

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS  
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



“TRATAMIENTO QUIRURGICO DE LAS FRACTURAS EN EDAD PEDIATRICA  
CON CLAVOS TEN‘S”

HOSPITAL GENERAL REGIONAL DEL IMSS 220 “JOSE VICENTE VILLADA”

TESIS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD DE  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA

P R E S E N T A: M.C. RAMIRO TORRES PACHECO

DIRECTORES DE TESIS: E. EN C.G. MARIO ALFREDO JARAMILLO GARCÍA

REVISORES DE TESIS:  
ESP.ORT. G. GERARDO HUITRON BRAVO.  
ESP. ORT. EVERARDO SALGADO CARBAJAL.  
E.EN ORT.PED. JULIO CESAR DOMINGUEZ ESCOBEDO  
ESP. ORT. CARLOS JOEL GONZALEZ CASTILLO.

TOLUCA, ESTADO DE MEXICO, 2014

A MI AMADA FAMILIA:

MI ESPOSA ICELA.

MIS HIJAS KAROL, KAREN Y KARIME.

A MIS AMADOS PADRES:

MA. DEL CARMEN Y DARIO (+)

## AGRADECIMIENTOS

- A MIS MAESTROS:

DR. MAXIMINO NAVA BASABE.  
DR. ABEL LAGUNA Y TORRES (+).  
DR. EVERARDO SALGADO CARBAJAL.  
DR. JESUS CERVANTES CASTAÑEDA.  
DR. JESUS JAVIER OSORIO.

POR SUS INVALUABLES ENSEÑANZAS.

- A MIS HERMANOS:

MARIA ELIZABETH TORRES PACHECO.  
DARIO RICARDO TORRES PACHECO.  
MARIA DEL CARMEN TORRES PACHECO.

- A MIS AMIGOS:

DR. MARCO ANTONIO MEDOZA LOVERA.  
DR. EDGARDO ZEPEDA GONZALEZ.  
DR. BENJAMIN BAUTISTA HERRERA.  
DR. OSCAR PEREZ BECERRIL.  
DR. EFRAIN DAVILA ABARCA.

AMIGOS DE TODA LA VIDA Y COMPAÑEROS DE MIL BATALLAS.

- A NORMA E. CASTAÑEDA POR SU APOYO INCONDICIONAL Y SU GRAN AMISTAD.

## INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES.....	5
MARCO TEORICO.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
JUSTIFICACION.....	33
OBJETIVOS.....	34
DISEÑO METODOLOGICO.....	35
IMPLICACIONES ETICAS.....	38
RESULTADOS Y ANALISIS.....	39
DISCUSION Y COMENTARIOS.....	51
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXOS.....	58

## RESUMEN

En el Hospital General Regional 220 del IMSS, Toluca, Edo México, se realizó un estudio retrospectivo, transversal, con unidad de análisis individual y fuente de datos primario, de fracturas en edad pediátrica, en edades de 3 a 14 años, tratadas con clavos intramedulares (TENS). Se trataron 50 fracturas en 48 pacientes, del 1ro de Enero del 2010 al 1ro de Marzo del 2012. Se trataron 48 pacientes, 30 del género masculino (62.5%) y 18 del femenino (37.5%), en una relación de 1.6:1, masculino:femenino, con un total de 50 fracturas, presentándose en 2 pacientes fractura ipsilateral de fémur y tibia. El hueso que más frecuentemente se lesionó fue el fémur con 22 fracturas (44%), el húmero con 7 (14%), 5 hombres y 2 mujeres, y el segmento radio cubital con un 8%, 3 del sexo masculino y uno del femenino. Solo 11 pacientes (22.9%) ameritaron rehabilitación, el 77.08% no la requirieron y presentaron una movilidad completa. La consolidación ósea total estuvo en promedio a las 7.5 semanas, siendo de 6 a 12 semanas posterior a la cirugía. Y al término de esta se evaluaron radiográficamente si existían datos de angulación residual, presentándose en 3 pacientes (6.25%), de los cuales un 2.08% fue el más importante en una fractura de húmero con 12 grados de desviación en varo. El tratamiento quirúrgico con clavos elásticos de titanio (TENS) en la edad pediátrica, es una buena técnica quirúrgica, ya que no se realiza en forma cruenta, siendo su indicación principal para tratar las fracturas de la diáfisis de los huesos largos en pacientes de los 4 a los 14 años, aunque se pueden usar en un rango menor o mayor dependiendo del tipo y localización de la lesión, con las grandes ventajas de que es una técnica mínima invasiva, percutánea, aceptada estéticamente, de un bajo costo, con mínimo o nulo riesgo de infección.

