9. Control fluoroscópico para verificar la correcta colocación de los clavos en extremo distal de tibia.

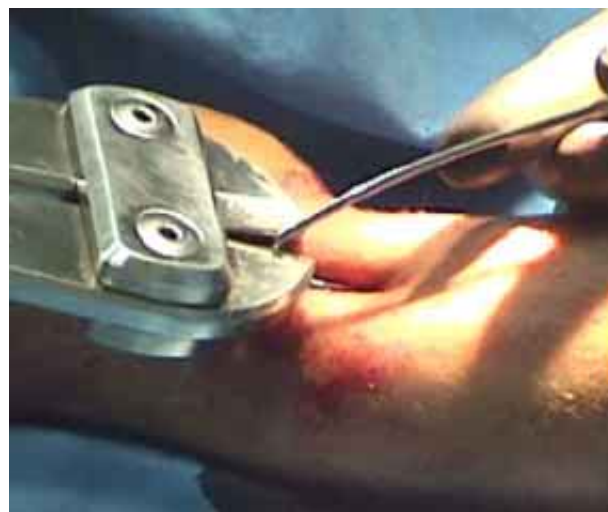


Figura 10. El extremo del clavo es doblado y cortado al borde de la piel para evitar irritación en el punto de entrada.

ser insertados de manera anterógrada o retrógrada, dependiendo de la localización de la fractura.

La posición del paciente con la extremidad afectada se coloca en una mesa radiolúcida. Para fracturas diafisarias el punto de entrada en el radio es proximal a la estilotes radial o por el tubérculo de Lister. Para fracturas de la cabeza radial el clavo es insertado retrógrado, capturando el fragmento proximal con la punta del clavo.

El punto de entrada anterógrado en el cúbito puede ser en la cara posterior o lateral del olécranon a través de la metáfisis proximal. El punto de entrada retrógrado en el cúbito es a través de la metáfisis distal (*Figura 11*).

El apoyo parcial es permitido inmediatamente, con apoyo total 3 semanas después. Los clavos son removidos 3 meses después si presentan molestias.

RESULTADOS

Durante el periodo de noviembre del 2001 a marzo de 2004, se trataron a 27 niños con enclavado intramedular flexible. Con un rango de edad de 2 a 17 años de edad (promedio de 10 años). Catorce niños tratados por fractura de fémur tenían una edad promedio de 8.3 años de edad (rango de 2 a 17 años de edad). Nueve niños con fractura de antebrazo con edad promedio de 12.8 años (rango de edad de 10 a 17 años). Dos niños con fractura tibioperonea de 8 y 7 años de edad (promedio 7.5 años). Dos niños con fractura de húmero de 9 y 13 años de edad (promedio de 11 años de edad) (*Cuadro I*). Fueron en total doce masculinos (44.4%) y quince femeninos (55.6%).

De los catorce casos de fracturas femorales 2 fueron en tercio proximal (14.2%), diez en tercio medio

Cuadro I.

	No. de casos	Porcentaje	Edad promedio (años)
Fractura de fémur	14	51.8%	8.3
Fractura tibioperonea	2	7.40%	7.5
Fractura de antebrazo	9	33.3%	12.8
Fractura de húmero	2	7.40%	11
Total	27	100%	10

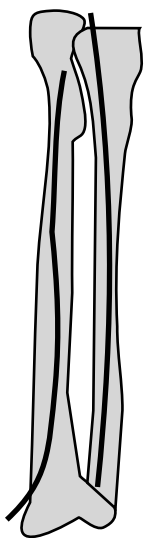


Figura 11. Técnica de fijación intramedular para fracturas de antebrazo.

(71.4%) (*Figura 12*), de los cuales uno fue bilateral (dicho caso se presentó en un femenino de 2 años, colocándose sólo un clavo en fémur derecho debido a lo pequeño del canal intramedular) (*Figura 13*), y dos en tercio distal (14.2%). Los niños con fracturas tibioperoneas uno fue en tercio proximal (50%) y el otro en tercio medio (50%) (*Figura 14*). Ambos casos de fractura humeral fueron en tercio medio (100%). De las nueve fracturas de antebrazo 7 fueron radiocubitales (77.7%) dos de tercio distal, cinco de tercio medio, una cubital de tercio medio (11.15%) (*Figura 15*) y una de tercio distal de radio (11.15%).

Todos los casos fueron cerrados a excepción de tres fracturas radiocubitales (11.11%), las cuales fueron expuestas (grado I de la clasificación de Gustillo y Anderson).

