



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESPECIALIDAD DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

**“EVOLUCION DEL MANEJO QUIRURGICO CON CLAVOS  
ENDOMEDULARES FLEXIBLES DE TITANIO EN PACIENTES PEDIATRICOS  
CON FRACTURA DIAFISIARIA DE FEMUR EN EL HOSPITAL DE  
ESPECIALIDADES DEL NIÑO Y LA MUJER DE QUERÉTARO”**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el diploma de la  
Especialidad en Traumatología y Ortopedia

**Presenta:**

Med. General Christopher Aymes Magallanes

**Dirigido por:**

Med. Especialista Roberto Antonio Cedeño Orozco

M. en C. Arturo García Balderas  
Presidente

Dr. en C. Nicolás Camacho Calderón  
Secretario

Med. Esp. Roberto Antonio Cedeño Orozco  
Vocal

M. en C. María Teresita Ortiz Ortiz  
Suplente

Dra. en C. Adriana Jheny Rodríguez Méndez  
Suplente

Méd. Esp. Enrique López Arvizu  
Director de la Facultad de Medicina

Dr. Irineo Torres Pacheco  
Director De Investigación y  
Posgrado de la U.A.Q.

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Enero 2012  
México

## RESUMEN

Las fracturas de la diáfisis femoral representan el 1.6% de todas las fracturas en la población pediátrica y tienen una distribución bimodal cuyos picos de incidencia se presentan a los 2 y 12 años de edad. En este rango la mejor opción de tratamiento es el quirúrgico, sin embargo, la elección de la técnica de estabilización ósea sigue siendo controversial. Se ha utilizado la fijación externa, la instrumentación con clavos intramedulares flexibles y la colocación de placas y tornillos. El objetivo de este estudio es encontrar un método efectivo en el HENM que disminuya los días de estancia intrahospitalario, los riesgos quirúrgicos y los costos que esto conlleva. Para este fin utilizamos los clavos TEN en un periodo de marzo del 2009 a octubre del 2010 en donde se obtuvieron 14 pacientes de los cuales uno presentó fractura bilateral de fémur. Los promedios de días de estancia fue de 4.4 días, sangrado de 12 mililitros y de tiempo quirúrgico 46.9 minutos. El promedio para la deambulacion fue 11.5 semanas. Hubo pocos resultados adversos y sin datos de infecciones lo cual disminuye el costo hospitalario global. Los eventos secundarios se presentaron en dos pacientes uno atribuible a la técnica quirúrgica y otro al trauma presentado. En conclusión observamos que la reducción cerrada y fijación mediante clavos TEN es una buena opción terapéutica en el tratamiento de fracturas diafisarias femorales en pacientes pediátricos con una pronta rehabilitación, una corta estancia intrahospitalaria, pocas complicaciones transquirúrgicas y menores costos por hospitalización.

Palabras clave: (*fractura femoral, TEN, cirugía, pediatría.*)

## SUMMARY

Femoral shaft fractures represent 1.6% of fractures in the pediatric population and follow a bimodal distribution, with peak of incidences at 2 and 12 years. Furthermore, in this range of age the best option of treatment is the surgical intervention, nevertheless, the election of the surgical method remains controversial. The external fixation, the flexible intramedullary nails and plates and screws have been considered effective surgical treatment. In the HENM, we looked for an effective method that diminishes the days of hospital stay, surgical risks and the costs that this entails. For this aim we used TEN in a period from March of the 2009 to October of the 2010 where 14 patients with femoral fractures appeared, while one patient presented bilateral femur fracture. The averages of: staying days 4.4, bleeding 12 milliliters and a surgical time of 46.9 minutes. The average time for walking was 11.5 weeks. There were few adverse results and no data of infections, thus global hospital costs were diminished. The secondary events appeared in two patients, one due to the surgical technique and another one to the trauma. In conclusion we observed that closed reduction and fixation by TEN is an appropriate therapeutic option in the treatment of femoral shaft fractures in pediatric patients with a fast rehabilitation, a short hospital stay and smaller costs by hospitalization.

Key words: (*femoral fracture, TEN, surgery, pediatric.*)

## DEDICATORIAS.

A ti Sandra porque este logro es tan tuyo como mío, o más tuyo. Porque tú fuiste padre, madre y sostén de la familia mientras perseguía este sueño que hoy se vuelve realidad. A ti porque eres mi luz, mi fuerza, mi pilar además de ser la mujer que amo con todo mi corazón. Porque sólo tú conoces el sacrificio que esto significó para todos. Gracias por ser tú! Por ser mi compañera ideal, por estar en las buenas y en las malas y por guiarme en este camino. A ti te lo debo todo. Gracias mi amor. Te adoro!!!!

A mis mágicas princesas, Mena y Kiki, porque sus risas, sus caritas de angelitos, la ternura de sus abrazos, su alegría al verme llegar, sus llantos al verme partir me daban la fuerza necesaria para seguir adelante con este proyecto, y salir adelante para hacer que todo esto valga la pena, porque todo lo que hago es por ustedes! Gracias por existir! Las amo!

A mis padres que desde siempre han estado ahí para apoyar mis decisiones y levantarme el ánimo cuando decaigo. A ustedes por sus sacrificios y enseñanzas que me tienen hoy aquí. Mil gracias. Los amo!

A mis hermanos Valerie y Roger porque siempre han estado ahí animándome, festejando mis triunfos y olvidando mis fracasos. Gracias por ser quien son. Los quiero mucho!

## AGRADECIMIENTOS.

Al Doctor Roberto Cedeño Orozco por guiarme en este camino y por ser más que mi maestro, un amigo de quien aprendí lo más agradable de esta profesión y quien siempre me dio los consejos más acertados no sólo para mi especialidad sino para la vida. Gracias porque creyó en mi cuando las cosas no salían como debían y me sentía desfallecer. Gracias de verdad le estoy infinitamente agradecido!

A la Dra. Guadalupe Zaldívar y Al Dr. Francisco Sosa por guiarme en la realización de este trabajo, por dedicarle un poco de su invaluable tiempo a la explicación y corrección de este trabajo. Yo sé que la carga de trabajo que tienen es mucha y por eso les agradezco su tiempo!

A la Dra. Tere Ortiz porque desde que entró a la Jefatura de Enseñanza ha estado ahí apoyándome y guiándome para que este barco llegue a buen puerto. Gracias por su esfuerzo y lucha incansable y gracias también por creer en mi cuando pocos lo hacían. Con gusto terminaremos esto como lo hemos platicado!

Al Dr. Pedro Moreno y Dr. Víctor Tsutsumi por su ayuda en este tiempo, sus enseñanzas y los buenos momentos vividos. Este logro también es parte de ustedes porque sin sus enseñanzas y consejos no se hubiera logrado. Gracias!

## ÍNDICE

| <b>Contenido</b>                     | <b>Página</b> |
|--------------------------------------|---------------|
| I.- INTRODUCCIÓN .....               | 1             |
| I.1.- Justificación .....            | 2             |
| I.2.- Objetivo general .....         | 3             |
| I.3.- Objetivo Específico .....      | 3             |
| II.- REVISIÓN DE LA LITERATURA ..... | 4             |
| III.- METODOLOGÍA .....              | 10            |
| III.1.- Material y Método .....      | 10            |
| IV.- RESULTADOS .....                | 14            |
| V.- DISCUSIÓN .....                  | 19            |
| VI.- CONCLUSIONES .....              | 23            |
| VII.- LITERATURA CITADA .....        | 24            |
| VII.- APÉNDICE .....                 | 28            |

## ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro   | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 4.1. Promedios y Desviaciones Estándar..... | 17   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura  | Pág. |
|---|------|
| Fig. 4.1. Distribución de los Pacientes por Género..... | 14   |
| Fig. 4.2. Relación de Edades por Sexo.....              | 14   |
| Fig. 4.3. Presentación por Miembro Afectado.....        | 15   |
| Fig. 4.4. Tipo de Trazo de Fractura.....                | 15   |
| Fig. 4.5. Mecanismo de Lesión.....                      | 16   |
| Fig. 4.6. Semana de Inicio de la deambulaci3n.....      | 17   |
| Fig. 4.7. Grados de Consolidaci3n 3sea por semana.....  | 18   |

## I.- INTRODUCCIÓN

Las fracturas pediátricas en general, representan una problemática entre el tratamiento conservador y el tratamiento quirúrgico. Como ya es sabido los niños presentan un potencial de consolidación y remodelación mayor que en los adultos debido al ritmo de crecimiento y a la mayor cantidad de periostio existente en los huesos del esqueleto inmaduro, por lo que el tratamiento conservador debe ser primordial como opción terapéutica, ya que en muchas de las ocasiones los niños menores de 10 años suelen tolerar reducciones que presenten ciertas angulaciones y acortamientos en el hueso, mismos que al momento de la remodelación serán corregidos o compensados. Sin embargo, en lo que concierne a las fracturas femorales, sobre todo en niños entre 3 y 13 años la reducción cerrada no ha sido el tratamiento más adecuado puesto que esto conlleva a un yeso que inmoviliza desde la cadera hasta las extremidades por un largo periodo siendo un proceso largo con una rehabilitación más tardía por la hipotonía muscular derivada de la inactividad. Cuando se hace necesaria la reducción y mantenimiento quirúrgico con placas y tornillos ó fijadores externos se han presentado ciertas complicaciones como lo son la infección, el sangrado moderado a severo y que además suelen ser tratamientos cruentos. Es por esto que buscamos un tratamiento entre la reducción cerrada que nos acorte el tiempo de inmovilización de la extremidad, una rehabilitación más temprana y una reducción abierta que nos evite la gran exposición ósea además de la desperiostización tan importante que este procedimiento conlleva evitando con ellos las complicaciones inherentes a un procedimiento quirúrgico abierto. Este tratamiento consiste en la colocación de clavos intramedulares flexibles de titanio.

