

**RESULTADOS CLÍNICOS, RADIOLÓGICOS DEL MANEJO DE FRACTURAS
DIAFISIARIAS DE FEMUR CON CLAVOS ELÁSTICOS ENDOMEDULARES
EN POBLACIÓN PEDIÁTRICA**

Freddy Monclou Garzón

Residente Ortopedia y Traumatología

Universidad del Rosario

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Servicio de Ortopedia Infantil

Universidad del Rosario

Facultad de medicina

Bogotá

Febrero de 2015

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

FACULTAD DE MEDICINA

**Resultados Clínicos, Radiológicos Del Manejo De Fracturas Diafisarias De Femur Con Clavos
Elásticos Endomedulares En Población Pediátrica**

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Servicio de Ortopedia Infantil

Residencia Ortopedia y Traumatología

Investigador

Freddy Monclou Garzón

Asesor Temático

Rodrigo Huertas Tafur

Ortopedista Infantil

Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt

Asesor Metodológico

Milciades Pinilla Ibañez

Epidemiología y estadística

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

Tabla de contenidos

1. Introducción	8
2. Planteamiento del problema	9
3. Justificación.....	10
4. Marco teórico.....	11
Epidemiología.....	11
Tratamiento.....	12
Tracción y espica de yeso	14
Fijación Externa.....	14
Fijación con Placa	15
Clavo elástico endomedular	15
5. Objetivos	23
6. Metodología	24
6.1. Tipo de investigación.....	24
6.2. Población.....	25
Tamaño de la muestra y muestreo.....	25
6.3. Criterios de selección.....	25
6.4. Operacionalización de variables	26
6.5. Recolección de datos	30
6.6. Métodos para el control de calidad de los datos.....	30
6.7. Análisis.....	31
6.8. Aspectos éticos y legales	31
7. Cronograma.....	33
8. Presupuesto	34
9. Resultados	35
10. Discusión	42
11. Conclusiones.....	46
12. Recomendaciones	47
13. Referencias bibliográficas.....	48

Listado de tablas.

Tabla 1	Tabla de puntuación de Flynn.....	19
Tabla 2	Complicaciones mayores y menores.....	20
Tabla 3	Calidad del dato, control de sesgos y error	30
Tabla 4	Información demográfica y Caracterización de la lesión en los pacientes tratados en IOIR	36
Tabla 5	Características del Procedimiento realizado en los pacientes tratados en IOIR	37
Tabla 6	Evaluación Clínica Postoperatoria de los pacientes tratados en IOIR	38
Tabla 7	Evaluación Radiológica de los pacientes tratados en IOIR	39
Tabla 8	Comparación mediciones angulares y rotacionales en miembro fracturado y Sano	39
Tabla 9	Puntuación de Flynn aplicada a los pacientes tratados en IOIR	40

Resumen

Introducción: Las fracturas de fémur en pediatría son una causa de discapacidad por requerir una inmovilización prolongada, convirtiendo su manejo en un reto para el ortopedista. El tratamiento depende de muchos factores, como la edad, el peso, el tipo de fractura y mecanismo de trauma. El estudio evaluará los desenlaces clínicos y radiológicos del paciente pediátrico con fracturas diafisaria de fémur manejadas quirúrgicamente con clavos elásticos endomedulares.

Materiales y métodos: Estudio observacional descriptivo, serie de casos, recolección de información a través de revisión de historias clínicas en pacientes sometidos quirúrgicamente con clavos elásticos.

Resultados: Un total de 13 casos; promedio de edad de $8,2 \pm 2,86$ años; relación hombre mujer es 3: 1. Principal mecanismo de trauma baja energía (9 casos). Con un seguimiento de $12.5 \pm 2,82$ meses, el postoperatorio evidenció complicaciones menores relacionadas con irritación del punto de entrada del clavo (9 casos). Solo un caso presentó no unión de la fractura. No se documentaron otras complicaciones, existen diferencias estadísticamente significativas en la anteversión femoral del miembro fracturado y el sano ($p=0,001$) relacionado con problemas rotacionales, igual que la angulación en el plano sagital ($p=0,030$) sin repercusión para la consolidación ni la marcha.

Conclusiones: El análisis de resultados clínicos y radiológicos concuerda con lo descrito en la literatura mundial, los clavos elásticos endomedulares es una técnica reproducible con resultados excelentes y satisfactorios, bajas tasas de complicaciones. Este estudio presenta limitaciones debido al tamaño de muestra, no podemos hacer recomendaciones definitivas.

Palabras clave: Fractura diáfisis fémur; clavos elásticos endomedulares; población pediátrica; complicaciones.

Abstract

Pediatric femur fractures are cause of disability because requiring prolonged immobilization, making treatment a challenge for the orthopedist. Treatment depends on many factors, such as the child's age and weight, the type of fracture and how the injury happened. The study will evaluate the clinical and radiological outcomes of pediatric patients with femur shaft fractures managed surgically with elastic intramedullary nails.

Materials and methods: Observational descriptive study, cases studies, collecting information through review of medical records for patients undergoing surgical elastic nails.

Results: A total of 13 cases; the average age was 8.2 ± 2.86 years; the males female ratio was 3:1. The main mechanism of trauma was low energy (9 cases). It was followed up for 12.5 ± 2.82 months, it was showed minor postoperative complications related to irritation at the entry point of the nail (9 cases). Just one case showed nonunion of the fracture. In all cases were not documented others complications; there are statistically significant differences between femoral anteversion of the fractured limb and healthy ($p = 0.001$) related to rotational problems, like angulation in the sagittal plane ($p = 0.030$) without impact in fracture consolidation or gait.

Conclusions: The analysis of clinical and radiological are consistent with the discussion in the literature. The elastic intramedullary nails are a reproducible technique with excellent and satisfactory results, and low complication rates. The study has limitations due to sample size, so we cannot make definitive recommendations.

Key words: Femoral shaft Fractures; elastic endomedullary nail, pediatric population, complications.

1. Introducción

Las fracturas diafisiarias del fémur representan cerca del 1.6% del total de las fracturas en la población pediátrica, asociándose a una importante incapacidad en los menores de edad. El pronóstico de ésta patología suele ser bueno en gran medida porque los niños presentan un gran potencial de consolidación y remodelación ósea.

Existen diversos métodos que se han venido usando a lo largo del tiempo para el manejo de ésta lesión que comprenden desde la tracción y posterior aplicación de espica de yeso hasta los métodos de osteosíntesis, que incluyen la fijación externa, placas, clavos rígidos y los clavos elásticos endomedulares.

Las fracturas de fémur en niños menores de cinco años son de tratamiento ortopédico, y en niños mayores de 11-14 años se acepta que la intervención quirúrgica es el tratamiento de elección; sin embargo, no existe un consenso en cuanto al tratamiento para el grupo entre los seis y diez años, por lo que la decisión dependerá del tipo de fractura y las lesiones asociadas.

Los tratamientos no quirúrgicos conducen a la inmovilización prolongada lo que genera en el paciente ausentismo escolar a menudo asociado con trastornos sociales y emocionales relacionados directamente con la incapacidad física que la inmovilización ocasiona. Los tratamientos quirúrgicos por el contrario minimizan los tiempos de inmovilización, pero se asocian a otro tipo complicaciones como refracturas, infecciones y acortamientos de la extremidad, entre otros. Por ende el tratamiento quirúrgico se ha convertido en la primera opción especialmente en niños mayores de seis años.

Es de particular interés recopilar todos los casos de los pacientes que han sido manejados con la técnica de fijación con clavos elásticos endomedulares en niños y adolescentes en el instituto de ortopedia infantil Roosevelt durante un periodo de seguimiento aproximado de cinco años, para determinar y evaluar los desenlaces ocurridos con el manejo de las fracturas diafisiarias de fémur con esta técnica y realizar un paralelo con respecto a lo que se encuentra publicado en la literatura mundial.

2. Planteamiento del problema

Las fracturas son una entidad altamente prevalente en la infancia, siendo las fracturas de fémur y de tibia junto con las fracturas de antebrazo las lesiones de huesos largos más frecuentes en pediatría(1), lo cual, dado al alto grado de discapacidad y limitación funcional que generan en esta población, representan un problema de interés para la salud colectiva.

Múltiples opciones terapéuticas se han desarrollado para el tratamiento de esta patología, teniendo en cuenta factores como mecanismo del trauma, características propias del paciente, tipo y nivel de la lesión e incluso condiciones socioculturales y económicas de cada individuo, lo cual representa un reto al momento de seleccionar la mejor intervención.(2,3)

En la mayoría de casos las fracturas de fémur son tratadas de forma conservadora, sin embargo durante las últimas dos décadas, los ortopedistas pediátricos han probado una gran variedad de métodos quirúrgicos para evitar la inmovilización prolongada y las complicaciones de la tracción y espica de yeso en los pacientes mayores de seis años. (4,5)

Una de las opciones terapéuticas quirúrgicas vigentes, que permiten una adecuada fijación y rápida movilización de los pacientes pediátricos, sin alterar el crecimiento óseo, es la estabilización con clavos elásticos endomedulares, los cuales respetan la biología de la fractura, permite una rehabilitación rápida, menor tasa de complicaciones y un retorno del paciente a su entorno social de más temprano.(3)

En el marco de lo anterior, la cirugía ortopédica cobró relevancia siendo sus indicaciones cada vez mayores, logrando así un desarrollo tecnológico significativo. La mayoría de éstas técnicas fueron desarrolladas en pacientes adultos por lo que en ocasiones estas intervenciones no son bien adaptadas al hueso en crecimiento de la población pediátrica, llegando a producir complicaciones importantes.(3,5)

Por consiguiente, se hace necesario conocer en nuestra población ¿cuál es la evolución clínica y radiológica en el corto plazo de los pacientes pediátricos que fueron sometidos a tratamiento quirúrgico con clavos elásticos endomedulares para el manejo de las fracturas diafisarias de fémur?