Diez pacientes fueron lesionados en accidentes de vehículo de motor desde choque hasta volcadura (37.03%), seis atropellados por vehículos en movimiento (22.22%) (*Figura 16*), ocho por caídas (29.62%), uno por quiste óseo (3.70%) y dos fueron por refracturas (7.40%) a las 4 y ocho semanas posretiro de aparato de fibra de vidrio antebraquialpalmar (*Figura 17*). Dos pacientes se consideraron politraumatizados (7.40%). Todos los pacientes fueron intervenidos y estabilizados de las fracturas dentro de las primeras 24 horas de admisión.

El tiempo de estancia hospitalaria fue de 2 a 11 días, con un promedio de 3 días, moda de 2 días. De las complicaciones intrahospitalarias observadas fueron dos casos de febrícula, un paciente al segundo y otro al tercer día, las cuales se resolvieron con medios físicos.

Las fracturas en todos los pacientes sanaron en 12 semanas, excepto una fractura de radio por quiste óseo benigno el cual presentó pseudoartrosis.

Ninguno de los casos presentó angulación en ningún plano, así como de rotación. No se presentó ningún caso en cuanto a discrepancia significativa en longitud de las extremidades (≥ 2 cm). Todos los niños volvieron a su nivel previo de funcionalidad y actividad física, como deportes y recreación.

A seis pacientes debido a irritación en el punto de entrada del clavo (22.2%) se les retiró el material en un tiempo promedio de 3.3 meses, en un rango de tiempo de 2 a 6 meses.

Hasta la fecha no se ha presentado ninguna complicación adicional al resto de los pacientes.

DISCUSIÓN

El cirujano ortopedista permanece dividido acerca del método óptimo de tratamiento para las fracturas en



Figura 12. Femenina de 11 años de edad, sufre caída de bicicleta **A:** fractura tercio medio fémur **B:** control radiográfico a las 4 semanas **C:** control radiográfico a las 8 semanas **D:** control radiográfico a las 12 semanas.

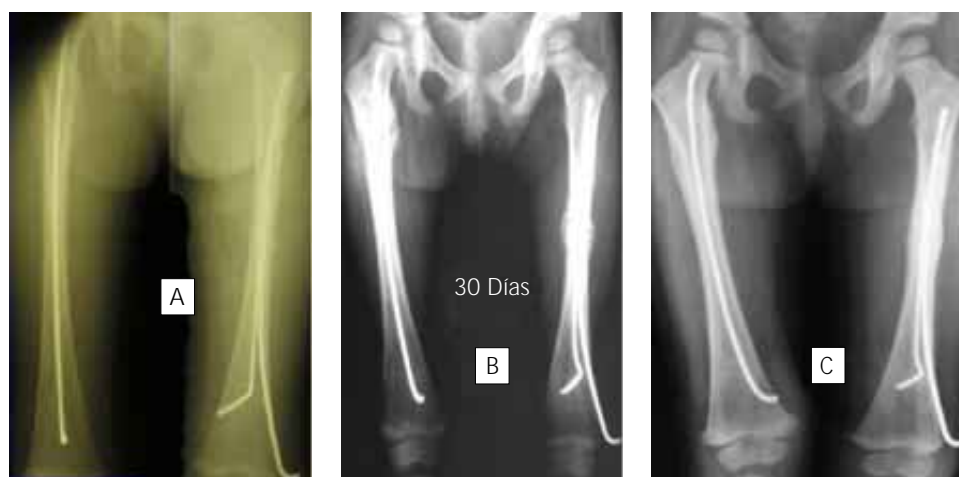


Figura 13. Femenina de 2 años atropellada, sufriendo fractura bilateral de fémur **A:** control radiográfico 15 días posoperatorio **B:** control radiográfico a los 30 días posquirúrgico **C:** control radiográfico a los 60 días posquirúrgico.

niños, siendo la mayor controversia en el grupo de edad de 6-12 años. La literatura actual nos provee evidencia de un método de tratamiento sobre otro. El enclavado intramedular flexible es un excelente método para el manejo de una gran cantidad de fracturas en la edad pediátrica, que requieren una estabilización quirúrgica. Las ventajas que ofrece el enclavado intramedular flexible, la hace una excelente opción a considerar en el manejo de las fracturas pediátricas.

Antebrazo. Las fracturas de radio y cúbito son unas de las lesiones más comunes tratadas en ortopedia pediátrica.²¹ La mayoría de esas fracturas pueden ser tratadas conservadoramente con reducción cerrada e inmovilización con yeso.²² En niños menores de 10 años una reducción anatómica es raramente necesaria para una completa recuperación debido a su gran potencial de remodelación en este grupo de edad,^{23,24}

aunque en nuestra serie no se presentó ningún caso menor de diez años de edad. En niños mayores de diez años de edad, una reducción anatómica es necesaria para preservar rangos de movimiento normal.^{18,24,25,27} Las indicaciones quirúrgicas en antebrazo en niños son la incapacidad de lograr una adecuada reducción, mantener la reducción y fracturas expuestas,^{28,30} coincidiendo con nuestra serie al presentar dos casos de incapacidad de mantenimiento de la reducción a las 6 semanas de Tx conservador, así como la presencia de tres casos de fracturas expuestas.