## **I.1.- Justificación**

El tratamiento actual en el H.E.N.M. de las fracturas diafisarias de fémur se basa en las reducciones abiertas con colocación de placas y tornillos lo cual implica un tratamiento cruento, con un mayor riesgo por el tiempo quirúrgico alargado y con las implicaciones que estos procedimientos conllevan como lo son; el sangrado que se deriva de la zona afectada, el riesgo de infección mayor, además de una mayor estancia intrahospitalaria. Nosotros pretendemos con los clavos de titanio flexibles (TEN) un menor tiempo de estancia intrahospitalaria, la disminución del riesgo quirúrgico, un menor costo por reintervenciones ó infecciones de las heridas quirúrgicas así como una rehabilitación para el niño más temprana. Los clavos de titanio flexibles han demostrado que brindan las ventajas de ser una técnica percutánea que no lesiona el cartílago de crecimiento, mantiene el hematoma fractuario intacto, otorga la suficiente estabilidad en los planos de flexión, axial, rotacional y traslacional con lo cual se permita una carga de peso precoz, rehabilitación temprana y disminución de los costos hospitalarios con un mínimo de complicaciones. Además de ser un tratamiento factible dentro de nuestra población por los costos que esto genera y la técnica de colocación es fácilmente reproducible.

## **I.2.- Objetivo general**

Determinar si las fracturas diafisarias de fémur manejadas mediante la reducción cerrada y fijación con los clavos endomedulares flexibles de titanio (TEN) en niños de 3 a 16 años en el Hospital Especialidades del Niño y la Mujer presenta una mayor eficacia.

## **I.3.- Objetivos Específicos**

Identificar la incidencia por edad, sexo, miembro afectado y tipo de fractura que se presenten en el Hospital del Niño y la Mujer de Querétaro en el periodo de Marzo del 2009 a Octubre del 2010.

Identificar el promedio del tiempo quirúrgico.

Determinar el sangrado quirúrgico.

Identificar el tiempo para la consolidación de fracturas diafisarias de fémur en pacientes pediátricos.

Determinar las complicaciones presentadas por esta técnica mediante control radiográfico.

Registrar la aparición o no de infecciones.

Evaluar el tiempo promedio para el inicio de la deambulaci3n.

Determinar el tiempo de estancia intrahospitalaria.

## II.- REVISIÓN DE LA LITERATURA

El tratamiento de las fracturas en pacientes pediátricos ha tenido una evolución importante en los últimos 20 años. Heinrich (1995), postuló que desde los años setentas hasta los noventas no existieron muchos cambios en el tratamiento de las fracturas diafisarias de fémur ya que el tratamiento quirúrgico era considerado innecesario por Viljanto (1975), siendo el método más aceptado la aplicación de un yeso espica con buenos resultados a largo plazo para los niños menores de 5 años y para los niños mayores de 5 años la tracción de la fractura hasta una consolidación primaria seguida de la aplicación de yeso pues se creía que la instrumentación femoral ponía en riesgo el trocánter mayor y la diáfisis femoral distal.

Desafortunadamente observaron que no todas las fracturas tratadas conservadoramente evolucionaban de una manera satisfactoria y además en pacientes poli fracturados, con parálisis cerebral, traumatismo craneoencefálico concomitante, así como fracturas patológicas presentaban una mejor consolidación cuando eran tratados de manera quirúrgica. Así mismo demostraron que los niños por arriba de los 10 años de edad evolucionaban mejor cuando eran tratados con fijación quirúrgica. También se demostró a través de los años que la fijación mediante los clavos flexibles es una técnica adaptativa en la estabilización de las fracturas en los pacientes con esqueletos inmaduros. Además de esto, Heinrich (1995) menciona que los clavos no eran de un alto precio además de contar con varios diámetros para su elección así como de diversas longitudes. Estos clavos podrían ser usados en niños desde los 6 hasta los 16 años de edad siempre y cuando se presentara aún la fisis de crecimiento. Los clavos se podían insertar para fijación de fracturas en cualquiera de los tercios medios de diáfisis así como en fracturas subtrocantéricas y que además estos no violan o lastiman ninguna de las placas de crecimiento óseo. Las anomalías reportadas con los clavos rígidos no se presentaron con los clavos flexibles.

Las fracturas de la diáfisis femoral representan el 1.6% de todas las fracturas en la población pediátrica y tiene una distribución bimodal cuyos picos de incidencia se presentan a los 2 y 12 años de edad según Beaty (2000). La tracción cutánea o esquelética ha sido el método de tratamiento preferido, sin embargo es el más costoso debido a los días de estancia intrahospitalaria que conlleva. Es por esto que se ha buscado disminuir los costos al permanecer un menor tiempo hospitalario. Para lograrlo Buechsensschuetz y Gallagher (2002) mencionan que la variedad en el tratamiento incluye la aplicación rápida de yeso

espica así como los tratamientos quirúrgicos efectivos como lo son la fijación externa, la colección de clavos intramedulares flexibles y la colocación de placas y tornillos. Sin embargo, la elección del método quirúrgico para la población de niños entre los 6 y 16 años de edad sigue siendo controversial. Los factores predisponentes que se deben de tomar en cuenta para la elección del método incluyen: la edad del paciente, la configuración de la fractura, lesiones asociadas, conceptos familiares y costos. En el estudio de Wilson y Stott (2007), el promedio de estancia en sala de Hospitalización para fracturas en menores de 6 años tratados con yeso espica fue de 3 días, mientras que los pacientes tratados mediante técnicas quirúrgicas presentaron un media en el tiempo de estancia de 6 días. Para fracturas más complejas o lesiones asociadas, la media de tiempo de estancia fue de 5 y 17 días respectivamente. Ante esto, surgió la necesidad de modernizar los tratamientos para lograr una menor estancia hospitalaria así como mejorar la eficacia de los mismos y así disminuir el número de reingresos hospitalarios por una mala alineación o el desplazamiento del trazo de fractura.

Bar-on, Sagiv y Porat (1997) del Hospital de Jerusalén reportaron los resultados de un total de 19 pacientes con rangos de edad de 5.2 a 13.2 años con 20 fracturas diafisarias de fémur las cuales ameritaron tratamiento quirúrgico, dividiéndose de manera aleatoria en un grupo que fue tratado mediante la colocación de fijadores externos y otro tanto mediante la colocación de clavos intramedulares flexibles. Los resultados reportados por ellos en cuanto al promedio de tiempo quirúrgico fue de 56 minutos con una exposición al fluoroscopio de 1.4 minutos para el grupo de fijadores externos, mientras que para el grupo de clavos endomedulares flexibles fue de 74 minutos, con una exposición al fluoroscopio de 2.6 minutos. El curso durante el postquirúrgico temprano fue similar en los dos grupos. Sin embargo, hubo aparición de una mayor cantidad de callo óseo en el grupo que fue tratado mediante fijadores externos. El tiempo para recuperar la carga completa, los rangos de movilidad completos y el regreso a la escuela fueron menores en los pacientes con clavos endomedulares flexibles. Las complicaciones en este grupo de pacientes incluyeron un pie equino transitorio y dos casos de bursitis en los sitios de inserción de los clavos. En el grupo de los fijadores externos las complicaciones presentadas fueron una re-fractura, una mala unión por rotación del fragmento que requirió re manipulación y dos infecciones de los sitios de entrada de los pines de tracción. Así mismo en un seguimiento a 14 meses en el grupo de fijadores externos 2 pacientes presentaron dolor moderado, 4 con hipotrofia de cuádriceps, uno con discrepancia en la longitud de la pierna mayor a 1 cm, 4 con mala alineación mayor a 5 grados y uno con rotación limitada en cadera. Para el grupo de los

clavos endomedulares un paciente presento dolor moderado, uno con hipotrofia de cuádriceps, no se presentaron discrepancias en la longitud de las extremidades, mal alineación, o limitación en los rangos de movimiento. Los padres en el grupo de los clavos endomedulares se refirieron con mayor satisfacción. Estos autores recomiendan el uso de los clavos endomedulares flexibles para las fracturas diafisarias de fémur que requieren de tratamiento quirúrgico reservando la fijación externa para fracturas expuestas o fracturas conminutas.