3. Justificación

El trauma es la principal causa de morbilidad y mortalidad en los niños, después de las enfermedades infecciosas. A pesar de representar menos del tres por ciento de las lesiones osteomusculares en los niños, las fracturas femorales se consideran un problema con impacto en la salud física y psicológica del menor, y en el entorno familiar donde ocurre el evento. (1,6) En un principio, el manejo de esta fractura se realizaba mediante métodos ortopédicos como la espica de yeso, asociada o no a un período de tracción, obteniendo resultados aceptables, pero con el agravante de asociarse a estrés físico y psicológico por estancias prolongadas y lenta recuperación.

En las últimas dos décadas el tratamiento quirúrgico se ha convertido en una opción de manejo importante al disminuir la inmovilización prolongada y otras complicaciones derivadas de la misma. Dentro de los procedimientos se destacan la fijación interna con placa, la fijación externa y la fijación rígida con clavo intramedular.

Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y desventajas; la fijación externa se ha asociado con refractura y la infección superficial de los trayectos de los clavos; el clavo endomedular rígido se asocia con necrosis avascular de la cabeza femoral, adelgazamiento del cuello femoral y la detención del crecimiento del trocánter mayor lo que puede conllevar a una coxa valga, afectando directamente el crecimiento normal de la extremidad del niño.(1,6)

Con el fin de reducir las complicaciones asociadas que se presentaban con el clavo endomedular rígido, surgen los clavos intramedulares elásticos, el cual permite micro movimientos de la zona de la fractura favoreciendo la consolidación, así como disminución del riesgo de infección por tratarse de una técnica mínimamente invasiva.(7)

En nuestro medio existen escasos reportes acerca del manejo de las fracturas diafisarias de fémur en niños y adolescentes con esta técnica, por lo que surge el interés de poder recopilar información de pacientes intervenidos con este procedimiento para así describir los principales resultados clínicos y radiológicos, determinar las diferentes variables que permitirán identificar predictores e identificar las complicaciones más relevantes, de manera que se comparen los resultados encontrados con los descritos en la literatura mundial.

4. Marco teórico

Las fracturas son una patología común en la infancia; aproximadamente un tercio de todos los niños sufren al menos una fractura antes de cumplir los 17 años.(8) El mecanismo de lesión está directamente relacionado con la edad del niño. Hedstrom refiere que durante los primeros años de vida, los niños tienden a sufrir caídas desde muebles y escaleras debido a sus habilidades motoras, mientras que en la pubertad, el trauma está asociado más a las actividades deportivas.(8) Adicionalmente se evidencia una mayor incidencia en el sexo masculino que en el femenino, esto está probablemente relacionado con las actividades deportivas que cada grupo realiza, es muy frecuente encontrar lesiones en deportes de alto impacto, en el cual la población masculina es más afectada que la femenina.(8)

Inicialmente las fracturas eran tratadas con la manipulación e inmovilización de la extremidad. Posteriormente, después de la Primera Guerra Mundial se introdujo la tracción y hacia la década de 1960 se inicia la fijación externa. Actualmente, el tratamiento depende no solo del tipo de fractura, sino de la edad del paciente y la madurez esquelética que haya alcanzado.(9)

Epidemiología

A diferencia del adulto, las fracturas en los niños tienen una incidencia mayor (casi el doble) y con predominio de fracturas cerradas. Los niños presentan en su gran mayoría fracturas de extremidades superiores y en menor proporción fracturas de extremidades inferiores, en menor frecuencia presentan fracturas de pelvis, cadera y columna, frente a los adultos; por estar relacionadas probablemente con accidentes de muy alta energía.(10) Las fracturas de la diáfisis femoral en la población pediátrica representan el 1.6% de todas las fracturas en ésta población.(6)

El estudio publicado por Lousie reportó que alrededor de un tercio de los niños pueden presentar una fractura antes de los 16 años de edad. En niños menores de un año de edad son más comunes las fracturas de clavícula; entre el primer y tercer año de edad las fracturas de húmero distal son más frecuentes, mientras que entre los cuatro y 14 años de edad se evidencia un mayor número de fracturas del radio distal. Entre 15 y 16 años las fracturas de metacarpianos y de las falanges son más frecuentes.(10)

La fractura de fémur, aunque no es muy frecuente, es la lesión ortopédica pediátrica que requiere mayor tiempo de hospitalización. Loder publicó en su estudio que el 35% de éstas fracturas se presentan en adolescentes entre los 13 y 18 años; solo un 11% ocurre en niños menores de dos años. Los accidentes de tránsito representaron la causa principal en los niños mayores. El estudio arrojó que el 15% de las fracturas de fémur en niños menores de dos años fueron por abuso de menores.(11)

La fractura proximal de fémur es rara y representa menos del uno por ciento de todas las fracturas pediátricas. Por lo general son lesiones de alta energía y pueden presentarse dentro de las lesiones de un paciente politraumatizado, como resultado de una caída de altura o como peatón en un accidente de tránsito. (12,13)

El mecanismo de trauma de las fracturas de fémur se puede categorizar basado en la energía involucrada. De alta energía se consideran caídas de más de 0.5 metros de altura, accidentes de tránsito, deportes de alta energía (esquí, equitación, ciclismo), los mecanismo de baja energía se consideran caídas de su propia altura, traumas contundentes (con objetos por caídas o por sujetos), deportes de baja energía (futbol, hockey, futbol americano) y lesiones no presenciadas.(14,15)

Las fracturas de la diáfisis femoral se asocian más a accidentes entre vehículos que involucran a peatones y accidentes de los ocupantes de los vehículos, cuando los mismos son niños entre las edades de seis a nueve y 14 años. A éste grupo de población también se le suman las fracturas debido al abuso el cual está muy relacionado con los factores socioeconómicos del entorno familiar del menor. (16)

Tratamiento

El manejo de las fracturas de fémur varía dependiendo de la edad del paciente. Tradicionalmente, las fracturas de fémur en niños de todas las edades han sido tratadas por un período inicial con tracción, hasta la aparición de callo óseo en la radiografía, y posteriormente la aplicación de una espica de yeso hasta la consolidación de la fractura. En 1959, Dameron y Thompson utilizaron una espica de yeso para el manejo de la fractura de fémur en niños entre seis semanas y 14 años de edad. Este tratamiento demostró disminución importante en la estancia hospitalaria; sin embargo, se evidenciaron desventajas como la presencia de úlceras por presión, dificultad para los cambios de posición de pacientes politraumatizados, lesiones en piel, especialmente en el dorso, entre otras. (3)

Las complicaciones asociadas con el tratamiento de las fracturas de la diáfisis femoral son discrepancia de longitud de los miembros inferiores, pobre consolidación, lesiones en la piel y lesiones nerviosas. La tasa de complicaciones del tratamiento no quirúrgico es del 30%. (4,17) En cuanto a deformidades angulares se toleran hasta cierto punto; en niños menores de dos años se toleran angulaciones hasta los 30° en varo/valgo al igual que anterior/posterior con un acortamiento máximo de 15 mm, de dos a cinco años se toleran angulaciones de 15° en varo/valgo, 20° anterior/posterior con un acortamiento de máximo 20 mm, de cinco a diez años hasta los 10° de angulación en varo / valgo, 15° de angulación anterior / posterior con un acortamiento de máximo 15 mm, en mayores de 11 años 5° de angulación varo/valgo, 10° anterior/posterior, 30° mal rotación es generalmente aceptado con un acortamiento de máximo un centímetro. (4,17) Debido al efecto de la fractura en el crecimiento del hueso, las discrepancias de longitud de la extremidad se ven a menudo en el tratamiento de la fractura de fémur, por lo que se considera fundamental una adecuada elección del tratamiento a instaurar.(18)

Fracturas en niños entre 0 y 18 meses:

Las opciones incluyen la tracción o espica de yeso, o una combinación de ambos. Para menores de 12 kg se recomienda la tracción. Esta técnica está contraindicada en niños más grandes por el riesgo de síndrome compartimental, contractura isquémica de volkmann y parálisis del nervio peroneo. Las fracturas durante el parto son raras, sin embargo, en el recién nacido puede tratarse con un arnés de Pavlik hasta por tres semanas. Las secuelas en estos casos son muy escasas. (13)

Fracturas en niños entre 18 meses y 4 años:

En este grupo de edad también se consideran como primera opción de tratamiento los métodos conservadores; la tracción de Hamilton-Russell junto con la espica de yeso o una combinación entre ambas técnicas. La tracción esquelética tiene la ventaja de controlar la rotación previniendo así la deformidad en rotación externa que puede ocurrir con la tracción de la piel. Para la tracción se recomienda 0,5 kg de peso por año de edad asociado a una semana de tracción por cada año.(12)

Fracturas en niños entre 4 y 12 años

En este grupo de edad, el tratamiento de tipo quirúrgico es el más recomendado. A continuación se describen las opciones tanto quirúrgicas como no quirúrgicas.

Tracción y espica de yeso

Por lo general, este tratamiento se utiliza de manera temporal, antes de la aplicación de la espica de yeso. La tracción esquelética debe evitarse, especialmente en la tibia proximal, debido al riesgo de lesión de la placa de crecimiento. Según Anglen (3), algunos estudios han demostrado que la aplicación de la espica de yeso inmediata, para el tratamiento de la fractura de la diáfisis femoral, puede proporcionar excelentes resultados en los niños de hasta 12 años de edad.