La unión con angulaciones,¹⁸ compromiso del espacio interóseo,^{18,19} unión con compromiso rotacional,²⁰ limita su movimiento normal, lo cual pudo haber sido prevenido con la restauración de la alineación normal, como se logró en los casos al no presentar ninguna de estas complicaciones.

Se reportan series de fijación con placa en fracturas de antebrazo de niños, que predicen una unión ósea, con pocas complicaciones similar a los adultos.³¹ Las desventajas con la fijación con placas inclu-

ye una relativa larga exposición necesaria para la fijación interna y remoción de la placa, aumento del riesgo de sinostosis, sepsis y pseudoartrosis y fracturas por estrés generadas por la placa, tornillos y los orificios después de la remoción.^{18,32-36} Langkamer reportó una incidencia de complicaciones mayores con la remoción electiva de las placas.³⁴ Debido a esas desventajas Kay²⁵ concluyó que la fijación intramedular flexible con yeso suplementario es superior a la compresión con placas en las fracturas de antebrazo en la población pediátrica. Reportes indican que la fijación de las fracturas de antebrazo en niños brindan resultados clínicos excelentes, siendo esto una técnica superior a la fijación con placas en niños, con un mínimo de complicaciones reportadas,³⁸⁻⁴⁰ aunque presentamos 2 casos de fractura de antebrazo con irritación en el punto de entrada, por lo cual fue removido el implante.

El uso de implantes más rígidos en fracturas expuestas de antebrazo en niños mantiene una alineación y minimizan la necesidad de una reducción secundaria para corregir la malalineación.^{29,44,45} Se recomiendan para este fin implantes intramedulares flexibles.^{42,46,47} El uso de implantes en fracturas expuestas aumenta las posibilidades de complicaciones relacionadas con el implante, específicamente infección, reportándose una incidencia de infección del 3-33%,^{24,29,44,45,47-51} situación que no coincide con nuestra serie al no pre-



Figura 14. Masculino de 7 años de edad quien sufre atropellamiento por vehículo en movimiento **A:** control radiográfico posoperatorio AP. **B:** lateral.

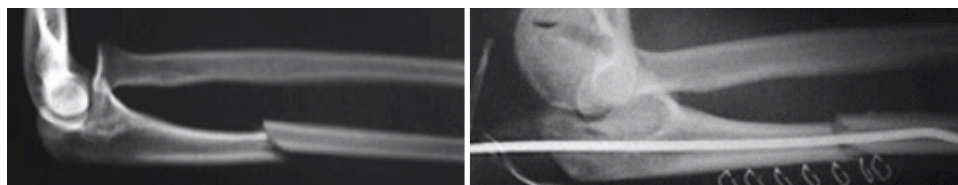


Figura 15. Femenina de 17 años quien sufre caída de tres metros de altura, observándose fractura cubital mínimamente desplazada y su control radiográfico posquirúrgico.



Figura 16. Femenina de 4 años de edad que sufre accidente automovilístico **A:** fractura de tercio proximal fémur. **B:** radiografía lateral en el posoperatorio. **C:** radiografía AP posoperatorio. **D:** control a las 6 semanas posretiro de material.

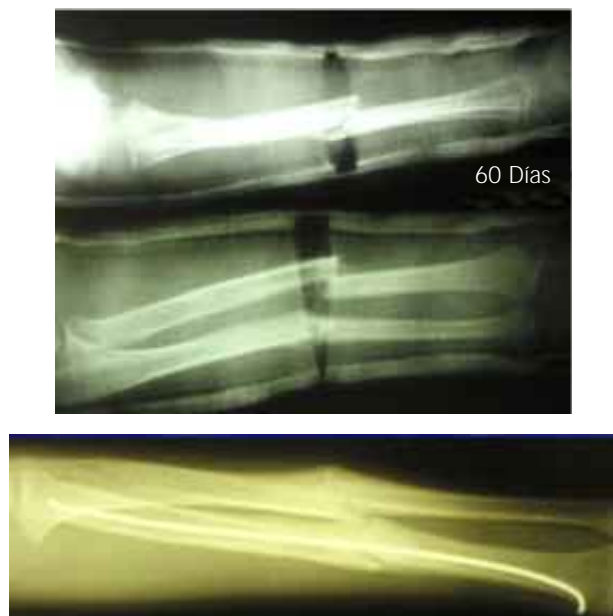


Figura 17. Masculino de 14 años de edad tratado de manera conservadora hasta 8 semanas, control radiográfico 4 semanas poscolocación de enclavado intramedular flexible.

sentar ningún caso de infección en fracturas expuestas.