En el Hospital Universitario San Vicente de Paúl (HUSVP) de Medellín, Colombia, Toro (2005) realizó un estudio observacional descriptivo y prospectivo tipo serie de casos, de fracturas diafisarias del fémur en niños entre 6 y 12 años tratadas con clavos flexibles intramedulares de acero. Se trataron 70 pacientes en el período comprendido entre mayo de 2000 y 1 de enero de 2004. Se revisaron los pacientes y las radiografías en el servicio de consulta externa del Hospital Infantil del HUSVP con un seguimiento mínimo de 6 meses. La mayoría de los 70 pacientes eran del sexo masculino (74%), el mecanismo más frecuente de trauma fue el accidente de tránsito (66%), el promedio de edad fue de 8.3 años, el promedio de estancia hospitalaria fue de 7.8 días atribuible a causas administrativas y a presentar traumas asociados. A 59 pacientes se les retiraron los clavos en un tiempo promedio de 5.1 meses, sin complicaciones; los 11 restantes todavía tienen el material de osteosíntesis en el momento del análisis. Se encontraron 3 pacientes con discrepancia de longitud a expensas de la extremidad fracturada y 2 con deformidad angular; ninguno de ellos, hasta la fecha, ha requerido tratamiento médico o quirúrgico adicional. Los resultados de esta técnica, relativamente nueva en Medellín, Colombia, son alentadores; además, en este proyecto participaron 15 ortopedistas lo que muestra la facilidad de la técnica.

Para las fracturas diafisarias de fémur Flynn (2004) estableció que en niños menores de 5 años el mejor tratamiento consiste en la reducción cerrada y colocación de yeso espica mientras que en pacientes con esqueleto maduro el enclavado centro medular ha demostrado ser el estándar de oro en el tratamiento de las fracturas. Es por esto que en el grupo de pacientes entre 6 y 16 años el tratamiento óptimo aún sigue en debate ya que comparado con el grupo de edades menores este grupo presenta un alto riesgo de presentar acortamientos mayores así como mayores índices de no unión cuando se usan métodos cerrados como la colocación de yeso espica. Además la tracción que acompaña la reducción cerrada para evitar dichos acortamientos suele ser prolongada lo que conlleva una estadía larga en los nosocomios. También se han utilizados diferentes métodos de

fijación quirúrgica entre ellos el uso de placas y tornillos, fijadores externos, clavos centro medulares anterógrados. Sin embargo el alto índice de complicaciones posibles como la infección en los sitios de entrada los pins para el fijador externo, la osteonecrosis de los clavos centro medulares, los daños fisiarios posibles han limitado su uso. No obstante el método preferido de tratamiento la ventaja en los niños es la buena consolidación de la mayoría de sus fracturas.

Perez A (2008) presentó un trabajo para determinar la calidad de los clavos endomedulares flexibles de titanio versus los clavos endomedulares flexibles de acero inoxidable. Los clavos TEN han aparecido a últimas fechas debido a la exposición quirúrgica limitada así como al tiempo de colocación de los mismos, el bajo índice de infección en los sitios de entrada de los clavos en comparación con los fijadores externos así como su rápida remoción. Además de todas estas ventajas los TEN se producen en varios diámetros y longitudes ya sea en acero inoxidable como en aleaciones de titanio los cuales hacen una selección mas fácil en cuanto a la edad y tamaño del paciente. Mientras que varios investigadores se han dedicado a la búsqueda de factores que impacten la estabilidad biomecánica para otros tantos han sugerido la búsqueda mediante modelos diferentes computacionales asociados con la selección de acero inoxidable como aleaciones de titanio en el material de los clavos. Por lo menos un estudio biomecánico ha demostrado que los clavos de acero inoxidable presentan la misma estabilidad para fracturas transversas como fracturas conminuta. En estudios subsecuentes se demostró que los clavos de titanio presentaban una estabilidad biomecánica superior comparados con los clavos de acero inoxidable durante las pruebas de torsión y compresión en fracturas transversas y conminuta. La mejor performance biomecánica que presentan los clavos de titanio para la estabilización parece estar dadas por las propiedades del material. El acero inoxidable presenta un modulo de elasticidad dos veces mayor que el titanio. Las ventajas en cuanto a rigidez del acero inoxidable parecen ser menos deseadas en cuanto a los términos generales de respuesta mecánica en la estabilización de la fractura. Es posible que los clavos con aleación de titanio se deformen dentro del canal en una manera en la cual aumentan el área de contacto para fricción y esto provee una mayor resistencia ante las fuerzas de torsión y compresión. La estabilidad axial durante las cargas de compresión es necesaria para prevenir una pérdida de la reducción fructuaria que puede llevar a una discrepancia en la longitud de las extremidades. Por tanto los clavos de titanio presentan una deformación en el canal que aumenta el área de contacto, distribuye mejor las cargas y limita el desplazamiento del clavo en los sitios de entrada de los clavos.

Paia V.S. (2005) identificó que en teoría el uso de los clavos elásticos permite una fijación estable de la fractura con mínimas incisiones y lesiones de los tejidos blandos y evitando el riesgo de una necrosis avascular de la cabeza femoral así como lesión de las placas fisiarias. También se ha demostrado que presentan un mejor resultado que la fijación externa. Es por esto que la técnica se ha popularizado en los países de Europa y Estados Unidos para el manejo de fracturas en niños pediátricos y con el advenimiento de mayor experiencia la fijación mediante clavos flexibles se ha expandido hasta reportarse series de pacientes que oscilan entre los 3 a los 18 años de edad. Sin embargo ante estos hechos se han venido presentando números mayores de reportes acerca de las complicaciones mayores y menores en los procedimientos. Por eso en una serie de reportes estos autores manifestaron que se ha hecho énfasis en la elección correcta del diámetro de los clavos el cual debe de ser del 40% del diámetro total del istmo del fémur, un correcto modelamiento de los clavos y la importancia de dejar sólo 1 a 2 cms. protruidos los clavos de la cortical de inserción. Con la técnica convencional de inserción retrógrada medial y lateral se ha observado que puede aparecer dolor a nivel de la inserción del clavo, bursitis, ulceración de la piel en rangos que van desde el 1-40% lo cual ha llevado a la necesidad de recolocar los clavos, cortes la protrusión, sinovitis o hemartrosis, limitación funcional de la rodilla, remoción temprana de los clavos y fracturas subsecuentes. Se ha sugerido que la fijación con TEN debe ser cautelosa en pacientes mayores, con mayor peso especialmente si presentan una fractura conminuta. El uso de diámetros mayores puede ayudar a reducir los riesgos de mala unión o pérdida de la reducción. También se ha propuesto que la gran mayoría de las complicaciones se deben a errores en la técnica o en la curva de aprendizaje de la técnica y por ello muchos de estos problemas pueden minimizarse al poner una especial atención a los detalles de la técnica. Los clavos endomedulares flexibles son importantes y de gran beneficio para el manejo de las fracturas pediátricas no obstante se debe de poner en consideración estas técnicas en pacientes de mayor edad así como de mayor peso.

Es por estos casos en los cuales el peso de los niños y las fallas en el tratamiento con clavos centro medulares que Li Y (2008) publicó un artículo en el cual se investigó la capacidad de los TEN en relación al peso del niño. En este artículo se menciona que para evitar la necrosis avascular irreversible de la cabeza femoral por el uso inapropiado de clavos rígidos, el uso de los clavos flexibles se ha utilizado para niños más altos y de mayor edad. Desafortunadamente los reportes han mostrado un pobre resultado en los pacientes de mayor peso corporal que han sido tratados con TEN. EL incremento del peso

en relación con el diámetro total de los TEN implantados ha mostrado una relación asociada con la presencia de una angulación sagital. También hay autores que han encontrado casos de no unión en los planos sagital y coronal después del tratamiento con los TEN con una angulación residual que va en el rango de los 5 a los 25 grados así como angulación coronal que va de los 5 a los 20 grados. Muchos estudios biomecánicos han probado la rigidez en flexión en los modelos de fracturas femorales estabilizados con TEN. Sin embargo no habían existido estudios biomecánicos que analizaran la carga para la presentación de la flexión en los planos sagital y coronal. Con el aumento de la obesidad infantil y la tendencia de angulaciones en los planos sagital y coronal de las fracturas femorales es necesario determinar la carga a la cual se presenta la deformación permanente de los clavos en los planos sagital y coronal porque esto llevará a una pérdida de la reducción de la fractura. Estableciendo la carga a la cual se presenta la falla de los clavos de titanio se puede determinar el peso máximo del paciente para soportar las cargas en el trazo de fractura sin que se presente la falla. Es por ello que Weiss (2009) encontró un promedio de carga de 628 N para producir la falla en flexión del plano sagital y un promedio de 596 N para hacerlo en el plano coronal. Estos valores corresponden a momentos de flexión de 20 Nm. Una vez correlacionados con los momentos se encontró que el corte para el peso es de 45 kg. Los criterios para un mal resultado son: discrepancia entre los miembros inferiores mayor a 2.0 cm, mala alineación mayor a 10 grados, dolor y complicaciones mayores. Los pacientes presentaban un riesgo 5 veces mayor de pobres resultados cuando tenían un peso mayor a 49 kg. Esto se correlaciona entre laboratorio y clínica mediante este estudio. Es por ello que paciente con un peso mayor a 45 kg deberían de presentar una protección adicional como sería una descarga gradual del peso o la colocación de un yeso para evitar la deformación sagital y coronal.