**Palabras Clave:** Fractura, Diáfisis, clavo elástico, Tens.

**Nivel de Evidencia: III**

## SUMMARY

Regional General Hospital IMSS 220, Toluca, Edo. Mexico, we conducted a retrospective, transversal, with individual analysis unit and a source of primary data, fractures in childhood, ages 3 to 14 years, treated with nails intramedullary (TENS). 50 fractures were treated in 48 patients, from January 1, 2010 to March 1, 2012. 48 patients were treated, 30 were male (62.5%) and 18 female (37.5%) in a ratio of 1.6: 1, male: female, with a total of 50 fractures, occurring in 2 patients ipsilateral femur fracture and tibia. The bone most frequently injured was the femur with 22 fractures (44%), the humerus in 7 (14%), 5 men and 2 women and radio ulnar segment with 8%, 3 males and one female. Only 11 patients (22.9%) merit rehabilitation, 77.08% had not required and complete mobility. Bone healing was on average total the 7.5 weeks, with 6 to 12 weeks after surgery. And at the end of the radiographically assessed whether there were residual angulation data, occurring in 3 patients (6.25%), of which 2.08% was the most important in a fractured humerus in 12 degrees of varus deviation. Surgical treatment with titanium elastic nails (TENS) in children is a good surgical technique, since it is not done in a bloody, with its main indication for treating fractures of the diaphysis of long bones in patients from the 4 to 14 years, but can be used in a range lower or higher depending on type and location of the lesion, with the great advantages of being a minimally invasive, percutaneous, aesthetically acceptable, a low cost, with minimal or no risk of infection. **Key Words:** Fracture, Shaft, elastic nail, Tens.

**Level of Evidence: III**

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha tenido lugar una verdadera revolución en el tratamiento de las fracturas diafisarias de los huesos largos en edades pediátricas, especialmente en los miembros inferiores, Los clavos elásticos de titanio (Tens) han ampliado las posibilidades de tratamiento a las fracturas de los huesos largos en los niños. (5,11,19)

La sofisticación creciente de los materiales de osteosíntesis empleados en el tratamiento de estas fracturas en los adultos, y la mejoría consecuente de los resultados, condujeron inevitablemente a la aplicación de placas de compresión dinámica en el tratamiento de los niños mayores, como lo recomiendan Ward (1992), Hansen (1992), Kregor (1993). (23, 44)

La fijación mediante clavos intramedulares flexibles o con clavos de Enders ha sido recomendada por Ligier et al (1988), Mann (1994), Winqvist, entre otros. Una excelente revisión multicéntrica es referida por Flynn et al, en el 2001. Solano Urrutia, Gallón y Echandía publicaron los resultados del tratamiento de 30 pacientes con TENs en el Hospital Universitario del Valle (2003). (15,28,44)

El enclavado endomedular fue descrito inicialmente por Rush, siendo popularizado por Ender y Simons, Weidner en Europa y por Pankovich en los Estados Unidos. La evolución de los clavos continuó hasta volverse flexibles por Nancy en Francia (1977) y estudiados por otros grupos como el de Ligier en el manejo de las fracturas diafisarias en el fémur. Ender en 1970 modifica los clavos volviéndolos más delgados y utilizando para enclavado endomedular en fracturas trocantéricas, mediante la inserción de tres de los mismos a través del cóndilo femoral medial, sin embargo, su popularidad disminuyó debido a las fallas que presentaban en cuestión de estabilidad. (7,20,27)

Los clavos de Nancy se diferenciaron de los clavos de Ender, debido a que estos últimos son de acero inoxidable, sin embargo no son lo suficientemente flexibles para su manejo en los niños. En nuestro medio en el 2010, Meza e Isunza, reportaron resultados excelentes en el manejo con clavos flexibles de titanio en 44 pacientes, con adecuada consolidación y movilidad postquirúrgica, así como mínimas complicaciones. (12,21)