La función de los clavos intramedulares es una férula interna que provee tres puntos de fijación para mantener una adecuada alineación ósea.⁴¹ La reducción término-terminal ayuda a controlar la alineación rotacional, y limitar la movilidad en el sitio de fractura, promoviendo la formación de un callo externo al convertir el micromovimiento en compresión fracturaria.⁴² La fijación puede ser llevada a través de incisiones mínimas, los clavos pueden ser removidos incluso en consultorio; además de no causar preocupación si los implantes no son removidos. La fijación intramedular promueve una rápida unión, reduce el riesgo de infección y sinostosis; el retiro del implante no produce casos de refractura. La limitación a la rotación en antebrazo es comparada con aquella que es descrita en tratamientos conservadores.^{24,25,33,40,43}

Fémur. En niños de 5 años o menores, una reducción cerrada y aparato de yeso es el tratamiento ideal para la mayoría de las fracturas diafisarias de fémur,⁵² aunque reportamos tres casos de fractura femoral en menores de 5 años, todos ellos con excelentes resultados y sin complicaciones. En esqueletos maduros de adolescentes, el uso del enclavado intramedular sólido anterógrado es el tratamiento estándar de elección.^{53,54} El tratamiento de elección en niños entre los 6 a 16 años es debatido.^{53,55} Los pacientes en este

rango de edad tienen un alto riesgo de acortamiento y angulaciones cuando son tratados con reducción cerrada y aparato de yeso,⁵⁶ sin presentar estas complicaciones en nuestra serie.

Dentro de las desventajas de la tracción y aparato de yeso se encuentra la inmovilización prolongada.⁵⁶⁻⁵⁹ Aunque el aparato de yeso es un tratamiento muy seguro en ciertos casos, como politraumatizados,⁶⁰ lesiones cerebrales o espasticidad,⁶¹ o en mayores de 10 años.⁶² Estudios recientes han demostrado los efectos adversos tanto psicológicos como económicos del aparato de yeso en las familias de pacientes.⁶²⁻⁶⁴

La fijación externa se indica principalmente en pacientes con fracturas expuestas y politrauma.⁷²⁻⁷⁴ La fijación externa ha brindado buenos resultados en fracturas cerradas y aisladas.^{65,75-78} La pérdida temporal de la movilidad de la rodilla, la infección en los sitios de entrada de los clavos de los fijadores externos son frecuentes en un rango de 36 al 62%, pero fácil de tratar. Refractura después de la remoción del fijador externo es un problema mayor presentándose en un 0-36% de los casos.^{26,66,76-79}

El uso de las placas en fracturas femorales de niños ha sido reportado, ofreciendo una fijación rígida, pero requiere una amplia exposición, con el riesgo de mayor sangrado y una mayor cicatriz. Existe además el riesgo de refractura y ruptura del implante.^{62,80,81}

El enclavado intramedular sólido anterógrado es mejor que el aparato de yeso en los adolescentes.⁶⁷ Reportes de necrosis avascular,^{54,68,69} arresto del crecimiento trocantéreo, y coxa valgo^{70,71} han condicionado su uso en fracturas femorales en niños con fisas femorales proximales abiertas.

Con el enclavado intramedular flexible dentro de las complicaciones que más se reportan son, dolor e irritación en el sitio de entrada del clavo, asociado con prominencia del extremo del clavo,³⁷ coincidiendo con los cuatro casos de fractura femoral reportados en nuestra serie, además de ser la complicación más frecuente en general.

Tibia. Después de una fractura de tibia tratada con aparato de yeso, los límites aceptables son 10 mm de acortamiento, 10 grados de varo, valgo o recurvatum, sin malrotación.⁹⁸ Si no se cumplen esos criterios el tratamiento quirúrgico está indicado. La indicación más común de tratamiento quirúrgico es la lesión a tejidos blandos, la segunda indicación es politraumatizados. La indicación primaria de fijador externo son las fracturas expuestas, con complicaciones como infección en el trayecto del clavo, lesión neurovascular, refractura, retardo de la consolidación, pseudoartrosis. El enclavado intramedular flexible se asocia con un bajo índice de refrac-

tura, menor tiempo de consolidación ósea, siendo indicado en fracturas de tibia no conminutas, lesión a tejidos blandos, politraumatizados.⁹⁸⁻¹⁰¹

Quistes óseos. El objetivo del tratamiento de los quistes óseos unicamerales en niños es prevenir una fractura patológica y reparación de la lesión. Existen numerosas técnicas quirúrgicas como curetaje con injerto óseo,^{82,83} alo-injerto fresco congelado,⁸⁴ auto-injerto de esponjosa,⁸⁵ hidroxiapatita,⁸⁶ criocirugía,⁸⁷ descompresión con perforaciones e inyecciones intralesionales de esteroides⁸⁸⁻⁹⁰ o médula ósea,^{93,94} todos con respuestas variables.