El estudio publicado por Sela, donde describió que la espica de yeso es un método eficaz y seguro para el tratamiento de las fracturas de diáfisis femoral en niños. Se reportó una tasa de unión de 100%, con una tasa de 92,7% de longitud normal de la extremidad y una tasa libre de complicaciones en un 85,4%. Dentro de las complicaciones se describen dermatitis de contacto y remanipulación por pérdida de la reducción.(19)

Fijación Externa

El uso de la fijación externa en fracturas de la diáfisis femoral se inició desde 1970. Está indicada para la fijación de las fracturas abiertas y fracturas asociadas con quemaduras u otras lesiones de los tejidos blandos. Posteriormente, se extendió su uso para el tratamiento de fracturas cerradas de diáfisis femoral.(12)

Como grandes ventajas se describen su fácil colocación, la posibilidad de retiro sin anestesia y en el niño mayor, la rápida incorporación a sus actividades escolares. Dentro de las desventajas están el aumento de la tasa de refractura al no lograr la consolidación esperada, después del retiro del fijador externo y el tiempo prolongado que implica la consolidación de la misma. Algunos autores

recomiendan dejar los fijadores externos por un tiempo no inferior de 10 a 12 semanas hasta que haya una adecuada consolidación, y de ésta manera disminuir la posibilidad de refractura. Otra complicación asociada al uso de fijadores externos es la infección de los trayectos de los clavos y la rigidez articular a nivel de la rodilla. Esta técnica no se recomienda para el tratamiento de fracturas proximales o del tercio distal porque las placas de crecimiento limitan el espacio disponible para la colocación de los clavos.(3,12)

Fijación con Placa

Esta técnica fue introducida a principios de 1990. Las ventajas de la fijación con placa son su colocación sin el uso de fluoroscopia, posibilidad de aplicar ésta técnica en fracturas de diáfisis proximal de difícil manejo con clavos elásticos endomedulares y la posibilidad de proporcionar una mayor estabilidad a la fractura. Como desventajas se describen la manipulación y lesión de músculo así como la desvascularización del hueso para su fijación, su retiro implica un nuevo procedimiento incrementando el riesgo de infección a su vez que los orificios residuales de los tornillos se consideran un riesgo importante relacionado con refractura. (20)

Recientemente, ha habido una tendencia al uso de esta técnica de osteosíntesis pero mínimamente invasiva. Este procedimiento tiene las ventajas de reducir la cicatriz conservando más los tejidos blandos, pero corre el riesgo de no realizar una fijación anatómica de la fractura. Adicionalmente se ha informado la presencia de discrepancia de longitud de la extremidad después de la fijación con placa. Su uso está indicado para el manejo de fracturas que no son susceptibles de manejo con clavos elásticos endomedulares o fijación externa. (12)

Clavo elástico endomedular

Los clavos flexibles o elásticos actúan, como una férula interna generando soporte elástico interno concentrando las fuerzas alrededor de la fractura evitando su desplazamiento actuando como dispositivo de reducción. Se pueden utilizar en la mayoría de las fracturas femorales incluyendo

lesiones inestables, teniendo en cuenta las precauciones definidas para ésta técnica. Comparado con la espica, este tratamiento logra disminuir la estancia hospitalaria y el tiempo de inmovilización.(13)

Esta técnica, en la cual se utiliza un dispositivo que permite fijar la fractura no es nueva; a mediados del siglo XIX ya se utilizaban una especie de “pasadores de marfil” que cumplían una función parecida a lo que hoy hace el clavo endomedular. Posteriormente fueron introducidos implantes metálicos, generalmente rígidos, aunque los más flexibles se introdujeron en la década de 1930.(21)

Las indicaciones más importantes para el tratamiento con clavos elásticos son las fracturas diafisarias del fémur y el antebrazo. Las fracturas de la metáfisis, o de la zona de transición entre la metáfisis y diáfisis son de mayor complejidad y de difícil manejo con ésta técnica, pero pueden ser corregidas con éste tipo de procedimiento. (12) También se recomienda su uso en fracturas oblicuas transversales y cortas. Es importante mencionar que todos los tipos de fracturas se pueden estabilizar de manera eficiente con clavos elásticos endomedulares, si se cuenta con la experiencia adecuada. (5)

Dentro de las ventajas del tratamiento de las fracturas con clavos elásticos están el menor tiempo de hospitalización, lo que le permite al niño la incorporación temprana a las actividades escolares. Adicional a lo anterior, está el hecho que éste procedimiento no compromete el periostio, importante en la resolución de las fracturas, permite micro movimientos en el foco de fractura favoreciendo el proceso de consolidación, permitiendo un proceso de rehabilitación y recuperación más temprano, no requiere de exposición del foco de fractura, al ser mínimamente invasiva, disminuye complicaciones relacionadas con la herida quirúrgica. (12)

Los clavos pueden ser de acero o titanio. Si se utilizan clavos de titanio, se recomienda que tengan un diámetro mayor que el que se usa con los clavos de acero, ya que son más flexibles y se deforman con mayor facilidad. El tamaño de los clavos debe adaptarse al peso, la musculatura del paciente, el diámetro del clavo debe ser un tercio del canal endomedular medido en el istmo femoral en las radiografías. En cuanto a la técnica quirúrgica se debe realizar un premoldeo del clavo que debe ser tres veces el diámetro del canal endomedular lo que permite tener tres puntos de apoyo a nivel del canal endomedular permitiendo resistir fuerzas angulares, rotacionales y compresivas, en virtud a su capacidad elástica esto le confiere una adecuada estabilidad al constructo. La incisión se realiza de dos a tres centímetros en la piel a nivel medial y lateral, el punto de entrada se ubica dos centímetros por encima de la fisis a nivel de la metáfisis distal del fémur, se debe introducir el primer clavo en el lado

donde los fragmentos se superponen avanzándolo hasta el foco de fractura con la punta del clavo en dirección a la cortical del punto de entrada, a continuación se realizan maniobras de reducción cerrada manuales avanzando el clavo hasta el fragmento proximal, acto seguido se introduce el segundo clavo de manera similar al primero, avanzando ambos clavos de manera que converjan en la metafisis proximal del fémur. Todo el procedimiento es guiado con fluoroscopio, verificando que los pasos del procedimiento y la reducción de la fractura se realicen de forma correcta.(5,22)

Se podría utilizar esta técnica en casos especiales como enfermedades neuromusculares o fragilidad ósea, permitiendo disminuir el período de inmovilización. También está indicado en politraumatismos, fracturas múltiples, trauma craneoencefálico y otras condiciones que requieran cuidados intensivos, facilitando los cuidados de enfermería y movilización del paciente. Otra ventaja de el clavo endomedular elástico es ser un método biológico de tratamiento, ya que respeta el foco de fractura, mantiene indemne el periostio, favoreciendo así la formación y calidad del callo óseo permitiendo la consolidación de la fractura de una forma más oportuna, por otra parte disminuye el costo por el acortamiento de la duración de la estancia hospitalaria y la atención postoperatoria. (5)

Se han publicado varias estudios donde muestran excelentes y buenos resultados en el manejo de las fracturas diafisarias de fémur en niños y adolescentes utilizando clavos elásticos endomedulares, mostrando pocas complicaciones con el uso de ésta técnica, en el siguiente apartado se describirán los principales estudios publicados en la literatura mundial y nacional relacionados con éste método de tratamiento.

Ligier, Metaizeau y colaboradores, fueron los pioneros en describir y publicar los resultados de la técnica en Nancy, Francia. En 1988 publicaron una serie de 118 pacientes con fracturas diafisarias de fémur a diferentes niveles de la diáfisis femoral tratados con clavos elásticos endomedulares. Ningún paciente presentó una complicación en el posoperatorio inmediato. Solamente 62 pacientes tuvieron seguimiento a largo plazo, en ningún paciente se observó alguna limitación funcional ni alteraciones de la marcha, el promedio de discrepancia de longitud fue de 1.2 mm, lo cual es funcional en el paciente, ningún paciente presentó angulación mayor a diez grados en los planos coronal y sagital, solamente un paciente desarrolló alteración rotacional. Estos resultados permitieron mostrar las ventajas de ser una técnica con incisiones mínimas con poco sangrado, que respeta el foco de fractura favoreciendo una

consolidación rápida, rehabilitación temprana y disminución de la estancia hospitalaria (25.5 a 7.5 días).(23)