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **III.1.- Material y Método**

Este estudio es un ensayo clínico, prospectivo y transversal el cual se realizó en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer de Querétaro de Marzo del 2009 a Octubre del 2010. El universo seleccionado para este estudio fue de niños de 3 a 16 años que presentaran fractura diafisaria femoral para ser tratados mediante la reducción cerrada y fijación con clavos de Titanio Endoflexibles. Los criterios para la inclusión de los pacientes fueron pacientes de 3 a 16 años de edad que no tuvieran un peso mayor a los 49 kilogramos que presentaran una fractura traumática en el fémur previamente sano, excluyéndose pacientes con fracturas patológicas y/o fracturas conminutas.

A su ingreso a la unidad de urgencias a cada paciente se le solicitaron radiografías de las áreas afectadas, y al observar la solución de continuidad a nivel diafisario del fémur se solicitaron los clavos TEN según el método explicado más adelante. Se colocó una férula pelvipodálica y se manejó al paciente con analgésicos vía endovenosa además de realizar el protocolo quirúrgico que consiste en solicitar estudios de laboratorio. Una vez aceptado el protocolo quirúrgico los pacientes fueron puestos en ayuno de 8 horas previo a la cirugía y se les solicitó a los padres firmar la hoja de consentimiento informado pertinente para su posterior ingreso a sala de quirófano. Una vez realizado el procedimiento, el paciente fue llevado a su cama donde fue egresado al día siguiente de la intervención, siempre y cuando estuviera en condiciones saludables para ello. Además de las indicaciones postquirúrgicas pertinentes que incluyen la movilización temprana de la extremidad pero sin descarga de peso, receta por antibiótico profiláctico, se citó a los pacientes para un seguimiento a las 2 semanas (para retiro de puntos), a las 6, 10 y 14 semanas en las cuales se solicitaron radiografías de la extremidad afectada para valorar la evolución.

La fuente para obtener la información es la hoja de recolección de datos así como las radiografías mediante las cuales se evaluaron los resultados finales según los parámetros definidos en las variables durante el periodo de seguimiento. El instrumento de recolección de datos fue mediante una ficha personal de cada paciente (hoja de recolección de datos) para su posterior vaciamiento en una hoja de cálculo para las variantes estadísticas.

Se utilizó la hoja de consentimiento informado para los pacientes sometidos a la reducción cerrada y fijación percutánea con clavos TEN.

**MÉTODO:** Los clavos TEN se encuentran en diferentes diámetros estos son 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 y 4 mm todos con una longitud de 440 mm. La selección del diámetro del clavo se basa en la medición del istmo en el canal medular que es la sección más angosta del hueso y con ello seleccionar el clavo que abarque el 40% del diámetro o un tercio del canal debiéndose utilizar clavos de la mismas medidas para con ello evitar malas alineaciones o desplazamientos del hueso.



Fig. 3.1. Clavos TEN en sus diferentes diámetros.

Las fracturas diafisarias se estabilizan mediante la inserción de un clavo de manera medial y otro de manera lateral generalmente de forma retrógrada dejando la colocación anterógrada para fracturas femorales muy distales. El paciente se coloca en posición de decúbito supino de preferencia en una mesa quirúrgica de tracción, posteriormente se coloca el intensificador de imagen en el lado opuesto de la fractura. Se procede posteriormente al protocolo quirúrgico de asepsia y antisepsia, colocación de campos estériles y a la reducción del trazo de fractura con ayuda del intensificador de imagen. Se debe de tener un acceso fácil al lado medial y lateral distal del fémur.



Fig. 3.2. Localización de la Fisis con el Intensificador de Imagen.

Una vez establecidos los clavos a utilizar se arquearán los mismos siguiendo la dirección de la punta flexionada del clavo. Se deberá tener cuidado en no flexionar demasiado el clavo para evitar daños al mismo. La curvatura de los clavos deberá ser similar en ambos clavos y esta podrá realizarse de manera manual. Posteriormente se procede a realizar una incisión lateral y una medial a 2.5 a 3 cm de la fisis de crecimiento con una longitud de la incisión de 2.5 cm para la entrada de los clavos. A continuación se coloca el punzón iniciador a 90 grados con respecto a la cortical ósea y se inicia la perforación bajando el punzón hasta una angulación de 45 grados atravesando la primera cortical. Siguiendo con el procedimiento se inserta el primer clavo a través del orificio realizado con ayuda del fluoroscopio con la punta convexa hacia el canal medular para evitar que se atore con la cortical del hueso y se pasará de manera manual lo más proximal posible una vez realizado se colocará el inserto del clavo y se continuará con el paso del clavo hasta el nivel de la fractura, posteriormente se procede a la inserción del segundo clavo siguiendo los mismos pasos que para el primero.



Fig. 3.3. Colocación del primer Clavo con la Punta Convexa hacia el Canal Medular.

Una vez teniendo los dos clavos a nivel de la fractura se vigila la reducción y se mantiene pasando el clavo que parezca permitirá la alineación del fémur rotándolo de ser necesario para que el ápex de la curvatura se mantenga en el trazo de fractura. El primer clavo se pasará justo por encima del trazo de fractura solo para conservar su reducción para el paso del segundo clavo que se llevará hasta la proximidad de la fisis una vez ahí se pasará el otro clavo hasta ese mismo nivel siendo siempre divergentes sus puntas. Una vez verificada la reducción y teniendo los clavos en su posición final se marcará el punto de corte del mismo para que quede a 10-20 mm de distancia de la corteza y se retirará ligeramente el clavo deformándolo en su sitio de entrada para evitar una protrusión del mismo y simplificando su retiro posterior. Una vez realizado esto se impactará el clavo nuevamente a su posición final. Finalmente se cubren los clavos con el tejido blando y se

sutura por planos hasta la piel y se colocará un inmovilizador de rodilla. EL retiro del mismo así como el inicio de la deambulaci3n ser3 a consideraci3n del cirujano dependiendo de la estabilidad y grados de consolidaci3n 3sea.



Fig. 3.4. Imagen del intensificador de imagen donde se observa la colocaci3n de un segundo clavo en el canal medular.

#### IV.- RESULTADOS

Durante el periodo de Marzo del 2009 a Octubre del 2010 se presentaron 14 pacientes con fractura diafisaria de fémur de los cuales un paciente presentó una fractura bilateral de fémur y fractura de tibia derecha. De los 14 pacientes 11 fueron del sexo masculino y 3 del sexo femenino, lo cual se relaciona con otros estudios en la relación de 2.7:1 siendo los pacientes del sexo masculinos los que por sus actividades suelen verse más afectados (Figura 4.1).

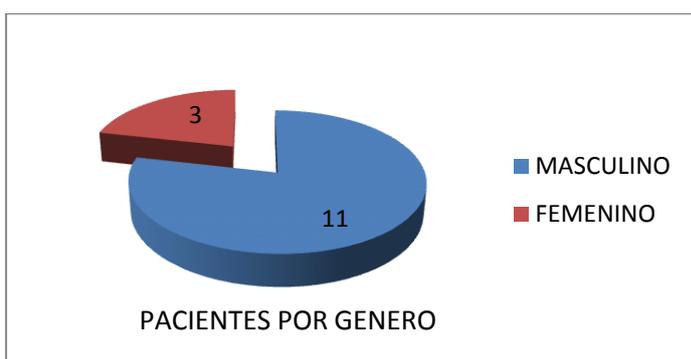


Fig. 4.1. Distribución de los Pacientes por Género.

Las edades variaron de los 3 a los 16 años con un promedio de edad de 6.28 años y una desviación estándar de 3.9 años (Figura 4.2).



Fig. 4.2. Relación de Edades por Sexo

El miembro afectado mayormente fue el derecho con un total de 9 fracturas de las cuales 7 fueron pacientes masculinos, dos en pacientes femeninos. Del lado izquierdo se

obtuvieron 6 fracturas, 5 fueron en pacientes masculinos y 1 en paciente femenino (Figura 4.3).