Reportes del tratamiento de quistes óseos unicamerales con enclavado intramedular flexible demuestran excelentes resultados.^{95,96} Se cree que el mecanismo es por descompresión de la lesión y disminución de la presión intralesional.^{88-90,97} Aunque el único caso de nuestra serie terminó en pseudoartrosis (húmero), se trató de manera definitiva con placa de 6 orificios, con consolidación de la fractura.

Titanio. Las ventajas del titanio como material de los clavos flexibles ofrece mayor resistencia sobre el acero inoxidable, su elasticidad limita la cantidad que el clavo es flexionado permanentemente durante su inserción. Lo más importante promueve la formación de callo óseo al limitar el "stress shielding". Aún no se han reportado reacciones al titanio, frente al acero inoxidable en un 5-15% de la población.⁷¹ En nuestra serie no se han reportado hasta la fecha casos de reacción al titanio.

CONCLUSIÓN

El enclavado endomedular flexible es una técnica quirúrgica, intermedia entre el tratamiento incruento conservador y la técnica de osteosíntesis interna. Sus indicaciones principales son el tratamiento de fracturas de huesos largos en niños de 6-12 años de edad, aunque fue utilizada en pacientes de un rango de edad mayor. Brinda las ventajas de ser una técnica poco invasiva, percutánea, estéticamente muy aceptable, mínimo riesgo de infección, no lesiona cartilago de crecimiento, no lesiona músculo, periostio y endostio alrededor de la fractura, mantiene hematoma fracturario intacto, otorga la suficiente estabilidad en los 3 planos para tolerar carga de peso precoz, rehabilitación temprana, integración rápida del paciente a sus actividades previas y disminución de los costos, con un mínimo de complicaciones. El uso de clavos centromedulares flexibles es otra alternativa más en el tratamiento de las fracturas diafisarias en niños y que nos ofrece ventajas importantes en comparación con otros métodos más conservadores.

Referencias

1. Rush LV. Dynamic intramedullary fracture fixation of the femur: reflections on the use of the round rod after thirty years. *Clin Orthop* 1968; 60: 21-7.
2. Ender J, Simon-Weidner R. Fixierung trochanterere Frakturen mit elastischen Kondylennägeln. *Acta Chir Austr* 1970; 1: 40.
3. Pankovitch AM. Flexible intramedullary nailing of long bone fractures: a review. *J Orthop Trauma* 1987; 1: 78-95.
4. Keller HW, Huber R, Rehm KE. Die intramedulläre Schienung von Frakturen im Wachstumsalter mit einem neuen Implantat. *Chirurg* 1993; 64: 180-4.
5. Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J. Closed flexible medullary nailing in pediatric traumatology. *Chir Pediatr* 1983; 24(6): 383-5.
6. Metaizeau JP. L'osteosynthese chez l'enfant par embrochage centro medullaire elastique stable. *Sauramps Medical Montpellier* 1988.
7. Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988; 70-B: 74-7.
8. Burkey S. Current trends in the treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents. *Clin Orthop* 1997; 338: 60-73.
9. Firica A y cols. Nuevos conceptos biomecánicos sobre la osteosíntesis elástica estable. Estudio experimental. *Rev Chir Orthop* 1980; 67II: 82-91.
10. Hae-Ryong S, Chang-Wug O, Hyun-Dae S, Sung-Jung K, Hee-Soo K, Seung-Hoon B, Byung-Chul P, Joo-Chul I. Treatment of femoral shaft fractures in young children: comparison between conservative treatment and retrograde flexible nailing. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2004; 13(4): 275-280.
11. Reeves R et al. Internal fixation versus traction and casting of adolescent femoral shaft fractures. *J Pediatric Orthop* 1990; 10: 592-595.
12. Newton P, Mubarak S. Financial aspects of femoral shaft fracture treatment in children and adolescents. *J Pediatric Orthop* 1994; 14: 508-512.
13. Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, Blasier RD, Davidson R, Kasser J. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 4-8.
14. Dravick DM et al. *Operative treatment of pediatric femur fractures using flexible intramedullary nails: a prospective study.* 59th Annual Meeting of The American Academy of Orthopaedic Surgeons. Washington, 1992.
15. Hofmann VKHS. (Comparison of surgical and conservative treatment methods as exemplified in the juvenile femur). *Z. Unfallchir. Versicherungsmed. Berufskr* 1989; 82(4): 236-42.
16. Irani RN, Nichol森 JT, Chung MK. Long-term results in the treatment of femoral-shaft fractures in young children by immediate spica immobilization. *J Bone Joint Surg (Am)*: 1976; 58A(7): 945-951.
17. Kissel EU, Miller ME. Closed ender nailing of fractures in older children. *J Trauma* 1989; 29: 1585-1588.
18. Matthews LS, Kaufer H, Garver DF, Sonstegard DA. The effect on supination-pronation of angular malalignment of fractures of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg [Am]* 1982; 64: 14-7.
19. Roberts JA. Angulation of the radius in children's fractures. *J Bone Joint Surg [Br]* 1986; 68: 751-4.

20. Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing forearm fractures in children: the more subtle signs of impending problems. *Clin Orthop* 1984; 188: 40-53.
21. Thomas EM, Tuson WR, Browne SH. Fractures of the radius and ulna in children. *Injury* 1975; 7: 120-4.
22. Voto SJ, Weiner DS, Leighley B. Redisplacement after closed reduction of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 79-84.
23. Fiala M, Carey TP. Pediatric forearm fractures: an analysis of refracture rate. *Orthop Trans* 1995; 18: 1265-6.
24. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 705-12.
25. Kay S, Smith C, Oppenheim WL. Both bone midshaft forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1986; 6: 306-10.
26. Kesemenli, CC, Subasi M, Arslan H, Tuzuner T, Necmioglu S, Kapukaya A. Is external fixation in pediatric femoral fractures a risk factor for refracture? *Journal of Pediatric Orthopedics* 2004; 24(1): 17-20.
27. Tarr RR, Garfinkel AI, Sarmiento A. The effect of angular and rotational deformities of both bones of the forearm. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984; 66: 65-70.
28. Blasier RD, Salamon PB. Pediatric adolescent forearm fractures. *Oper Tech Orthop* 1993; 3: 128-33.
29. Klasson SC, Blasier RD. Open pediatric forearm fractures in children: ten-year experience. *Orthop Trans* 1995; 19: 235.
30. Roy DR, Crawford AH. Operative management of fractures of the shaft of the radius and ulna. *Orthop Clin North Am* 1990; 21: 245-50.
31. Chapman MW, Gordon JE, Zissimos A. Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. *J Bone Joint Surg [Am]* 1989; 71: 159-69.
32. Amit Y, Salai M, Chechik A, Blankstein A, Horoszowski H. Closing intramedullary nailing for the treatment of diaphyseal forearm fractures in adolescence: a preliminary report. *J Pediatr Orthop* 1985; 5: 143-6.
33. Daruwalla JS. A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clin Orthop* 1979; 138: 114-20.
34. Langkamer V, Ackroyd C. Removal of forearm plates: a review of complications. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990; 72: 601-4.
35. Rumball K, Finnegan M. Refractures after forearm plate removal. *J Orthop Trauma* 1990; 4: 124-9.
36. Vince KG, Miller JE. Cross-union complicating fracture of the forearm. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987; 69: 654-61.
37. Narayanan UG, Hyman JE, Wainwright AM, Rang M, Altman BA. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to Avoid Them. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2004; 24(4): 363-369.
38. Gates NT, Ouweleen KM, Beebe AC. Intramedullary fixation of unstable forearm fractures in children. *Orthop Trans* 1995; 19: 116.
39. Prevot J, Lascombes P, Guichet JM. Elastic stable intramedullary nailing of forearm fractures in children and adolescents. *Orthop Trans* 1995; 20: 305.
40. Stanley EA, Wilkins KE. Treatment of midshaft fractures of the radius and ulna utilizing percutaneous intramedullary pinning. *Ortho Trans* 1995; 20: 305.
41. Schemitsch EH, Jones D, Henley MB, Tencer AF. A comparison of malreduction after plate fixation and intramedullary nail fixation of forearm fractures. *J Orthop Trauma* 1995; 9: 8-16.
42. 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: 167-71.
43. Creasman C, Zaleske DJ, Ehrlich MG. Analyzing forearm fractures in children: the more subtle signs of impending problems. *Clin Orthop* 1984; 188: 40-53.
44. Greenbaum B, Zions LE, Ebramzadeh E. Open fractures of the forearm in children. *J Orthop Trauma* 2001; 15: 111-118.
45. Ortega R, Loder RT, Louis DS. Open reduction and internal fixation of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 651-654.
46. Luhmann SJ, Gordon JE, Schoenecker PL. Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 451-456.
47. Van der Reis WL, Otsuka NY, Moroz P et al. Intramedullary nailing versus plate fixation for unstable forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 9-13.
48. Cullen MC, Roy DR, Giza E et al. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 14-21.
49. Haasbeek JF, Cole WG. Open fractures of the arm in children. *J Bone Joint Surg [Br]* 1995; 77: 576-581.
50. Stern PJ, Drury WJ. Complications of plate fixation of forearm fractures. *Clin Orthop* 1983; 175: 25-29.
51. Wyrsh B, Mencio GA, Green NE. Open reduction and internal fixation of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 1996; 16: 644-650.
52. Kasser JR, Beaty JH. Femoral shaft fractures. In: Beaty JH, Kasser JR, editors. *Rockwood and Wilkins' fractures in children*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 941-80.
53. Flynn JM, Skaggs D, Sponseller PD, Ganley TJ, Kay RM, Leitch KK. The operative management of pediatric fractures of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 2288-300.
54. Stans AA, Morrissy RT, Renwick SE. Femoral shaft fracture treatment in patients age 6 to 16 years. *J Pediatr Orthop* 1999; 19: 222-8.
55. Sanders JO, Browne RH, Mooney JF, Raney EM, Horn BD, Anderson DJ, Hennrikus WL, Robertson WW. Treatment of femoral fractures in children by pediatric orthopedists: results of a 1998 survey. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 436-41.
56. Martinez AG, Carroll NC, Sarwark JF, Dias LS, Kelikian AS, Sisson GA Jr. Femoral shaft fractures in children treated with early spica cast. *J Pediatr Orthop* 1991; 11: 712-6.
57. Aronson DD, Singer RM, Higgins RF. Skeletal traction for fractures of the femoral shaft in children. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 69: 1435-9.
58. Buehler KC, Thompson JD, Sponseller PD et al. A prospective study of early spica casting outcomes in the treatment of femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 30-5.
59. Weiss APC, Schenck RC, Sponseller PD et al. Peroneal nerve palsy after early cast application for femoral fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 25-8.
60. VT. External skeletal fixation in children's fractures. *J Pediatr Orthop* 1993; 3: 435-42.
61. Ziv I, Rang M. Treatment of femoral fractures in the child with head injury. *J Bone Joint Surg Br* 1983; 65: 276-8.
62. Reeves RB, Ballard RI, Hughes JL. Internal fixation versus traction and casting of adolescent femoral shaft fractures. *J Pediatr Orthop* 1990; 10: 592-5.
63. Conway B. The effect of hospitalization on adolescence. *Adolescence* 1971; 6: 77.
64. Hughes BF, Sponseller PD, Thompson JD. Pediatric femur fractures: effects of spica cast treatment on family and community. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 457-60.