Al ser una técnica poco diseminada en los Estados Unidos y con poca experiencia entre los cirujanos, Flynn en el 2001, realizó un estudio multicentrico con el fin de evaluar y mostrar los resultados de ésta técnica. Un total de 58 casos distribuidos en cuatro centros en donde se recolectaron datos demográficos, mecanismo de trauma y tipo de fractura, lesiones asociadas, uso de inmovilización posoperatoria, tiempo de descarga con y sin muletas, tiempo de retiro de los clavos y complicaciones. Se evaluó el arco de movilidad de la rodilla, la discrepancia de longitud de las extremidades, el alineamiento y la deformidad rotacional de las extremidades, signos de irritación en el punto de entrada del clavo, formación de callo óseo, migración del material de osteosíntesis. Dentro de los resultados se encontró seis fracturas que consolidaron con más de cinco grados de angulación, dos pacientes presentaron disimetría rotacional de 15° pero sin pérdida del alineamiento rotacional en el período posoperatorio, cuatro pacientes presentaron irritación en el punto de entrada de los clavos, de los cuales dos progresaron a infección profunda sin ninguna complicación posterior, un paciente presentó refractura ulterior al retiro de los clavos a quien se realizó una revisión con la misma técnica sin complicaciones, en un paciente se observó migración del material de osteosíntesis. En éste trabajo se desarrolló una tabla de puntuación para clasificar los resultados obtenidos del manejo con clavos elásticos endomedulares (ver tabla 1) 39 pacientes se catalogaron como excelentes, 18 pacientes como resultados satisfactorios y tan solo un paciente presentó un resultado pobre. Finalmente se concluye que los clavos elásticos endomedulares es un método ideal para el manejo de las fracturas diafisarias del fémur en pediatría, siendo un método simple ya que mantiene alineada la fractura, permite la carga temprana, son fisiológicos puesto que estimulan la consolidación y remodelación de la fractura de manera más rápida, respeta la fisis y no compromete la irrigación de la cabeza femoral obteniendo buenos resultados con complicaciones menores comparada con otros métodos para el manejo de éstas fracturas. (4)

Tabla 1 *Tabla de puntuación de Flynn*

	Resultado excelente	Resultado satisfactorio	Resultado pobre
Discrepancia de longitud	< 1 cm	< 2 cm	> 2 cm
Malalineamiento	5 grados	10 grados	> 10 grados
Dolor	No	No	Presente
Complicaciones	No	Menor y resolvió	Mayor y/o morbilidad prolongada
Resultado de pacientes (n=58)	39	18	1

*Tomado de: 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

Posteriormente Moroz y colaboradores (18), realizaron un estudio multicéntrico el cual involucraba cinco instituciones en Estados Unidos y una en Francia, buscando establecer los predictores de complicaciones y malos resultados del manejo de las fracturas diafisarias de fémur en niños con clavos elásticos endomedulares. Las complicaciones se clasificaron como leves cuando resolvían sin necesidad de un procedimiento adicional o no presentaban ninguna morbilidad a largo plazo y mayores cuando requerían de un procedimiento adicional o presentaban alguna morbilidad (ver tabla 2). El estudio comprendió un total de 230 fracturas, de las cuales obtuvo un resultado excelente en 150 fracturas, satisfactorio 57 y pobre 23. En cuanto a las complicaciones se evidenció que las mayores se presentan en el período postoperatorio en el 17.5% de los casos, las menores en el 30% de los casos y en su mayoría por irritación en el punto de entrada del clavo por prominencia de éste. Otro problema evidenciado fue la angulación que excedía los parámetros considerados aceptables, presentándose en el 18 % de las fracturas del tercio distal de la diáfisis y en el 9% en los trazos transversos y del tercio proximal. Son factores predictores fuertes la edad mayor a 11 años y peso mayor a 49 kg para presentar una complicación y un resultado pobre con esta técnica, sin embargo en la mayoría de los pacientes los resultados son excelentes y satisfactorios. (4)

Tabla 2 Complicaciones mayores y menores

	Numero de fracturas (% de 234 totales)
Menores	
Dolor en el sitio de inserción	38 (16.2)
Angulación menor al final del seguimiento	10 (4.3)
Dismetría menor al final del seguimiento	10 (4.3)
Reacción inflamatoria debido al clavo	5 (2.1)
Infección superficial en el sitio de inserción del clavo	4 (1.7)
Retardo en la consolidación (no signos de callo óseo después de 6 semanas o callo circunferencial después 6 meses)	2 (0.9)
Perdida de movilización de la rodilla (pero de 10° a 110°) mas de 2 meses después del retiro	2 (0.9)
Total	71 (30.4)
Mayores	
Angulaciones que exceda los parámetros estándar al final del seguimiento	18 (7.7)
Perdida de reducción (entre fijación y retirada) que requiera nueva reducción o cirugía	9 (3.8)
Cirugía para revisar la colocación de los clavos	6 (2.6)
Discrepancia de longitud que exceda los valores estándar al final del seguimiento	5 (2.1)
Infección profunda	2 (0.9)
Hematoma que requiera cirugía	1 (0.4)
Daño neurológico después de la cirugía	0 (0)
Retardo en la consolidación o no unión que requiera revisión.	0 (0)
Total	41 (17.5)

*Tomado de: Moroz LA, Launay F, Kocher MS, Newton PO, Frick SL, Sponseller PD, et al. Titanium elastic nailing of fractures of the femur in children. Predictors of complications and poor outcome

También hay que tener en cuenta lo hallazgos mostrados en el estudio realizado por Brousil y colaboradores, (13) quienes describen en su revisión como pobres resultados relacionados con el uso de clavos elásticos endomedulares la pérdida de la alineación y retardo de consolidación en adolescentes o pacientes de más de 49 kg, al igual que en fracturas complejas, las cuales presentan mayor riesgo de acortamiento en comparación con las fracturas simples o menos complejas, tratadas con esta técnica.

Lohiya y colaboradores, (6) publicaron en el 2011 una serie de 73 casos manejados con clavos elásticos endomedulares y de acuerdo con los criterios de Flynn observaron 59 casos con resultados excelentes, diez satisfactorios y cuatro fueron catalogados como pobres. Los pacientes presentaron complicaciones menores dentro de las cuales la más frecuente fue la discrepancia de longitud en 13 pacientes menor a un centímetro, que no implicaba ninguna limitación funcional, seguido de irritación en la punta del clavo en el sitio de inserción en cinco pacientes, la cual resolvió una vez se retiró el material de osteosíntesis. Concluyendo que ésta técnica permite tener resultados excelentes y satisfactorios con complicaciones menores.

En Colombia (24) son escasos los trabajos publicados en nuestro medio, dentro de los cuales se encuentra un estudio realizado por Toro y colaboradores en donde muestra la experiencia que tienen con esta técnica en Medellín en el hospital San Vicente de Paúl. Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal y prospectivo con una muestra de 70 pacientes manejados con clavos elásticos endomedulares. Todas las fracturas consolidaron, sin ningún caso de retardo en la consolidación ni no unión. La complicación que presentaron estos pacientes fue la irritación de la piel en el punto de entrada de los clavos (cuatro pacientes) que fueron reintervenidos sin ninguna complicación posterior. Dentro de las ventajas de éste método adicionales a las mencionadas previamente destacan la disminución de la estancia hospitalaria, facilidad de aprendizaje de la técnica realizada por los cirujanos que participaron en el estudio.

Otro estudio publicado en la literatura nacional fue realizado por Covo en el 2004 (25), en donde compara la fijación de las fracturas diafisarias de fémur en niños con clavos elásticos endomedulares y fijadores externos. Realizó un estudio descriptivo comparativo tipo serie de casos con una muestra de 15 fracturas comparando sus resultados con otra publicación previa de ese mismo centro en el cual se manejó el mismo tipo de fractura en diez casos tratados con fijadores externos. Observaron que la movilidad articular de la rodilla se encuentra preservada en los pacientes manejados con clavos elásticos mientras que los pacientes manejados con fijadores externos se encuentra disminuida, son más propensos a deformidades rotacionales sin que repercuta en su funcionalidad los pacientes que son tratados con fijadores externos, la consolidación de la fractura es más rápida en los pacientes manejados con clavos elásticos endomedulares, todos los pacientes manejados con fijadores externos presentaron infección en los trayectos de los clavos mientras que los pacientes con clavos elásticos endomedulares no presentaron infección. Finalmente concluyen que el método de primera elección

para el manejo de las fracturas de fémur en pacientes de cinco a 13 años son los clavos elásticos endomedulares.

5. Objetivos

5.1. Objetivos generales

Evaluar y describir los resultados clínicos y radiológicos en el postoperatorio a corto plazo de los pacientes con fracturas diafisarias de fémur manejados con clavos elásticos endomedulares en pacientes menores de 15 años en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt (IOIR), durante el período comprendido entre los años 2008 y 2013.

5.2. Objetivos específicos

- Caracterizar demográficamente la población de pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico de fractura de fémur con clavos elásticos endomedulares en el instituto de ortopedia infantil Roosevelt, durante el período comprendido entre los años 2008 y 2013.
- Establecer los hallazgos clínicos en el posoperatorio de los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico con clavos elásticos endomedulares.
- Determinar los hallazgos radiológicos en el posoperatorio de los pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico con clavos elásticos endomedulares, a través de mediciones radiológicas (dismetría, deformidades angulares)
- Describir las complicaciones menores y mayores en el postoperatorio asociadas al procedimiento.

6. Metodología

6.1. Tipo de investigación

Se realizó un estudio observacional descriptivo, tipo serie de casos, donde se analizó una cohorte de pacientes con diagnóstico de fractura diafisaria de fémur mediante recolección de información a través de la revisión de historias clínicas y registros imagenológicos en pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico con clavos elásticos endomedulares.

El estudio se desarrolló en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt en tres fases, ver figura 1.



Figura 1 Fases del estudio

Como se indica en la fase I se obtuvo la base de datos de pacientes atendidos en el IOIR, a través del grupo del área de calidad y los grupos relacionados de diagnóstico (GRD), durante el período comprendido entre Enero de 2008 hasta Diciembre de 2013, para verificar el cumplimiento de los criterios de selección. En la Fase II se verificó y cruzó la información obtenida de la historia clínica con los registros de los procedimientos quirúrgicos realizados en el instituto. El investigador se encargó de la recolección de la información y estructurará la base de datos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente, en la Fase III, se analizó la base de datos y se realizó el análisis estadístico con el fin de establecer los resultados y poder emitir una conclusión con el presente estudio. Se realizará divulgación de la información en la revista de la sociedad colombiana de ortopedia y traumatología.