El tipo de trazo que más se presentó fue el transverso con 10 fracturas que mostraron este tipo de trazo, el cual suele producirse por golpes contusos. El trazo oblicuo corto se presentó en 4 ocasiones cuyo mecanismo suele ser un golpe contuso con ligera rotación del hueso y finalmente una fractura presentó un trazo oblicuo largo el cual se produce mediante un mecanismo rotacional (Figura 4.4).

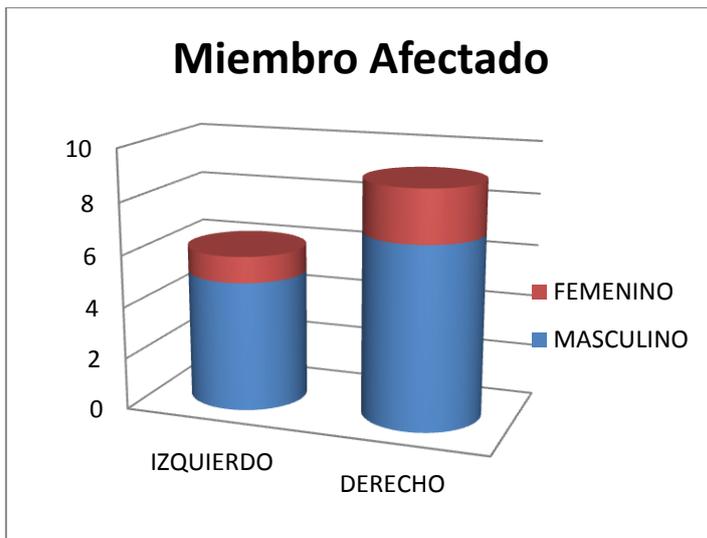


Fig. 4.3. Miembro Afectado.

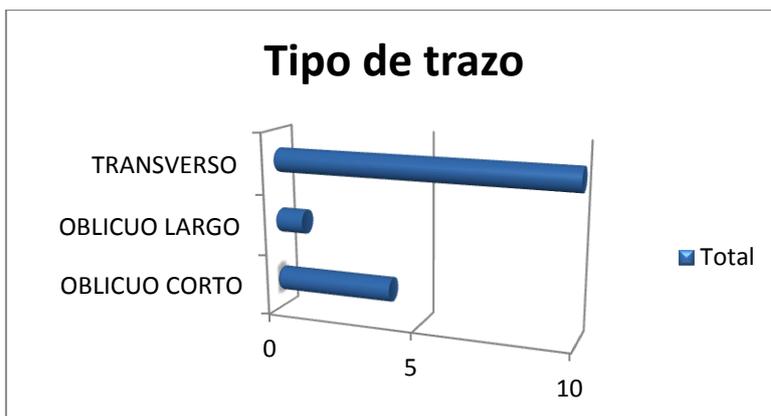


Fig. 4.4. Tipo de Trazo.

El mecanismo productor de las fracturas que se observó con una mayor cantidad de fracturas fue el atropellamiento con 6 pacientes que sufrieron este mecanismo lo cual muestra la falta de precaución que sigue existiendo en nuestro medio y el peligro que corren nuestros niños, 3 pacientes sufrieron una fractura producida por accidentes

automovilísticos, 2 pacientes sufrieron un caída desde su propia altura, 2 recibieron un golpe contuso al caerle un tambor de cama directamente en el fémur y a otro paciente al cual le cayó su padre sobre el fémur. Un solo paciente sufrió una caída desde un metro y medio de altura (Figura 4.5).

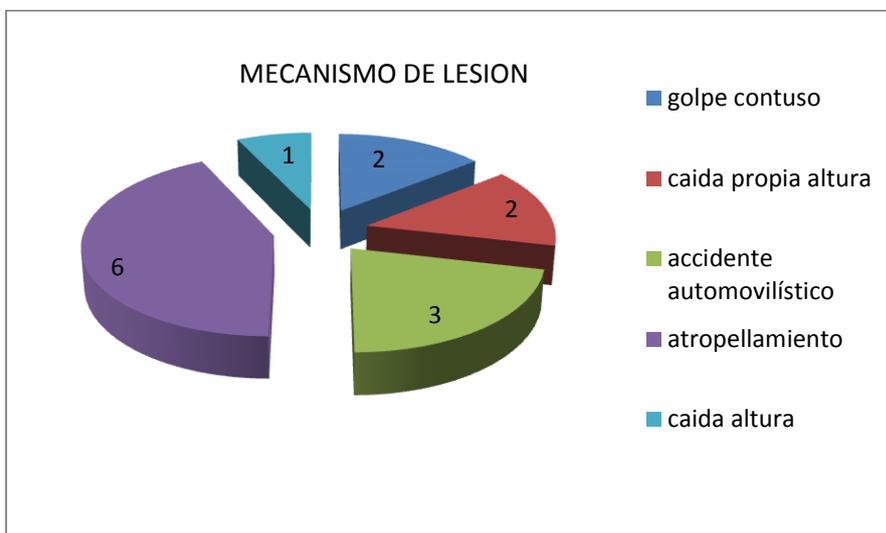


Fig. 4.5. Mecanismo de Lesión.

El promedio de estancia intrahospitalaria fue de 4.4 días con una desviación estándar de 3.0 días sin embargo se tomaron en cuenta dos paciente que presentaron una estancia intrahospitalaria de 12 y 11 días respectivamente debido a un TCE que ameritó de tratamiento en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica y sin contar estas largas estadías el promedio baja a 3.3 días con una desviación estándar de 1.3 días. Además en pacientes en los cuales el material se obtuvo de una manera expedita llegaron a presentar dos días de estancia intrahospitalaria lo cual podría generalizarse de contar con el material solicitado. El tiempo quirúrgico promedio fue de 46.9 minutos con una desviación estándar de 10.9 y el sangrado transquirúrgico promedio fue de 12 mililitros con una desviación estándar de 3.5 mililitros (Cuadro 4.1). El promedio para el inicio de la deambulacion fue de 11.5 semanas con una desviación estándar de 3.7 semanas presentándose esta en la mayoría de los casos a las 10 semanas sin embargo en dos pacientes la deambulacion se difirió hasta las 14 semanas por presentar un retraso en la consolidación y un paciente que inició la deambulacion hasta las 24 semanas por haber presentado fractura bilateral del fémur además de fractura de tibia la cual también fue tratada mediante clavos TEN (Figura 4.6).

Relacionado al inicio de la deambulaci3n el grado de consolidaci3n para el cual se permiti3 la deambulaci3n fue el grado III de Montoya el cual fue alcanzado por 13 de las 15 fracturas presentadas en este estudio (Figura 4.7).

|                               | PROMEDIO | DESVIACI3N EST3NDAR |
|-------------------------------|----------|---------------------|
| D3as de Estancia Hospitalaria | 4.4 D3AS | 3.0 D3AS            |
| Sangrado Transquir3rgico      | 12 ML    | 3.5 ML              |
| Tiempo Quir3rgico             | 46.9 MIN | 10.9 MIN            |

Cuadro 4.1. Promedios y Desviaciones Est3NDAR.

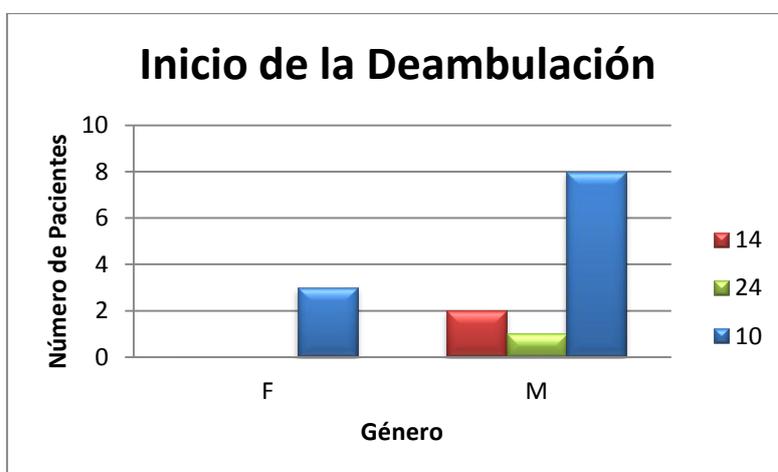


Fig. 4.6. Semana de Inicio de la deambulaci3n.