El objetivo de este sistema biológico de osteosíntesis, mínimamente invasivo, es conseguir una reducción y una estabilización de la fractura apropiadas para la edad del niño. El principio biomecánico del enclavado intramedular elástico y estable se basa en la colocación simétrica de dos clavos elásticos de inserción metafisaria, cada uno de ellos con tres puntos de apoyo en la superficie interna del hueso. El resultado de este sistema de osteosíntesis son las cuatro siguientes propiedades

biomecánicas: estabilidad frente a la flexión, estabilidad axial, estabilidad frente al desplazamiento perpendicular y estabilidad frente a la rotación; todas ellas constituyen requisitos indispensables para el éxito de la corrección quirúrgica de una fractura ósea (Dietz y cols., 1997). (1,14,32)

El enclavado intramedular elástico y estable con clavos TEN (clavos elásticos de titanio) está indicado básicamente para el tratamiento de las fracturas diafisiarias y metafisiarias en los niños.

Sus indicaciones concretas dependen de tres factores que deben considerarse siempre de forma conjunta: la edad del paciente, el tipo y la localización de la fractura.

### **Edad**

El intervalo de edad para el clavo TEN depende del desarrollo biológico del niño. La experiencia clínica apunta hacia un límite inferior en torno a los 3 o 4 años y un límite superior entre los 13 y los 15 años.

### **Tipo de fractura**

- Fracturas transversas
- Fracturas transversas y oblicuas cortas en mariposa
- Fracturas oblicuas largas con posibilidad de apoyo cortical
- Fracturas espiroideas
- Fracturas multifragmentarias y bifocales
- Fracturas espontaneas en caso de quistes óseos esenciales

### **Localización de la fractura**

- Fracturas diafisiarias de fémur
- Fracturas metafisiarias distales de fémur
- Fracturas subtrocantéricas de fémur
- Fracturas diafisiarias de tibia (con o sin fractura simultánea de peroné)
- Fracturas metafisiarias distales de tibia (con o sin fractura simultánea de peroné)
- Fracturas diafisiarias y subcapitales de húmero
- Fracturas supracondíleas de húmero
- Fracturas diafisiarias de radio y cúbito
- Fracturas cervicales de radio

### **Otras posibles indicaciones:**

- Fracturas de húmero, radio o cúbito en los adultos
- Politraumatismos con traumatismos craneoencefálicos, incluso fuera de los límites de edad mencionados
- Quistes óseos esenciales (estabilización profiláctica)
- Osteogénesis imperfecta

### **Contraindicaciones**

- Fracturas intrarticulares
- Fracturas femorales complejas, sobre todo en conexión con obesidad (50 a 60 kg) y/o edad (15 a 16 años). (1,30, 41,43)

## ANTECEDENTES

Durante la historia del manejo de las fracturas en los niños, se han observado importantes avances en los últimos 20 años. Anteriormente el manejo de las mismas era de forma conservadora, en casi su totalidad mediante el uso de férulas, escayolados, etc. Sin embargo en algunas ocasiones las fracturas eran, per se inestables y tendían a desalojarse o consolidar en posiciones viciosas. Por lo anterior, la ortopedia ha tendido a permitir más el manejo quirúrgico en las fracturas en los niños, nunca perdiendo de vista la idea «Entre menos toques la fractura, mejor le irá». Lo anterior referido a no tocar el periostio, drenar el hematoma fracturario o dañar más los tejidos en general. Con ello el manejo de la cirugía mínima invasiva ha aumentado en nuestros días. Y la traumatología pediátrica no podía quedar rezagada; abriéndole la puerta a nuevos métodos para solucionar el manejo de las fracturas y disminuir así su morbilidad. La idea de una osteosíntesis de características biológicas en el niño es adecuada, debido a que no se dañarán los tejidos cercanos al foco de fractura, permitiendo una consolidación secundaria (con callo óseo). El manejo del enclavado endomedular ha sido el punto de partida para pensar en dicho trabajo debido a que cumple con todo lo mencionado. Desde hace más de 40 años se han utilizado los clavos con la idea de alinear y estabilizar las fracturas, iniciándose con materiales rígidos y muy voluminosos, los mismos que al introducirse no respetaban los centros de crecimiento óseo. El enclavado endomedular fue descrito inicialmente por Rush, siendo popularizado por Ender y Simons- Weidner en Europa y por Pankovich en los Estados Unidos.