6.2.Población

El universo comprendió los pacientes menores de 15 años, con diagnóstico de fractura diafisiaria de fémur, a quienes se les realizó tratamiento quirúrgico en el servicio de ortopedia del instituto de ortopedia infantil Roosevelt, durante el período comprendido entre los años 2008 y 2013.

Tamaño de la muestra y muestreo

Se realizó muestreo por conveniencia incluyendo a todos los pacientes operados en el IOIR que cumplieran con los criterios de selección.

6.3.Criterios de selección.

Criterio de inclusión.

- Diagnóstico principal de fractura diafisiaria de fémur.
- Tratamiento quirúrgico realizado en el IOIR con clavos elásticos endomedulares entre Enero de 2008 y Diciembre de 2013.
- Edad comprendida entre 5 y 15 años.

Criterio de exclusión.

- Antecedentes de fracturas patológicas, fracturas bilaterales, fractura ipsilateral de tibia.
- Presencia de enfermedades metabólicas o neuromusculares.
- Fractura asociada a lesión vascular.
- Registros incompletos de la historia clínica.

6.4.Operacionalización de variables

Nombre de la variable	Definición conceptual de la variable	Definición operacional de la variable	Naturaleza de la variable	Escala de medición la variable.	Escala operacional
Edad	Duración de la existencia de un individuo medida en unidades de tiempo.	Edad cronológica en años cumplidos al momento de la hospitalización	Cuantitativa	De Razón	Edad cumplida en años
Genero	Caracterización de la persona de acuerdo a sus características sexuales secundarias	Sexo Masculino Femenino	Cualitativa	Nominal Binomial	1 = Masculino 2 = Femenino
Lateralidad	Localización del lado izquierdo o del derecho del sitio de la lesión.	Derecho Izquierdo	Cualitativa	Nominal	1= Derecho 2= Izquierdo
Mecanismo de trauma	Proceso mediante el cual se produjo daño infligido al cuerpo como resultado directo o indirecto de una fuerza externa.	Baja energía (caídas de su propia altura, traumas contundentes, lesiones no presenciadas) Alta energía (caídas > 0.5 metros, accidentes de tránsito)	Cualitativa	Nominal Binomia	1= Baja energía 2= Alta energía
Tipo de fractura	Perdida de solución de continuidad de un hueso. Fractura de fémur	Característica del trazo de fractura, transversa, oblicua, espiroidea, segmentaria	Cualitativa	Multinomial	1= Transversa 2= Oblicua 3= Espiroidea 4= Segmentaria
Localización de la Fractura	Lugar de la diáfisis femoral donde se ubica el trazo de fractura	Lugar de ubicación donde ocurre la fractura en la diáfisis del fémur, tercio proximal, tercio medio y tercio distal	Cualitativa	Multinominal	1= Tercio proximal 2= Tercio medio 3= Tercio distal 4= Segmentaria

Tipo de reducción	Manejo quirúrgico con reducción abierta o reducción cerrada de la fractura.	Método de reducción de la fractura, abierta manipulación quirúrgica del foco de fractura, cerrada reducción indirecta de la fractura mediante maniobras	Cualitativa	Nominal Binomia	1=Cerrada 2=Abierta
Diámetro clavos	Diámetro del material de osteosíntesis utilizado para fijar los fragmentos de los huesos fracturados.	Medidas estándar del material de osteosíntesis medida en mm, tamaños de 2.5, 3, 3.5, 4	Cuantitativa	Continua	Valor en mm
Diámetro de fémur	Diámetro istmo femoral	Medida radiológica en mm del canal endomedular en su porción mas estrecha	Cuantitativa	Continua	Valor en mm
Inmovilización postoperatoria	Uso de dispositivos para restringir el movimiento y sostener una fractura en una posición	Tipo de inmovilización utilizado en el posoperatorio, yeso cerrado, férula posterior, vendaje bultoso	Cualitativa	Multinomial	1= Yeso cerrado 2= Férula posterior 3= Vendaje bultoso
Descarga de peso asistida y no asistida	Uso de dispositivo para inicio de descarga de peso con uso de soporte externo	Número de días en el cual realizo descarga de peso con soporte externo	Cuantitativa	Continua	Valor en días
Descarga de peso no asistida	Inicio de descarga de peso sin uso de soporte externo	Número de días en el cual realizo descarga de peso sin ayudas externas	Cuantitativa	Continua	Valor en días
Tiempo retiro material de osteosíntesis	Meses para retiro de material de osteosíntesis en el fémur.	Numero de meses transcurridos con el dispositivo hasta su extracción quirúrgica	Cuantitativa	Continua	Valor en meses

Complicaciones en el retiro del material de osteosíntesis	Complicaciones presentadas en el momento del retiro de material de osteosíntesis	Complicaciones relacionadas con el retiro de material de osteosíntesis, refractura, fractura del material, ninguna	Cualitativa	Nominal Binomial	1= Refractura 2= Fractura del material 3= Ninguna
Longitud miembros inferiores	Discrepancia de longitud medida en milímetros en la radiografía ap de fémur en el posoperatorio en la extremidad fracturada y la sana	Medida longitudinal en mm desde la punta del trocánter mayor hasta el cóndilo femoral medial	Cuantitativa	Continua	Valor en mm
Mal rotación extremidades	Grados de anteversión femoral medidos clínicamente extremidad enferma y sana	Medida en grados con el paciente en decúbito prono evaluando los grados de rotación interna y externa y su diferencia nos da el valor de anteversión femoral	Cuantitativa	Continua	Valor en grados
Mal alineamiento plano sagital	Grados de angulación medidos en la radiografía lateral del fémur en la extremidad fracturada y sana	Medida radiológica en grados con el eje anatómico del fémur	Cuantitativa	Continua	Valor en grados
Mal alineamiento plano coronal	Grados de angulación medidos con el eje anatómico en radiografía ap del fémur en la extremidad fracturada y sana	Medida radiológica en grados con el eje anatómico del fémur	Cuantitativa	Continua	Valor en grados
Punta de clavo	Signos de irritación o de proceso infeccioso en la región donde se ubica la punta de los clavos en fémur distal	Presencia o no de irritación, infección superficial o osteomielitis el punto de entrada de los clavos	Cualitativa	Multinomial	1 = Ninguna 2 = Irritación 3 = Infección superficial 4 = Osteomielitis
Consolidación	Restauración fisiológica del tejido y función óseos después de una fractura. Incluye la formación del callo óseo y su reemplazo normal por tejido óseo	Evidencia radiográfica de consolidación de la fractura	Cualitativa	Nominal Binomial	1=No 2= Si

Cambio de técnica	Cambio de punto de inserción del clavo vía anterógrada	Evidencia radiográfica del punto de inserción del clavo vía retrograda o anterógrada	Cualitativa	Nominal	1= Retrograda 2= Anterógrada
Seguimiento	Periodo de cronológico de tiempo en el cual se realizó controles postoperatorios al paciente	Numero de meses transcurridos después de la cirugía	Cuantitativa	Continua	Valor en Meses
Otras lesiones asociadas	Otros traumatismos o daños físicos que ocurren simultáneamente en cualquier parte del cuerpo	Presencia o no de otras lesiones concomitantes con la fractura	Cualitativa	Nominal Binomial	1= No 2=Si

6.5.Recolección de datos

La información se recolectó a través de la revisión de los registros de las historias clínicas de los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión. Para lo anterior, se diseñó un formato de recolección de información en una hoja de cálculo de Microsoft Excel que permitió capturar las particularidades de las lesiones, mecanismos de trauma, así como las características del procedimiento, junto con las mediciones clínicas y radiológicas. La información electrónica y el instrumento para la recolección de datos, se archivaron de forma segura por el equipo investigador, en formato electrónico y físico.

6.6.Métodos para el control de calidad de los datos ver tabla 3

Tabla 3 Calidad del dato, control de sesgos y error

Sesgos	Descripción	Forma de control
Información	Información incompleta	Se eliminarán de la muestra aquellos sujetos cuya información no sea completa o consistente
Selección	Selección de pacientes con diagnóstico o procedimiento diferente	Se seleccionaron pacientes intervenidos en una misma institución bajo un mismo programa de seguridad clínica.
Errores	Descripción	Forma de control
Observador	Deficiencias al momento de diligenciar la base de datos con la información correspondiente	Capacitación de los investigadores que realizarán la recolección de datos para el manejo de la base de datos de recolección de la información

6.7. Análisis

La base de datos se llevó en Microsoft EXCEL® versión 2010, se utilizó SPSS versión 22.0 programa para análisis epidemiológico de datos. Se realizó análisis estadísticos descriptivos para obtener medidas de tendencia central y dispersión, en el caso de las variables numéricas promedios y para las variables categóricas porcentajes.

Para las variables cuantitativas se realizaron medias y desviaciones estándar, así como frecuencias y proporciones para las variables cualitativas. Para las variables con distribución normal (según prueba de Shapiro-Wilks) se realizaron comparaciones utilizando prueba T-student para muestras pareadas; para aquellas con distribución no normal se realizaron pruebas no paramétricas rangos de Wilcoxon.

6.8. Aspectos éticos y legales

Para éste estudio se tuvieron en cuenta las diferentes normas tanto nacionales e internacionales que rigen las investigaciones en seres humanos, especialmente los dados en la Declaración de Helsinki así como la normatividad relacionada en la legislación Colombiana vigente de acuerdo a la Resolución No 008430 de 1993.