Vale la pena mencionar que durante la evoluci3n de estas fracturas s3lo se present3 una angulaci3n mayor de 10 grados en el f3mur, la cual fue de 45 grados en un inicio siendo actualmente de 26 grados; esto debido a un error en la t3cnica ya que se utiliz3 un solo sitio de entrada para los clavos como menciona el art3culo del Dr. Heinrich en un principio, adem3s de que el paciente deambul3 antes de lo permitido present3ndose la angulaci3n inicial as3 como un retraso en la consolidaci3n. Sin embargo se mantuvo el

material presentándose una consolidación grado II de Montoya a las 14 semanas manejándose de manera conservadora permitiendo la descarga paulatina del peso y la deambulaci3n. Actualmente la fractura presenta una consolidaci3n grado IV con una angulaci3n de 26 grados y 3 cent3metros de discrepancia entre extremidades. Otro paciente que present3 una discrepancia entre las extremidades inferiores mayor a un cent3metro fue el paciente que present3 fractura diafisaria bilateral de f3mur con fractura transversa de tibia el cual presenta una discrepancia de 3 cent3metros a expensas del miembro polifracturado. En ninguno de los casos se present3 infecci3n de tejidos blandos, ni tampoco se present3 dolor a nivel del sitio de inserci3n de los clavos y ninguno present3 limitaci3n en los arcos de movilidad de cadera o de rodilla. Tambi3n se present3 un paciente con fractura expuesta de f3mur tipo I de Gustilo que permaneci3 4 d3as hospitalizado sin presentar retardos en la consolidaci3n de retraso en la deambulaci3n sin datos de infecciones durante el seguimiento.

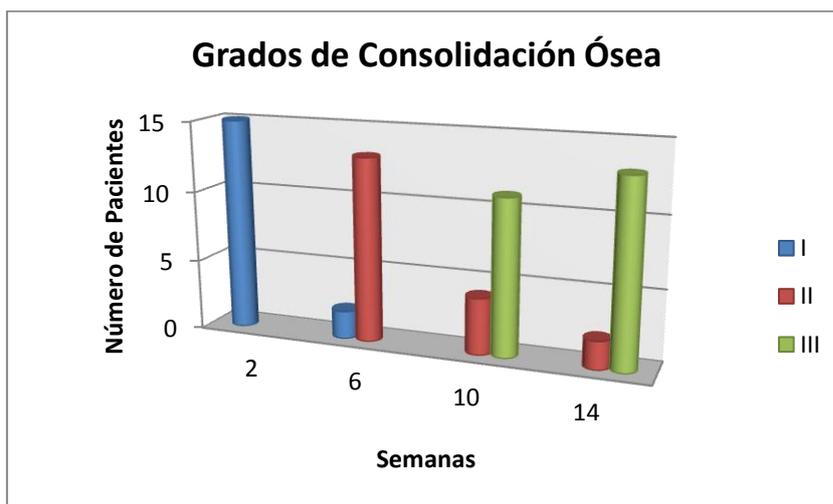


Fig. 4.7. Grados de Consolidaci3n 3sea por semana.

## V.- DISCUSION

Las fracturas de la diáfisis femoral representan el 1.6% de todas las fracturas en la población pediátrica y tiene un distribución bimodal cuyos picos de incidencia se presentan a los 2 y 12 años. Dentro de los resultados que reportamos en el estudio del HENMQ registramos 14 pacientes de los cuales uno sólo presentó una fractura femoral bilateral. EL promedio de edad fue de 6.28 años. El promedio de los días de estancia fueron 4.4 con los pacientes que presentaron lesiones durante el traumatismo como fueron dos pacientes que presentaron además de la fractura femoral un TCE que ameritó de un internamiento prolongado, un paciente presentó una fractura expuesta grado I de Gustillo que requirió de un internamiento de 4 días y un lavado quirúrgico en primera instancia previa colocación de los clavos TEN. Los demás pacientes fueron sometidos a su intervención quirúrgica en cuanto se contó con el material quirúrgico. El promedio de estancia para estos pacientes fue de 3.3 días. En general este dato se asemeja y en ocasiones se presenta menor comparado con los estudios de Wilson y Stott (2007) en donde con un registro de 20 pacientes tratados con clavos TEN el promedio de estancia intrahospitalaria fue de 6 días con un promedio de edad de 6.7 años . En cuanto al estudio de Berger (2005) que reporta 27 casos de fracturas femorales con promedio de edad de 8.3 años y un promedio de estancia intrahospitalaria de 2.8 en los casos en los que no se presentaron lesiones concomitantes el cual es menor al reportado por nuestro estudio sin embargo una prueba de que teniéndose el material disponible la estancia puede disminuir a dos días ya que de no haber circunstancias concomitantes la reducción se puede hacer en cuanto este en condiciones el paciente y al ser un método cerrado se puede egresar de manera temprana al paciente. Otro estudio que reportó 10 fracturas femorales tratadas mediante clavos TEN es el de Bar-On (1997) en el cual se atendieron 10 fracturas femorales en niños con un promedio de edad de 9.3 años y una estadía promedio de 6 días y finalmente el estudio de Joeris (2005) en el cual el promedio de edad fue de 8.3 años con una estancia intrahospitalaria promedio de 10 días.

En cuanto a la técnica quirúrgica este estudio reportó un sangrado promedio de 12 ml con una desviación estándar de 3.5 ml, este dato no se encuentra reportado en otros estudios sin embargo es un sangrado que se considera mínimo ante los pacientes pediátricos que tienen como característica un sangrado permisible en el transquirúrgico bajo y con este sangrado se obvia la necesidad de usar hemoderivados. También

reportamos un tiempo quirúrgico de 46.9 minutos y una desviación estándar de 10.9 minutos el cual es un tiempo menor al de otras técnicas reportadas y así mismo estudios como el de Bar-On (1997) reportan un tiempo quirúrgico promedio de 74 minutos el cual es prácticamente del doble que el reportado por nuestro estudio, también Anastasopoulos (2010) reporta un tiempo quirúrgico promedio de 85 minutos para la reducción cerrada y colocación de los clavos TEN.

En cuanto a los mecanismos de lesión, en nuestro medio el atropellamiento fue la primera causa de fractura femoral con un total de 6 pacientes atropellados, seguido de los accidentes automovilísticos el cual parece ser el mecanismo de lesión en los estudios reportados por Joeris (2005) en el cual la mayoría de las fracturas fueron producidas por accidentes automovilísticos con 16 reportes por este tipo de mecanismo, sin embargo en el estudio proporcionado por Wilson y Stott (2007) el 46% de las fracturas que reportaron fueron ocasionadas por caídas mientras que en nuestro medio sólo 2 pacientes de 14 presentaron este tipo de mecanismo. Este dato es importante para nuestras autoridades viales ya que con medidas preventivas se pueden disminuir los accidentes de este tipo en nuestro medio.

Para la consolidación ósea y la deambulacion nuestro reporte indica que la mayoría de los pacientes (10 de 14) presentan una consolidación ósea adecuada (Grado III de Montoya) a las 10 semanas lo cual es el tiempo en el que nosotros decidimos iniciar la deambulacion completa con la descarga completa del peso del paciente. Este dato se observa en el inicio de la deambulacion reportado por nuestro estudio que tuvo un promedio de 11.5 semanas, esto debido a que dos pacientes presentaron una consolidación tardía permitiéndose la deambulacion hasta la 14 semanas y un paciente polifracturado en el cual se le permitió la descarga completa del peso hasta las 24 semanas. En el estudio de Berger (2005) el inicio de la deambulacion fue a las 11.9 semanas de la intervencion lo cual es muy cercano al reportado por nuestro estudio, sin embargo encontramos en el estudio de Anastasopoulos (2010) que su promedio de deambulacion fue de 8.5 semanas. Este dato es relevante ya que de colocarse correctamente los clavos TEN estos al funcionar como tutor interno pueden soportar el peso del paciente siempre y cuando presenten una buena consolidación y no tengan un peso mayor a los 49 kilogramos. Este dato es sustentado también por Bar-On (1997) en el cual reporta una deambulacion a las 7 semanas de la intervencion quirúrgica, mientras que Chang-Wug (2002) reporta un promedio de deambulacion de sus pacientes de 10.5 semanas.

En lo que se refiere a los efectos adversos en nuestro estudio se presentó una angulación femoral de 46 grados debido a una mala técnica en la colocación de los clavos lo cual también llevo a un leve retraso en la consolidación presentándose el grado III de Montoya hasta la 14<sup>a</sup>. Semanas. No obstante en los demás pacientes la angulación de la fractura fue menor de 5 grados. Este dato también lo reporta Wilson y Stott (2007) en el cual no se presentó ninguna angulación ni pérdida en la alineación de la fractura tras la colocación de los clavos TEN ó en el estudio de Anastasopoulos (2010) en el cual indican que el 50% de los pacientes presentaron angulaciones visibles radiográficamente pero sin consecuencias clínicas. Otro de los efectos negativos de esta técnica que reportamos en nuestro estudio es la discrepancia entre extremidades que nuevamente se reporta en el paciente que presentó la angulación de 46 grados y que presenta una discrepancia de 3 centímetros la cual esta siendo tratada mediante alza en el calzado y el paciente polifracturado que también presenta una discrepancia a expensas de la extremidad polifracturada de 3 cms. también tratada mediante alza en el calzado. Este dato ha sido reportado por Wilson y Stott (2007) en el cual 5 de sus pacientes presentaron una discrepancia entre sus extremidades pero nunca mayor a dos centímetros y sin repercusiones clínicas en la marcha de los pacientes. También ha sido reportada esta complicación por Berger (2005) en el cual la discrepancia siempre fue menor a 2 centímetros y una vez más sin repercusiones clínicas.