65. Aronson J, Tursky EA. External fixation of femur fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 157-63.
66. R, Lindsey RW, Hadley NA et al. Refracture of adolescent femoral shaft fractures: a complication of external fixation: a report of two cases. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 102-5.
67. Herndon WA, Mahnken RF, Yngve DA et al. Management of femoral shaft fractures in the adolescent. *J Pediatr Orthop* 1989; 9: 29-32.
68. Beaty JH. Aseptic necrosis of the femoral head following antegrade nailing of femoral fractures in adolescents. *Tech Orthop* 1998; 13: 96-9.
69. O'Malley DE, Mazur JM, Cummings RJ. Femoral head avascular necrosis associated with intramedullary nailing in an adolescent. *J Pediatr Orthop* 1995; 15: 21-3.
70. Gonzalez-Herranz P, Burgos-Flores J, Rapariz JM et al. Intramedullary nailing of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 262-6.
71. Hierholzer S, Hierholzer G, eds. Internal fixation and metal allergy. In: *Clinical investigations, immunology and histology of the implant tissue interface*. New York: Georg Thieme Verlag, 1992: 5-7.
72. Alonso JF, Horowitz M: Use of the AO/ASIF external fixator in children. *J Pediatr Orthop* 1987; 7: 594-600.
73. Kirby RM, Winquist RA, Hansen ST. Femoral shaft fracture in adolescents: A comparison between traction plus cast treatment and closed intramedullary nailing. *J Pediatr Orthop* 1981; 1: 193-197.
74. Tolo VT. External skeletal fixation in children's fractures. *J Pediatr Orthop* 1983; 3: 435-442.
75. Bar-on E, Sagiv S, Porat S. External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg* 1997; 79B: 975-978.
76. Blasier RD, Aronson J, Tursky EA. External fixation of pediatric femur fractures. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 342-245.
77. Davis TJ, Topping RE, Blanco JS. External fixation of pediatric femoral fractures. *Clin Orthop* 1995; 318: 191-198.
78. Hull JB, Sanderson PL, Rickman M et al. External fixation of children's fractures: Use of the orthofix dynamic axial fixator. *J Pediatr Orthop* 1997; 6: 203-206.
79. Gregory P, Pevny T, Teague D. Early complications with external fixation of pediatric femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 1996; 10: 191-198.
80. Kregor PJ, Song K, Routh ML, Sangeorzan B. Plate fixation of femoral shaft fractures in multiply injured children. *J Bone Joint Surg* 1993; 75A: 1774-1780.
81. Ward TW, Levy J, Kaye A. Compression plating for child and adolescent femur fractures. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 626-632.
82. Neer CSII, Francis KC, Marcove RC, Terz J, Carbonara PN. Treatment of unicameral bone cyst. A follow-up study of one hundred seventy-five cases. *J Bone Joint Surg* 1966; 48-A: 731-745.
83. Oppenheim WL, Galleno H. Operative treatment versus steroid injection in the management of unicameral bone cyst. *J Pediatr Orthop* 1984; 4: 1-7.
84. Spence KF Jr, Bright RW, Fitzgerald SP, Sell KW. Solitary unicameral bone cyst: treatment with freeze-dried crushed cortical-bone allograft. A review of one hundred and forty-four cases. *J Bone Joint Surg* 1976; 58-A: 636-641.