Se considera una investigación sin riesgo y confidencialidad de los datos obtenidos, de acuerdo a la clasificación de Resolución No 008430 de 1993 del Ministerio de salud:

Art. 11. Investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación mencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre las que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

Se garantizará los aspectos éticos de la investigación siguiendo los principios básicos de la autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia. Al ser un estudio sin riesgo, en donde la identidad de las personas no se toma en cuenta y por tanto no es necesario obtener

consentimiento informado (parágrafo primero del artículo 16; capítulo 1; título III; de la resolución No 008430).

El Instituto Roosevelt aportó los pacientes e información para la estructuración de la base de datos, así como las instalaciones y recursos técnicos requeridos durante el estudio, asumió los costos referentes al análisis de los datos, la publicación y divulgación de la información.

Los resultados del estudio se publicarán como evidencia científica respetando la integridad del paciente manteniendo la información anónima. Los datos se almacenaron de manera segura acorde con las consideraciones éticas de la base de datos de salud y cumpliendo los principios que se estipulan en la declaración de Helsinki con respecto al acceso de la información de los pacientes, confidencialidad, información anónima, integridad de la información, documentación, administración y políticas.

Beneficio para el sujeto estudio: La información será utilizada para adoptar medidas de gestión médica, mejorando los procesos de atención y favoreciendo de manera indirecta al sujeto estudio y la comunidad.

Riesgos para el sujeto estudio: No existe riesgo para el sujeto estudio.

Beneficio para los investigadores: Los investigadores y colaboradores en el estudio, serán incluidos como autores o en la selección de agradecimientos en el documento final. Se hará reconocimiento del IOIR y la Universidad del Rosario en el producto final.

No existe conflicto de interés para los investigadores con relación a los resultados del estudio.

El estudio fue presentado en el comité de ética del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, cumpliendo con todos los aspectos metodológicos y éticos pertinentes. No se realizó la recolección de los datos sin previa autorización.

7. Cronograma

#	ACTIVIDAD	DETALLE DE ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DURACION EN MESES										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Revisión de información	Revisión bibliográfica y consultar base de datos.	Grupo de Investigación											
2	Producción de anteproyecto	Elaboración de proyecto,	Grupo de Investigación											
		Asignación de asesores												
		Obtención de permisos ante comité de ética												
3	Captura de datos	Revisión de historias clínicas	Grupo de Investigación											
4	Análisis y Resultados	Registro de la información a la de base de datos	Grupo de Investigación											
		Aplicación de herramientas estadísticas descritas para el desarrollo del análisis epidemiológico.												
		Descripción de resultados, elaboración de discusión.												
5	Presentación de Proyecto y Resultados	Presentación de proyecto y resultados ante cuerpo docente	Grupo de Investigación.											
		Ajustes y consideraciones finales												
		Entrega y presentación de informe final		Total de 9 meses										

8. Presupuesto

DESCRIPCION	VALOR EN PESOS
1. Materiales	
<i>1.1 Gastos por impresión</i>	100.000
<i>1.2 Gastos de presentación</i>	100.000
2. Recurso humano	
<i>2.1 Análisis estadístico</i>	2.000.000
<i>2.2 Digitación y transcripción de datos</i>	300.000
3. Gastos Generales	
<i>3.1 transporte</i>	300.000
<i>3.2 insumos y otros gastos</i>	200.000
TOTAL	3.000.000

9. Resultados

Se reportaron un total de 144 casos durante el período comprendido entre enero de 2008 a diciembre de 2013 con diagnóstico de fractura diafisiaria de fémur, de los cuales 114 correspondieron a fracturas patológicas secundarias a enfermedades neuromusculares, osteogénesis imperfecta, enfermedades metabólicas, tumores óseos y osteomielitis. De los 30 restantes, 12 pacientes fueron tratados con placa, dos con clavos rígidos anterógrados y 16 fueron operados a través del uso de clavos elásticos endomedulares cumpliendo con todos los criterios de selección. Finalmente en tres de los 16 casos seleccionados la información clínica y radiológica fue insuficiente para realizar un adecuado seguimiento y determinar el resultado por lo que se decidió excluirlos del estudio.

Caracterización demográfica

El promedio de edad observado fue de 8,2 años, con un mínimo de cinco y un máximo de $15 \pm 2,86$ años. Del total de pacientes intervenidos, diez correspondieron al sexo masculino, para una relación hombre mujer de 3: 1, con un seguimiento de $12.5 \pm 2,82$ meses.

Caracterización de la lesión

De los 13 procedimientos realizados en los pacientes, se observó que el principal mecanismo de trauma correspondieron a mecanismos de baja energía, representando el 69% de los casos ($n= 9$). Así mismo, la principal localización del lado comprometido afectó la lateralidad izquierda en ocho casos (61%). Por otra parte, en 12 de los casos (92%) no se observaron otros traumatismos o lesiones asociadas ocurridos simultáneamente, el único caso fue un paciente con trauma craneoencefálico concomitante. En cuanto al tipo de fractura, se observó que siete casos (53.8%) pertenecieron a fracturas transversas y tres casos (23%) presentaron fracturas oblicuas y espiroideas respectivamente. Finalmente en cuanto a la localización de la fractura se observó que la mayoría de los casos correspondieron a fracturas del tercio medio con seis casos (46%), seguido de localización en el tercio proximal con cinco casos (38%) y tercio distal con dos casos (15%). Tabla 4.

Tabla 4 Información demográfica y Caracterización de la lesión en los pacientes tratados en IOIR

Variable	Clavos elásticos endomedulares (n=13)	
	Información demográfica y Caracterización de la lesión	
	n	%
Sexo		
Femenino	3	23,10%
Masculino	10	76,90%
Lesiones asociadas		
Si	1	7,70%
No	12	92,30%
Lateralidad de la fractura		
Derecha	5	38,50%
Izquierda	8	61,50%
Mecanismo de trauma		
Baja energía	9	69,20%
Alta energía	4	30,80%
Tipo de fractura		
Trasverso	7	53,8%
Oblicuo	3	23%
Espiroideo	3	23%
Localización de la fractura		
Tercio proximal	5	38%
Tercio medio	6	46%
Tercio distal	2	15%

Procedimiento.

Particularmente, los diámetros de los clavos utilizados en el procedimiento fueron en su mayoría de 2,5 y 4 mm en cuatro pacientes respectivamente.

El promedio del diámetro istmo femoral observado fue de $8,54 \pm 1,6$ mm. Por otra parte, la principal inmovilización utilizada fue el vendaje bultoso en 6 pacientes (46%), seguido de la férula posterior en 3 pacientes (23%) y yeso cerrado en 2 pacientes (15%), solamente dos pacientes no requirieron ningún tipo de inmovilización. En cuanto al tipo de reducción se realizó cerrada en nueve pacientes (69%) y abierta en cuatro pacientes (31%) secundario a interposición de partes blandas (tejido muscular, periostio). Dos pacientes requirieron el cambio de técnica tomando como punto de inserción del clavo la vía anterógrada a nivel proximal del fémur. Tabla 5.

Tabla 5 Características del Procedimiento realizado en los pacientes tratados en IOIR

Información del procedimiento		
Tipo de reducción,	n	%
Cerrada	9	69,20%
Abierta	4	30,80%
Diámetro del clavo (mm)		
2,5	4	30,80%
3	2	15,40%
3,5	3	23,10%
4	4	30,80%
Cambio de técnica		
Si	2	15,40%
No	11	84,60%
Tipo de inmovilización		
Ninguno	2	15,40%
Yeso cerrado	2	15,40%
Férula posterior	3	23,10%
Vendaje bultoso	6	46,20%

Evaluación Clínica postoperatoria

El seguimiento clínico postoperatorio incluyó la cuantificación del tiempo de descarga de peso, definido como el número de días para inicio de descarga con o sin uso de soporte externo, dado por el uso de dispositivos de asistencia, observando un promedio de 49 ± 44 días en los casos que se inició descarga utilizando muletas y 103 ± 75 días sin uso de soportes externos una vez consolidó la fractura. En cuanto al tiempo de retiro del material, al momento de la recolección de los datos solamente a nueve pacientes se les realizó éste procedimiento evidenciando un promedio de $11 \pm 2,5$ meses previos al retiro, sin presentar ningún tipo de complicaciones generadas al momento de la extracción del material de osteosíntesis.

Para la evaluación de la anteversión femoral se valoraron las rotaciones de la cadera interna y externa en cada extremidad en decúbito prono, su diferencia generó el valor de la anteversión femoral medida en grados, contemplando un promedio de 17 ± 7.54 grados de rotación simétrica en el caso de la extremidad fracturada, en comparación con 27 ± 3.88 grados de rotación en el miembro sano.

En relación con el punto de inserción de los clavos y el contacto de éste con la piel durante la evaluación postoperatoria, se evidenció irritación en la región donde se ubica la punta de clavo en seis casos (46%). No se reportaron casos de osteomielitis o infección localizada. Sólo en un caso se observó no unión de la fractura. Tabla 6.