La evolución de los clavos continuó hasta volverse flexibles por Nancy en Francia (1977) y estudiados por otros grupos como el de Ligier en el manejo de las fracturas diafisarias en el fémur (19). Ender en 1970 modifica los clavos volviéndolos más delgados y utilizando para enclavado endomedular en fracturas trocantéricas, mediante la inserción de tres de los mismos a través del cóndilo femoral medial, sin embargo, su popularidad disminuyó debido a las fallas que presentaban en cuestión de estabilidad. Los clavos de Nancy se diferenciaron de los clavos de Ender, debido a que estos últimos son de acero inoxidable, sin embargo no son lo suficientemente flexibles para su manejo en los niños. Los clavos de Ender fueron utilizados en Estados Unidos para la estabilización de fracturas diafisarias de fémur con mejores resultados, Pankovich publica las recomendaciones para el uso de dichos clavos, comentando la necesidad de tres puntos de apoyo (23). Prevot, Profesor de Nancy,

describe una serie de factores que contempla para la decisión del manejo de los clavos flexibles en el paciente pediátrico:

1. La inconformidad que presentan los niños mayores de 6 años con respecto a la inmovilidad prolongada, en las fracturas de diáfisis femoral.
2. Problemas psicológicos y escolares secundarios al tiempo de ausentismo mínimo de 6 semanas.
3. Inconveniente de realizar una reducción abierta y fijación con placa en un hueso en crecimiento. .

En el 2004, Toro Posada y col., en Colombia, presentan una serie de 67 pacientes pediátricos con fracturas de huesos largos tratados con clavos flexibles intramedulares, con excelentes resultados, y mínimas complicaciones: en 3 de ellos discrepancia mínima en longitud y en dos deformidad angular también mínima (43).

En nuestro medio, también en el 2004, Ramírez J.A. y col., presentan una serie de 27 casos tratados con el mismo método, obteniendo buenos resultados con un solo caso de pseudoartrosis como complicación. En el 2009, Mendoza y col. reportaron una serie también de 27 pacientes en edad pediátrica con fracturas de huesos largos en tratados con el uso de clavos elásticos de titanio (TEN's) con buenos resultados funcionales, mínima angulación del foco de fractura y acortamiento mínimo en 4 casos. Por su parte en 2010, Meza e Isunza, reportaron resultados excelentes en el manejo con clavos flexibles de titanio en 44 pacientes, con adecuada consolidación y movilidad postquirúrgica, así como mínimas complicaciones. (12, 2, 28).

## MARCO TEÓRICO.

### Fracturas de huesos largos en edad pediátrica.

#### Fracturas de radio y cúbito.

Las fracturas de radio y cúbito, que son las más frecuentes en la edad pediátrica, representando entre 15 y 20% de todas las fracturas ocurridas en los niños, así como 62% de las fracturas ocurridas en la extremidad superior. Aproximadamente 75 a 84% ocurren en el tercio distal; 15%, en el tercio medio, y 5%, en el tercio proximal. Siendo aproximadamente el 50% de estas en la rama verde y ocurren más frecuentemente en niños menores de ocho años. Tienen un predominio en el varón en una relación de 2:1 (6, 45, 46).

Las caídas en el hogar son el mecanismo de lesión más frecuente al realizar actividades deportivas o por un mecanismo indirecto sobre la palma de la mano o el dorso. (46,36). La mayor parte de estas lesiones (más de 90% de todas las fracturas estables de antebrazo ocurridas en pacientes pediátricos) pueden ser tratadas mediante reducción cerrada e inmovilización con aparato de yeso braquipalmar. La angulación menor se corrige en forma espontánea y por remodelación durante el crecimiento. Sin embargo, en 5% de los casos se han reportado resultados funcionales deficientes después de un tratamiento conservador (28,40).