85. Beyer W, Mau H, Lorenz C. Die Anwendung von homologen Spongiosachips bei der Behandlung juveniler Knochenzysten. *Beitr Orthop Traumat* 1990; 37: 466-467.
86. Inoue O, Ibaraki K, Shimabukuro H, Shingaki Y. Packing with high-porosity hydroxyapatite cubes alone for the treatment of simple bone cyst. *Clin Orthop* 1993; 293: 287-292.
87. Schreuder HW, Conrad EU III, Bruckner JD, Howlett AT, Sorensen L. S. Treatment of simple bone cysts in children with curettage and cryosurgery. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 814-820.
88. Chigira M, Watanabe H, Arita S, Udagawa E. [Simple bone cyst - pathophysiology and treatment]. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1983; 57: 759-766.
89. Kuboyama K, Shido T, Harada A, Yokoe S. Therapy of solitary unicameral bone cyst with percutaneous trepanation. *Rinsho Seikei Geka* 1981; 16: 288-293.
90. Shinozaki T, Arita S, Watanabe H, Chigira M. Simple bone cysts treated by multiple drill-holes. Twenty three cysts followed 2-10 years. *Acta Orthop Scandinavica* 1996; 67: 288-290.
91. Hashemi-Nejad A, Cole WG. Incomplete healing of simple bone cysts after steroid injections. *J Bone and Joint Surg* 1997; 79-B(5): 727-730.
92. Scaglietti O, Marchetti PG, Bartolozzi P. The effects of methylprednisolone acetate in the treatment of bone cysts. Results of three years follow-up. *J Bone Joint Surg* 1979; 61-B(2): 200-204.
93. Lokiec F, Ezra E, Khermosh O, Wientroub S. Simple bone cysts treated by percutaneous autologous marrow grafting. A preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1996; 78-B(6): 934-937.
94. Yandow SM, Lundeen GA, Scott SM, Coffin C. Autogenic bone marrow injections as a treatment for simple bone cyst. *J Pediatr Orthop* 1998; 18: 616-620.
95. Santori FS, Ghera S, Castelli V, Tollis A. Dynamic endomedullary nailing in the treatment of extensive bone cysts in young patients. A pathogenetic interpretation. *Italian J Orthop Traumatol* 1986; 12: 411-417.
96. Santori F, Ghera S, Castelli V. Treatment of solitary bone cysts with intramedullary nailing. *Orthopedics* 1988; 11: 873-878.
97. Cohen J. Unicameral bone cysts. A current synthesis of reported cases. *Orthop Clin North America* 1977; 8: 715-736.
98. Heinrich SD. Fractures of the shaft of the tibia and fibula. In: Beaty JH, Kasser JR, editors. *Rockwood and Wilkins' fractures in children*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 1077-119.
99. RN, Beaty JH, Devito DP, Kasser JR, Loder RT, Rab GT. *Operative management of lower extremity fractures in children*. Park Ridge: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1992.
100. Canale ST, Beaty JH. *Operative pediatric orthopaedics*. 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1995.
101. Cullen MC, Roy DR, Crawford AH, Assenmacher J, Levy MS, Wen D. Open fracture of the tibia in children. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78: 1039-47.

Correspondencia:
 Dr. José Alfredo Ramírez,
 Calle de la Llave # 1419
 Colonia Centro 31000,
 Chihuahua, Chihuahua,
 México. Alfreito10@Hotmail.com