Tabla 6 Evaluación Clínica Postoperatoria de los pacientes tratados en IOIR

	Evaluación Clínica Postoperatoria	
	X	DE
Descarga de peso con muletas (días)	49,31	± 44,91
Descarga de peso sin muletas (días)	103,38	± 75,22
Tiempo retiro de material (meses)	11,5	± 2,56
AVF miembro fracturado (grados),	17,38	± 7,54
AVF miembro sano (grados),	27,54	± 3,88

Evaluación Radiológica

La evaluación radiológica se realizó mediante el seguimiento radiográfico de cada caso, valorando el resultado una vez exista consolidación de la fractura evidenciada en las imágenes. En cuanto a la longitud de la extremidad, se observó una media de 340,69±14,72 mm para la extremidad comprometida y de 341,54±7,67 mm en el miembro sano. En las diferentes mediciones angulares, se realizó la medición en el plano coronal y sagital del eje anatómico del fémur medido en grados de angulación en los controles post operatorios una vez consolidada la fractura, observando una media de angulación de 3,46±1,60 grados en la extremidad fracturada en el plano coronal y de 11,69±6,22 grados en el plano sagital respectivamente. En el 92% (n=12) de los pacientes hubo consolidación de la fractura. Solamente en un caso presentó no unión de la fractura. Tabla 7.

Tabla 7 Evaluación Radiológica de los pacientes tratados en IOIR

Evaluación Radiológica		
	X	DE
Discrepancia de longitud (mm)		
Miembro fracturado	340,69	± 53,10
Miembro sano	341,54	± 59,80
Mal-alineamiento coronal en rx (grados),	3,46	± 2,06
Mal-alineamiento sagital en rx (grados)	11,69	± 6,22

Análisis bivariado

El análisis finalizó con la comparación de la longitud de la extremidad, la angulación en los planos coronal y sagital y la rotación de la extremidad fracturada contra el miembro sano del paciente, mediante la prueba de Shapiro-Wilks se identificó que las variables en mención tenían una distribución no normal por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de rangos de Wilcoxon. Tabla 8.

Tabla 8 Comparación mediciones angulares y rotacionales en miembro fracturado y Sano

Variable	Miembro fracturado (n=13)		Miembro sano (n=13)		P
	X (med)	De	x(med)	De	
Anteversión femoral (grados)	17,38 ()	± 7,54	27,54	± 3,98	0,001
Longitud del miembro (mm)	340,69	± 53,10	341,54	± 59,80	0,400
Alineamiento plano coronal en radiografía (grados)	3,46	± 2,06	3,38	± 1,69	0,500
Alineamiento plano sagital en radiografía (grados)	11,69	± 6,22	8,08	± 3,77	0,003

Se encontró que la anteversión femoral del miembro fracturado ($17,38 \pm 7,54$) fue menor que la del miembro sano ($27,54 \pm 3,98$), diferencia estadísticamente significativa ($p= 0.001$, prueba no paramétrica de Wilcoxon). De igual manera, el miembro fracturado presentó mayor angulación en el plano sagital que el miembro sano ($8.08 \pm 3,77$) con una significancia estadística ($p < 0.003$, prueba no paramétrica de Wilcoxon).

Puntuación de Flynn

Los resultados del tratamiento con uso de clavos elásticos endomedulares son basados en el máximo de disimetría observada permitida, la mala alineación, el dolor y las complicaciones. Con base en lo anterior se tomó arbitrariamente la puntuación de Flynn y colaboradores en el año 2001 propuesta para evaluar el desenlace clínico de acuerdo a éstos parámetros, que para el caso particular de ésta investigación, permitieron clasificar a dos casos como resultados excelentes, diez casos como resultados satisfactorios y un solo caso como pobre resultado. Tabla 9.

Tabla 9 Puntuación de Flynn aplicada a los pacientes tratados en IOIR

	Resultado excelente	Resultado satisfactorio	Resultado Pobre
Discrepancia de longitud	< 1 cm	< 2 cm	> 2 cm
Malalineamiento	5 grados	10 grados	> 10 grados
Dolor	No	No	Presente
Complicaciones	No	Menor y resolvió	Mayor y/o morbilidad prolongada
Resultado (n=13)	2	10	1

*Tomado de: 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

Complicaciones

Las complicaciones se clasificaron como menores cuando resolvían sin necesidad de un procedimiento adicional o no presentaban ninguna morbilidad a largo plazo y mayores cuando requerían de un procedimiento adicional o presentaban alguna morbilidad, según lo

postulado por Moroz en el 2006. No obstante decidimos clasificar arbitrariamente nuestras complicaciones, encontrando que la mayoría de complicaciones observadas en nuestros pacientes son menores correspondiendo a irritación de la punta del clavo (n=6), y solamente un paciente presentó una complicación mayor referente a no unión de la fractura.

10. Discusión

Las fracturas de la diáfisis femoral en niños y adolescentes se manejaban mediante métodos ortopédicos, con tracción y posterior colocación de espica de yeso. (6) Desde hace dos décadas se viene implementando el método quirúrgico como tratamiento para éste tipo de fracturas con el fin de evitar las inmovilizaciones prolongadas, el ausentismo escolar y permitir un retorno rápido a su entorno social.(3) Dentro de las alternativas quirúrgicas existentes para éste grupo etario de cinco a 15 años, están descritos el uso de fijadores externos, clavos rígidos, placas y clavos elásticos endomedulares, con sus respectivas ventajas y desventajas según sea el método elegido. (12,19)(26). Por lo que se recolectaron todos los casos manejados con ésta técnica quirúrgica para evaluar la experiencia que ha tenido la institución con el uso de clavos elásticos endomedulares.

Dentro de la población tratada, el sexo masculino fue el más afectado, encontrando una relación hombre mujer de 3:1, lo que concuerda con otros estudios en donde la incidencia de fracturas es mayor en hombres que en mujeres 2.4:1.(14,27) La edad media fue de 8.23 ± 2.86 años, la lateralidad más afectada fue la izquierda en ocho casos (61,5%) con respecto a la derecha en 5 casos (31.5%).

El mecanismo y la severidad del trauma en los grupos de edades entre los cuatro a 12 años y 12 a 14 años están relacionados con traumas en deportes y accidentes de tránsito según lo reporta Heideken y colaboradores en su estudio publicado en el 2011.(14). Éstos resultados se pueden correlacionar con los hallazgos obtenidos, en donde cuatro pacientes presentaron traumas de alta energía (accidentes de tránsito, caídas de más un metro altura) y nueve pacientes presentaron traumas de baja energía (traumas deportivos, caídas desde su propia altura).

En cuanto al tipo de fractura, el trazo más frecuente fue el patrón transversal en siete pacientes, el trazo oblicuo al igual que el trazo espiroideo se presentó en tres pacientes. Ningún paciente exhibió trazo de fractura conminuto. Según sea el tipo de trazo de fractura este puede suministrar información indirecta de la energía del trauma, siendo más sugestivo mecanismos de mayor energía los trazos transversos y conminutos con respecto a trazos

oblicuos y espiroideos correspondiendo a mecanismos rotacionales de menor energía.(15) En cuanto a su localización se encontró que las fracturas del tercio medio fueron las más frecuentes, se presentó en seis pacientes, cinco casos de fracturas a nivel del tercio proximal y solamente dos casos de fractura a nivel del tercio distal de la diáfisis, ningún paciente del estudio presentó fractura segmentarias del fémur.

En cuanto a las lesiones asociadas a las fracturas de fémur en niños, Dodd y colaboradores (15) realizaron un estudio con 197 pacientes en donde describieron las lesiones concomitantes con fracturas diafisiarias de fémur en la población pediátrica, reportando que la mayoría de las lesiones asociadas son fracturas (27.9%), seguido de traumas abdominales (18%), trauma craneoencefálico (14.4%) y lesiones de tejidos blandos (13.5%). En el estudio solamente un paciente presentó lesiones asociadas (7.7%), específicamente trauma craneoencefálico el cual no repercutió en su estado general ni en el manejo de la fractura. Solamente hubo un caso de fractura abierta secundaria a un accidente de tránsito.

Para obtener un buen resultado en el manejo de las fracturas diafisiarias del fémur con clavos elásticos endomedulares es necesario tener una adecuada técnica quirúrgica. Un premoldeo y tensado de los clavos elásticos es fundamental para poder lograr tres puntos de apoyo dentro del canal endomedular y generar la capacidad de resistir las fuerzas angulares, rotacionales y compresivas permitiendo lograr un constructo estable.(5,12) Para la reducción de la fractura generalmente se realiza mediante maniobras cerradas, en el estudio se encontró que nueve de los pacientes manejados mediante esta técnica se redujo la fractura por vía cerrada, mientras que cuatro pacientes se les realizó reducción abierta por interposición de partes blandas (tejido muscular y periostio).

En el manejo posoperatorio de los pacientes tratados con clavos elásticos endomedulares no es mandatorio la inmovilización de los pacientes, sin embargo esta permite tener mejor control del dolor y dependiendo del caso según el tipo y localización del trazo de fractura (tercio proximal, distal, trazos espiroideos y conminutos) puede ser necesaria para evitar posibles desplazamientos y pérdida de la reducción de la fractura.(6) En el presente estudio tres pacientes requirieron inmovilización con yeso por la localización del trazo de fractura (diáfisis tercio proximal), férula posterior en tres pacientes y vendaje bultoso en seis

pacientes como método analgésico, solamente dos pacientes no requirieron ningún tipo de inmovilización.

Contrario a lo descrito en la literatura donde los pacientes inician un apoyo precoz con soporte externo una vez se identifique radiológicamente la formación de callo óseo alrededor de la tercera semana (4,17,23), los pacientes iniciaron el apoyo a las 6.3 semanas y una descarga completa sin uso de ayudas externas a las 14.7 semanas, seis semanas más tarde de lo descrito en la literatura. Éste hallazgo se vio relacionado a problemas administrativos que prolongaron la asignación de controles posoperatorios, que no permiten tener un control postoperatorio ideal en los pacientes.