Ya ha sido referido por varios autores, que las fracturas radio-cubitales en pacientes menores de 10 años tienen una gran capacidad de remodelación en comparación con las de los mayores de 10 años, de ahí que en niños menores se aceptan mayores grados de desplazamiento. La angulación mayor de 10°, la mala rotación y el desplazamiento completo son susceptibles de tratamiento quirúrgico. (29,46,47). Price y col. recomendaron el tratamiento quirúrgico en niños mayores de nueve años que tenían más de 10° de angulación, una rotación mayor de 30° y pérdida de la curvatura radial (29,48). En casos en que es necesario el tratamiento quirúrgico el propósito del tratamiento es prevenir futuras deformidades angulares y de rotación y conseguir un funcionamiento máximo. Las indicaciones para el tratamiento quirúrgico de las fracturas de antebrazo incluyen: fracturas expuestas, fracturas irreductibles, fracturas inestables en adolescentes, fractura segmentaria desplazada, múltiples traumatismos, codo flotante, síndrome compartimental,

fractura asociada con fractura de Monteggia inestable, Galeazzi o supracondílea, fractura patológica, refractura, afectación neurovascular, mala unión, complicaciones cutáneas que no pueden tratarse con yeso cerrado, desplazamientos secundarios en el yeso, mujeres mayores de 14 años y hombres mayores de 15 años (36,45,46). Los métodos utilizados para tratar este tipo de fracturas son: los clavos intramedulares y la fijación con placas y tornillos; se ha reportado que se obtienen buenos resultados con estos tratamientos quirúrgicos (29,40). En la actualidad se prefiere la reducción cerrada y la fijación intramedular, ya que el tiempo quirúrgico es mínimo, los resultados cosméticos son excelentes, la disección de tejidos blandos es mínima, el retiro de los clavillos es fácil, el tiempo de hospitalización es breve, la movilidad es temprana después del retiro y la extracción del implante es sencilla (18,25,26,40).

#### Fracturas de Tibia.

Las fracturas de la tibia y del peroné son las segundas fracturas más comunes en los centros de admisión ortopédica pediátrica, estando por debajo de las ocurridas en radio y cubito.

Las fracturas de tibia en niños tienen una incidencia del 15% del total de fracturas en cursos largos. De estas, el 38% se localizan en la tibia distal, el 27% en la diáfisis tibial, el 23% incluyen a ambos huesos tibia y peroné y el 12% se localiza en la tibia proximal. Las fracturas de la metáfisis distal de tibia son poco comunes en los niños la incidencia reportada de estas lesiones varía entre 0.35 Y 0.45 por ciento de todas las fracturas pediátricas.

El mecanismo de lesión principal es el trauma directo en el 50% de los casos, el 22% por trauma indirecto, el 17% provocadas por caídas y el 11% ocurridas en accidentes automovilísticos. Y éstas se encuentran en el 26% de los niños con maltrato (6, 9, 10, 22).

Existen una gran variedad de métodos para el tratamiento de estos incluyendo reducción cerrada /escayolados, fijación externa, y colocación de placas. Recientemente, los clavos intramedulares flexibles han sido preferidos como método de tratamiento para fracturadas de la diáfisis tibial cuando requieren de fijación quirúrgica.

La mayoría de esas fracturas, especialmente esas que no están desplazadas, son típicamente tratadas de forma no quirúrgica por la rápida consolidación y la remodelación ósea vista en los niños, Sin embargo, las fracturas desplazadas pueden requerir tratamiento quirúrgico especialmente aquellas en las cuales ha fracasado el intento de reducción y de mantener estable la fractura, con desplazamientos resultantes a dicha inestabilidad que superan de 5-10 grados en varo, valgo, antecurvatum o recurvatum, así como en aquellas que presentan cualquier grado de rotación la cual no se considera permisible.(6,10,22,30,47)

Estas fracturas, han sido satisfactoriamente manejadas por clavos percutáneos, enclavado intramedular flexible y fijación externa. La elección depende de la edad del paciente, el patrón de la fractura y la presencia de asociación de fractura de peroné, el tipo de desplazamiento y experiencia del cirujano.