En este estudio no se presentaron infecciones de tejidos blandos, datos de irritación en la zona de inserción de los clavos TEN así como tampoco se tuvo que retirar el material de osteosíntesis antes de tiempo ni se presentó limitación funcional de la cadera o las rodillas como lo reportado por Chang-Wug (2002) en donde se les presentó una fractura de material debiéndose reingresar al paciente a quirófano para el cambio del clavo. En el caso de Berger (2005) se reporta un caso de hydrops en la rodilla el cual cedió con el tiempo, 4 casos de infecciones que cedieron con tratamiento antibiótico y un retraso en la consolidación. En el estudio de Bar-On (1997) se presentó un caso de bursitis y un edema de rodilla por sinovitis el cual ameritó el retiro temprano de los clavos TEN.

Flynn (2001) reportó que el 98% de los pacientes tratados mediante la reducción cerrada y colocación de clavos TEN tienen una evolución satisfactoria con un mínimo de eventos adversos.

Como se observa en este análisis de los resultados, la técnica de colocación de los clavos TEN representa el paso fundamental para el resultado satisfactorio y la adecuada evolución de las fracturas femorales y con ello evitar muchas de las reacciones adversas pueden disminuirse siguiendo correctamente la técnica descrita para su colocación; además de que la técnica es fácilmente reproducible por los cirujanos ortopedistas.

Los resultados que se observan en nuestro estudio son alentadores ya que además los días de estancia intrahospitalaria pueden disminuir aún más en pacientes que no presenten alguna lesión agregada a la fractura femoral ya que de contar con el material de osteosíntesis, en este caso los clavos TEN dentro de la unidad, la estancia intrahospitalaria podría disminuir a dos días. La rehabilitación se realizó de manera inmediata con movilidad de la cadera y de la rodilla y en ningún caso se presentó alguna limitación funcional. EL material no tuvo que ser retirado en ninguno de los casos antes de lo estipulado por datos de infección o gonalgia que son los riesgos mas comentados en la literatura.

## **VI.- CONCLUSIONES.**

Los clavos TEN han mostrado una buena evolución en la consolidación de las fracturas, con una rehabilitación temprana y sin limitación de los rangos de movilidad de cadera y de rodilla; la estancia intrahospitalaria es corta pudiéndose disminuir aún mas de contar con el material en las unidades hospitalarias.

Los costos disminuyen al no hacerse necesaria la reintervención por mala alineación de la fractura, aparición de infección ni uso de hemoderivados `por el bajo riesgo de sangrado que presenta la técnica.

El Tiempo quirúrgico es menor al de otras técnicas reportadas en la literatura (90 minutos en promedio para las placas y tornillos), además de ser una técnica fácilmente reproducible.

## VI.- LITERATURA CITADA.

- [1] Anastasopoulos J, Petratos D, Konstantoulakis C, Plakogiannis C, Matsinos G. 2010. Flexible Intramedullary Nailing in paediatric femoral shaft fractures. *Injury Int J Care Injured* ; 41: 578-582.
- [2] Bar-On E, Sagiv S, Porat S. 1997. External fixation or flexible intramedullary nailing for femoral shaft fractures in children. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg [Br]*; 79-B: 975-978.
- [3] Beaty J, Rockwood C, Wilkins K, Kasser J. Rockwood and Wilkins. 2000. Fracture in children. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; p. 893.
- [4] Beebe MJ, Kelly DM, Warner WC, Sawyer JR. 2009. Current controversies in the treatment of pediatric femoral shaft fractures. *Current Orthopaedic Practice*; Vol 20, N6, November/December: 634-640.
- [5] Berger P, Graaf JS, Leemans R. 2005. The use of elastic intramedullary nailing in the stabilization of paediatric fractures. *Injury Int J Care Injured*; 36: 1217-1220.
- [6] Buechsenschuetz KE, Mehlman CT, Shaw KJ, et al. 2002. Femoral shaft fractures in children: traction and casting versus elastic stable intramedullary nailing. *J Trauma*; 53: 914-921.
- [7] Carmichael K, Schroeder FA. 2007. Proximal femoral neck penetration after flexible intramedullary nailing for pediatric femur fractures: a rare complication. *J Child Orthop*; 1: 243-247.
- [8] Cemalettin AM, Caglar O, Ayvaz M, Yazici M, Mumtaz A. 2008. Treatment of complicated pediatric femoral fractures with titanium elastic nail. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*; 17: 7-10.
- [9] Chang-Wug O, Byung-Chul P, Poong Taek K, Hee-Soo K, Sung-Jung K, Joo-Chul I. 2002. Retrograde flexible intramedullary nailing in children's femoral fractures. *International Orthopaedics (SICOT)*; 26: 52-55.
- [10] Flynn JM, Hresko T, Reynolds R, Blasier RD, Davidson R, Kasser J. 2001. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. *J of Pediatric Orthop*; 21: 4-8.

- [11] Flynn JM, Luedtke LM, Ganley TJ, Dawson J, Davidson RS, Dormans JP, Ecker ML, Gregg JR, Horn D, Drummond DS. 2004. Comparison of Titanium Elastic Nails with Traction and a Spica Cast to Treat Femoral Fractures in Children. *J Bone Joint Surg Am*; 86: 770-777.
- [12] Gwyn DT, Olney BW, Dart BR, Czuwala PJ. 2004. Rotational control of various pediatric femur fractures stabilized with titanium elastic intramedullary nails. *J Pediatr Orthop*; 24: 172-177.
- [13] Heinrich SD, MS,MD. 1995. The Operative Stabilization of Pediatric Diaphyseal Femur Fractures with Flexible Intramedullary nails. *Operative Techniques in Orthopaedics*; Vol 5, No 2 (April): 115-125.
- [14] Hobson SA, Livesley PJ. 2004. A case of osteomyelitis following flexible nailing of a femoral shaft fracture in an 11 years old. *Injury Int J Care Injured*; 35: 1327-1329.
- [15] Hong- Ru MA, Shu-Lin MA, Wen-Lu Z, Jin- Chang Y, Hou-Xuan C. 2008. Elastic intramedullary nail for treatment of extremity fractures in children. *Chinese Journal of Traumatology*; 11(6): 372-374.
- [16] Hsu A & Diaz H, Penaranda N, Cui H, Evangelista RH, Rinsky L, Gracilla R. 2009. Dynamic skeletal traction spica casts for paediatric femoral fractures in a resource-limited setting. *International Orthopaedics (SICOT)*; 33: 765–771.
- [17] Joeris A, Bansi G, Knorr P, Lieber J, Schalamon P, Slongo T. 2005. ESIN in Femur Fractures: Exact Technique Is Important! *Eur J Trauma*; 31: 24–32.
- [18] Kocher MS, Sink EL, Blasier RD, Luhmann SJ, Mehlman CT, Scher DM, Matheney T, Sanders JO, Watters WC 3rd, Goldberg MJ, Keith MW, Haralson RH 3rd, Turkelson CM, Wies JL, Sluka P, Hitchcock K. 2009. Treatment of pediatric diaphyseal femur fractures. *J Am Acad Orthop Surg*; Nov 17(11): 718-25.
- [19] Kuremsky MA, Frick SL. 2007. Advances in the surgical management of pediatric femoral shaft fractures. *Curr Opin Pediatr*. Lippincott Williams & Wilkins; 19: 51–57.
- [20] Lewis D, Lutton C, Wilson LJ, Crawford RW, Goss B. 2009. Low cost polymer intramedullary nails for fracture fixation: a biomechanical study in a porcine femur model. *Arch Orthop Trauma Surg*; 129: 817–822.
- [21] Linhart, Wolfgang E. MD, Roposch, Andreas M. 1999. Elastic Stable Intramedullary Nailing for Unstable Femoral Fractures in Children: Preliminary Results of a New Method. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*; Volume 47(2), August: 372-378.