Ligier y colaboradores (23) , en 1988 reportaron una serie de 123 pacientes tratados con clavos elásticos con tasas de complicaciones bajas, encontrando como complicación más frecuente la irritación y ulceración de la piel en el sitio de entrada de los clavos que ocurrió en 13 pacientes (10.6%) de los cuales en tres pacientes (23%) requirieron reintervención.

Flynn y colaboradores (4), en su serie de 58 pacientes publicada en el 2001, reportó resultados excelentes (39) y satisfactorios (18) con tan solo un caso de mal resultado. Ninguno de sus pacientes presentó malalineamiento rotacional, la complicación más frecuente fue la irritación en el punto de entrada del clavo con progresión a infección profunda en dos casos. Considerando que los clavos elásticos endomedulares son el implante ideal para estabilizar la mayoría de fracturas de fémur con complicaciones menores.

En cuanto a los problemas de discrepancia de longitud de los miembros inferiores en los pacientes no representó ningún problema, lo cual concuerda según lo descrito en la literatura mundial, en donde estos problemas son mínimos y no repercuten en problemas de la marcha, de presentarse podrían requerir posteriormente alguna intervención adicional como la epifisiodesis. (4,12, 18, 22, 23)

Por otra parte en el alineamiento de la extremidad, se observaron resultados excelentes en el plano coronal con una media de angulación varo/valgo $3,46^{\circ}$ ($\pm 2,06$), mientras que en el plano sagital los resultados fueron satisfactorios con una media de angulación de 11.69°

($\pm 6,22$) contra la extremidad sana $8,08^\circ$ ($\pm 3,77$), para lo cual en el análisis bivariado presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.030$). Al igual que los problemas de discrepancia de longitud menores a dos centímetros éste hallazgo no representa ningún problema para la remodelación de la fractura ni su desempeño funcional. (4, 6, 18, 22, 23)

En los resultados de control rotacional con ésta técnica, se encontró que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,001$), entre la media de la anteversión femoral del miembro fracturado ($17,38 \pm 7,54$) y del miembro sano ($27,54 \pm 3,98$), lo cual puede sugerir que el control rotacional de la fractura con el uso de clavos elásticos endomedulares tiene menor eficacia en el control de esta variable en la estabilización de la fractura. A pesar de que éste hallazgo no se ha presentado en las grandes series publicadas de pacientes manejados con ésta técnica, éste resultado no se asoció a alteraciones en el patrón de la marcha ni repercutió en la funcionalidad de nuestros pacientes, concordando con lo publicado en la literatura mundial. (4, 6, 18, 22, 23)

En el estudio publicado por Moroz (18), en donde estableció los predictores de complicaciones y malos resultados de los pacientes tratados con clavos elásticos endomedulares en 230 fracturas, observó que la mayoría de las complicaciones se presentan en el período postoperatorio y en su mayoría corresponde a complicaciones menores en 30% de los pacientes.

Según esto las complicaciones observadas en nuestros pacientes correspondieron a irritación en el punto de inserción de los clavos considerándose como menor y solamente un caso de complicación mayor referente a no unión de la fractura. Éste paciente presentó una fractura en el tercio distal del fémur la cual se considera de difícil manejo por su localización siendo mas propensas en presentar deformidades angulares y retardo de la consolidación. (4, 9, 12, 18)

Los hallazgos sugieren lo que numerosos estudios han publicado a nivel mundial, mostrando que las fracturas diafisarias de fémur tratadas con clavos elásticos endomedulares son un método de tratamiento reproducible en el cual las fracturas presentan consolidación con pocas complicaciones.

11. Conclusiones

Los resultados del presente estudio muestran que los hallazgos clínicos y radiológicos en el manejo de las fracturas diafisaria de fémur mediante el enclavamiento endomedular con clavos elásticos es una técnica segura y reproducible en nuestro medio en el paciente pediátrico, con una tasa de éxito y complicaciones equiparable con la literatura mundial. (4, 6, 18, 22, 23)

En el análisis de las variables evaluadas se encontró dos resultado estadísticamente significativo en cuanto a la disminución de la anteversión femoral del lado afectado y el aumento de la angulación en el plano sagital, pero estos hallazgos no repercutieron en la funcionalidad clínica de los pacientes.

Este estudio presenta limitaciones dado el tamaño de muestra. Por lo cual se recomienda realizar estudios observacionales prospectivos y multicéntricos.

12.Recomendaciones

- El cirujano que realice la intervención quirúrgica debe tener experiencia en la realización del procedimiento, a su vez comprensión del principio de la corrección de la fractura y estabilidad con el uso de clavos elásticos endomedulares.
- Se sugiere realizar un seguimiento a mediano y largo plazo con el propósito de continuar la valoración integral, así como evaluar los desenlaces en cuanto a resultados y complicaciones en el manejo de las fracturas diafisarias de fémur con clavos elásticos endomedulares en la población pediátrica.

13.Referencias bibliográficas

- (1) Salem KH, Lindemann I, Keppler P. Flexible intramedullary nailing in pediatric lower limb fractures. *J Pediatr Orthop* ;26(4):505-9.
- (2) Balasubramanian Balakumar, Mayil V. Natarajan. Is there a role for Ender's nailing of pediatric femoral fractures in a resource-restricted hospital set-up? *J Pediatr Orthop B* 2013;22:101-105.
- (3) Anglen JO, Choi L. Treatment options in pediatric femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma* ;19(10):724-33.
- (4) 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* ;21(1):4-8.
- (5) Metaizeau JP. Stable elastic intramedullary nailing for fractures of the femur in children. *J Bone Joint Surg Br* 2004 September;86(7):954-7.
- (6) Lohiya R. Flexible intramedullary nailing in paediatric femoral fractures. A report of 73 cases. *J Orthop Surg Res* 2011;6:64.
- (7) Martin M Kaiser, Gregor Zachert, Robert Wendlandt, Marion Rapp, Rebecca Eggert, Christine Stratmann, et al. Biomechanical analysis of a synthetic femoral spiral fracture model: Do end caps improve retrograde flexible intramedullary nail fixation? *J Orthop Surg Res* 2011;6:46.
- (8) Hedstrm EM, Svensson O, Bergstrm U, Michno P. Epidemiology of fractures in children and adolescents: increased incidence over the past decade: a population-based study from northern Sweden. *ACTA ORTHOP* 2010;81(1):148-153.
- (9) Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury* 2005 February;36 Suppl 1:A78-85.
- (10) Rennie L, Court-Brown CM, Mok JYQ, Beattie TF. The epidemiology of fractures in children. *Injury* 2007 August;38(8):913-22.
- (11) Loder RT, O'Donnell PW, Feinberg JR. Epidemiology and mechanisms of femur fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2006 ;26(5):561-6.
- (12) Hunter JB. The principles of elastic stable intramedullary nailing in children. *Injury* 2005 February;36 Suppl 1:A20-4.
- (13) Brousil J. Femoral fractures in children. *Current Opinion in Pediatrics* 2013;25(1):52-57.
- (14) Heideken J, Svensson T, Blomqvist P, HaglundAkerlind Y, Janarv P. Incidence and Trends in Femur Shaft Fractures in Swedish Children Between 1987 and 2005. *Journal of pediatric orthopedics* 2011;31(5):512-519.

- (15) Dodd A, Oddone E, Parsons D. Pediatric femoral shaft fractures What are the concomitant injuries? *Injury* 2013;44:1502-1506.
- (16) Hinton RY, Lincoln A, Crockett MM, Sponseller P, Smith G. Fractures of the femoral shaft in children. Incidence, mechanisms, and sociodemographic risk factors. *J Bone Joint Surg Am* 1999 April;81(4):500-9.
- (17) Flynn JM, Schwend RM. Management of pediatric femoral shaft fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 2004;12(5):347-59.
- (18) Moroz LA, Launay F, Kocher MS, Newton PO, Frick SL, Sponseller PD, et al. Titanium elastic nailing of fractures of the femur in children. Predictors of complications and poor outcome. *J Bone Joint Surg Br* 2006 October;88(10):1361-6.
- (19) Yaron Sela, Oded Hershkovich, Nir Sher-Lurie, Amos Schindler, Uri Givon. Pediatric femoral shaft fractures: treatment strategies according to age - 13 years of experience in one medical center. *Journal of orthopaedic surgery and research* 2013;8:23.
- (20) Hedequist D, Bishop J, Hresko T. Locking plate fixation for pediatric femur fractures. *J Pediatr Orthop* 2008 ;28(1):6-9.
- (21) Barry M, Paterson JMH. A flexible intramedullary nails for fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 2004 September;86(7):947-53.
- (22) Hunter J. Femoral shaft fractures in children. *Injury* 2005;36:86-93.
- (23) Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1988 January;70(1):74-7.
- (24) Posada A, Sanin J, Uribe A. Osteosíntesis con clavos flexibles intramedulares retrogrados para el manejo de las fracturas diafisarias de femur entre 6 -12 años. *Rev. Col. de Or. Tra* 2005;18(2):176.
- (25) Covo B. Fracturas diafisarias de fémur en niños: clavos intramedulares elásticos o fijadores externos. *Rev. Col. de Or. Tra* 2004;18(4):66-74.
- (26) Ho CA, Skaggs DL, Tang CW, Kay RM. Use of flexible intramedullary nails in pediatric femur fractures. *J Pediatr Orthop* 2006;26(4):497-504.
- (27) Tiderius CJ, Landin L, Düppe H. Decreasing incidence of fractures in children: an epidemiological analysis of 1,673 fractures in Malmö, Sweden, 1993-1994. *A Orthop Scand* 1999 December;70(6):622-6. +