- [22] Luhmann SJ, Schootman M, Schoenecker PL, Dobbs MB, Gordon E. 2003. Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures. *J of Pediatric Orthop*; 23: 443-447.
- [23] Morshed S, Humphrey M, Corrales LA, Millett M, Ho Ynger SA. 2007. Retention of Flexible intramedullary nails following treatment of pediatric femur fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*; 127: 509–514.
- [24] Mutimer J, Hammett RD, Eldridge JD. 2007. Assessing leg length discrepancy following elastic stable intramedullary nailing for paediatric femoral diaphyseal fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*; 127: 325–330.
- [25] Narayanan U, Hyman JE, Wainwright AM, Rang M, Almar B. 2004. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them. *J Pediatr Orthop*; 24: 363-369.
- [26] Nectoux E, Giacomelli MC, Karger C, Gicquel P, Clavert JM. 2008. Use of end caps in elastic stable intramedullary nailing of femoral and tibial unstable fractures in children: preliminary results in 11 fractures. *J Child Orthop*; 2: 309–314.
- [27] Oetgen ME, Adolfsen SE, Podeszwa DA. 2009. Management of femur fractures in children ages 6 to 12 years old. *Techniques in Orthopaedics*; Vol 24, N 3: 196-203.
- [28] Ostrum RF MD, Levy MS DO. 2005. Penetration of the Distal Femoral Anterior Cortex During Intramedullary Nailing for Subtrochanteric Fractures: A Report of Three Cases. *J Orthop Trauma*; Vol 19, N. 9: 656-660.
- [29] Paia VS, Gwynne-Jones PD, Theisb JC. 2005. Femoral elastic nailing in the older child: proceed with caution. *Injury Extra*; 36: 185-189.
- [30] Panzica M, Garapati R, Zelle B, Krettek C, Tscheme H, Pape C. 2004. Combination of femoral fracture treatment and corrective osteotomy in a child with osteogenesis imperfecta. *Arch Orthop Trauma Surg*; 124: 341–345.
- [31] Perez A, Maharb A, Negus C, Newton P, Impelluso T. 2008. A computational evaluation of the effect of intramedullary nail material properties on the stabilization of simulated femoral shaft fractures. *Medical Engineering & Physics*; 30: 755–764.
- [32] Pombo MW, Shilt JS. 2006. The definition and treatment of pediatric subtrochanteric femur fractures with titanium elastic nails. *J Pediatr Orthop*; 26: 364-370.
- [33] Prata Nascimento F, Santili C, Akkari M, Waisberg G, Dos Reis Braga S, Moraes PM. 2010. Short hospitalization period with elastic stable intramedullary nails in the treatment of femoral shaft fractures in school children. *J Child Orthop*; 4: 53–60.

- [34] Pugh K, Morgan R, Gorczyca J, Pienkowski D. 1998. A Mechanical Comparison of Subtrochanteric Femur Fracture Fixation. *Journal of Orthopaedic Trauma*; Vol 12(5): 324-329.
- [35] Rathjen KE, Riccio AI, De La Garza D. 2007. Stainless steel flexible intramedullary fixation of unstable femoral shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop*; 27: 432-441.
- [36] Sankar WN, Jones KJ, Horn BD, Wells L. 2007. Titanium elastic nails for pediatric tibial shaft fractures. *J Child Orthop*; 1: 281–286.
- [37] Saseendar S, Menon J, Patro DK. Complications and failures of titanium elastic nailing in pediatric femur fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*.
- [38] Sink EL MD, Gralla J PhD, Repine M. 2005. Complications of Pediatric Femur Fractures Treated With Titanium Elastic Nails A Comparison of Fracture Types. *J Pediatr Orthop*; Vol 25: 577–580.
- [39] Spiegel DA, Ganley TJ, Flynn JM. 2005. Titanium Elastic Nailing of Pediatric Femur Fractures. *Oper Tech Orthop*; 15: 326-330.
- [40] Stanitski CL, Lascombes P, Haumont T, Journeau P. 2006. Use and Abuse of Flexible Intramedullary Nailing in Children and Adolescents. *J Pediatr Orthop*; 26: 827-834.
- [41] Toro PA, Sanin JE, Uribe RA. 2005. Osteosíntesis con clavos flexibles intramedulares retrógrados para el manejo de las fracturas diafisarias del fémur en niños entre 6 y 12 años. *IATREIA*; Vol 18, N 2: 167-176.
- [42] Viljanto J, Linna MI, Kivilueto H, et al. 1975. Indications and results of operative treatment of femoral shaft fractures. *Acta Chir Scand*; 141: 366-369.
- [43] Weiss JM, Choi P, Ghatan C, Skaggs DL, Kay RM. 2009. Complications with flexible nailing of femur fractures more than double with child obesity and weight >50 kg. *J Child Orthop*; 3: 53–58.
- [44] Wilson NC, Stott NS. 2007. Paediatric femoral fractures: Factors influencing length of stay and readmission rate. *Injury, Int J Care Injured*; 38: 931—936.
- [45] Li Y, Stabile KJ, Shilt JS. 2008. Biomechanical Analysis of Titanium Elastic Nail Fixation in a Pediatric Femur Fracture Model. *J Pediatr Orthop*; Vol 28, N 6.

## VIII.- APÉNDICE

| VARIABLE                     | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | ESCALA DE MEDICIÓN       | UNIDAD DE MEDIDA                          |
|------------------------------|---|--|--------------------------|---|
| Edad                         | Tiempo cronológico que ha vivido una persona                                      | Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente hasta la presentación de un evento en este caso la fractura | Cuantitativa<br>Discreta | Años                                      |
| Peso                         | Masa que presenta un cuerpo sobre un punto de apoyo                               | Magnitud vectorial que se define como la fuerza con la cual un cuerpo actúa sobre un punto de apoyo              | Cuantitativa<br>Discreta | Kilogramos                                |
| Fractura                     | Ruptura de un hueso   | Es la pérdida de continuidad ósea  | Cualitativa<br>ordinal   | Tipo de fractura                          |
| Inicio de deambulaci3n       | Periodo de tiempo desde que se interviene al paciente hasta que inicia marcha     | Semanas transcurridas desde el evento hasta la deambulaci3n  | Cuantitativa<br>Discreta | Semanas                                   |
| Fractura expuesta            | Es la lesi3n en los tejidos blandos cuando se presenta una fractura               | P3rdida de la continuidad 3sea acompa1ada de lesi3n de los tejidos blandos                                       | Cualitativa<br>Ordinal   | Clasificaci3n de Gustillo (tipos I-IV)    |
| Consolidaci3n de la fractura | Cierre de una fractura  | Evidencia radiogr3fica del cierre en el trazo fractuario   | Cualitativa<br>Ordinal   | Grados de consolidaci3n de Montoya (I-IV) |
| Complicaciones               | Presencia de situaciones adversas surgidas por la mala consolidaci3n de fracturas | Fen3menos de morbi-mortalidad acontecidas como consecuencia del tratamiento                                      | Cualitativa<br>Nominal   | Presente<br>Ausente                       |

#### A.1. Definici3n de Variables y Unidades de Medida.

|          |  |
|----------|--|
| Tipo I   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herida cutánea causada desde adentro hacia afuera</li> <li>- Herida cutánea menor de 1 centímetro</li> <li>- Con mínima contusión cutánea</li> <li>- Fractura de trazo simple, transversa u oblicua</li> </ul>  |
| Tipo II  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herida cutánea mayor de 1 centímetro</li> <li>- Con contusión de partes blandas</li> <li>- Sin pérdida de hueso ni músculo</li> <li>- Fractura conminuta moderada, mecanismo de lesión inverso</li> </ul>   |
| Tipo III | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herida grande y grave por extensa contusión cutánea, con aplastamiento o pérdida muscular y denudamiento perióstico.</li> <li>- Conminución e inestabilidad (también por arma de fuego)</li> </ul> <p>A: Asociada con grave pérdida ósea, con pérdida muscular, lesión de un nervio o un tendón pero que conserva la cobertura del foco óseo.</p> <p>B: Compromiso severo de partes blandas, pérdida de tejidos, sin capacidad de cobertura del foco óseo</p> <p>C: Lesión arterial y nerviosa, independientemente del compromiso de partes blandas</p> <p>D: Amputación traumática</p> |

A.2. Clasificación de Gustillo para Fracturas Expuestas.

| Grados | Hallazgos radiológicos                            |
|--------|---|
| I      | Reacción perióstica sin callo                     |
| II     | Callo con trazo de fractura visible               |
| III    | Callo de trazo de fractura visible sólo en partes |
| IV     | Desaparición del trazo de fractura                |

### A.3. Grados de Consolidación radiográfica de Montoya

|                                     |            |              |             |
|-------------------------------------|------------|--------------|-------------|
| Nombre:                             |            |              |             |
| Edad:                               |            |              |             |
| Género:                             |            |              |             |
| peso:                               |            |              |             |
| Idx:                                |            |              |             |
| Fecha de lqx:                       |            | tiempo Qx:   |             |
| Días de estancia intrahospitalaria: |            | sangrado Qx: |             |
| I                                   | II         | IIIa         | IIIb        |
| IIIc                                |            |              |             |
| Fx. Expuesta                        |            |              |             |
| 2a semana                           | 6a. Semana | 10a. Semana  | 14a. Semana |
|                                     |            |              |             |
| Seguimiento                         |            |              |             |
| Grados de Consolidacion             |            |              |             |
| Inicio deambulacion                 |            |              |             |
| Complicaciones                      |            |              |             |
| Angulación                          |            |              |             |
| No unión                            |            |              |             |
| Infección                           |            |              |             |
| Desplazamiento fractuario           |            |              |             |