Es ahora bien conocido que las fracturas metafisarias o diafisarias desplazadas en los niños pueden ser tratadas mediante osteosíntesis usando enclavado intramedular elástico estable. Metaizeau inicialmente describió esta técnica en 1982. Ahora, la técnica es ampliamente aplicada en cirugía ortopédica pediátrica como mínima invasiva con complicaciones postoperatorias mínimas reportadas, además la técnica es muy fácil de aprender (3,5).

### Fracturas de Fémur.

Las fracturas de la diáfisis femoral en niños son relativamente frecuentes, pues representan las terceras en localización (1.4%- 1.7% de la totalidad de las fracturas pediátricas), tras las metafisarias de cúbito-radio y de la clavícula. Deben considerarse como lesiones graves a causa de la pérdida de sangre, del shock que suele acompañar al traumatismo primario y de las lesiones asociadas (2).

Las fracturas de la diáfisis del fémur presentan una incidencia de 19 a 45 por cada 100 000 niños, son más frecuentes en varones 3:1. Según la edad, el 11% afecta a niños menores de dos años, el 21% entre los tres-cinco años, el 33% entre los 6-12 años y el 35 por ciento es entre los 13-18 años. La localización más frecuente es a nivel del tercio medio y trazo transversal (60%), le siguen las que asientan en el tercio proximal (20%) y las más raras son las del tercio distal (10%). La incidencia de fracturas abiertas es baja, menos del 5%. El mecanismo de producción más habitual en menores de tres años son caídas domésticas o en áreas de recreo o

el maltrato físico. En niños mayores, accidentes de tráfico o deportivos. En ocasiones la fractura asienta sobre hueso patológico (2,35).

La gran mayoría de las fracturas en niños tiene un buen pronóstico y cicatrizan sin dejar secuelas de importancia debido en buena parte a su capacidad de remodelación y a la rápida recuperación que tienen aún después de un periodo de inmovilización prolongado (2,4). No obstante, existe controversia en cuanto a cuál es el mejor método de tratamiento para estas lesiones. Los métodos tradicionales, casi todos conservadores (no quirúrgicos), para la mayoría de las fracturas de fémur en pacientes esqueléticamente inmaduros han sido reemplazados paulatinamente durante los últimos 20 años por diversos procedimientos quirúrgicos. De tal manera que los esquemas de manejo sugeridos siguen cambiando en la actualidad. El método tradicional de tratamiento incluía un periodo de tracción cutánea o esquelética (generalmente de 1-3 semanas, en forma intrahospitalaria) y posteriormente la aplicación de un molde de yeso pelvi-podálico (Espica o Callot). Este método ha sido cuestionado y ha perdido popularidad, a favor de métodos de manejo quirúrgico para la mayoría de las fracturas diafisarias en mayores de 6-7 años debido a:

- 1) El alto costo al mantener estos pacientes en el hospital por tiempo prolongado.
- 2) Las dificultades que implica para el paciente y su familia (pérdida del año escolar o pérdida del trabajo de los padres) por el largo tiempo de incapacidad asociado al uso de la tracción seguida por el yeso.
- 3) Los problemas para el aseo, transporte del paciente y las complicaciones asociadas con el uso del yeso y la tracción esquelética. (13)

Aunque los métodos quirúrgicos por lo general tienen la ventaja de lograr un mejor control de los fragmentos óseos y reintegración más rápida del paciente a sus actividades habituales, los riesgos asociados a la anestesia y al procedimiento quirúrgico mismo (riesgo de lesionar la circulación de la cabeza femoral al colocar un clavo intramedular rígido o de lesionar el cartílago de crecimiento) deben ser valorados en forma individual, antes de decidir el manejo definitivo de estos pacientes. En buena parte la edad del paciente determina el tipo de manejo. La gran mayoría de los pacientes menores de 7 años aún son manejados en forma no quirúrgica. Los mayores de esta edad generalmente se consideran candidatos para algún tipo de osteosíntesis.

## OPCIONES DE MANEJO

1.- Arnés de Pavlik. Ha demostrado ser el método más sencillo de manejo para la mayoría de las fracturas diafisarias y del tercio proximal del fémur en menores de un año. En este grupo de edad es indispensable descartar la posibilidad de abuso infantil (8,13,35).

Ventajas: Sencillo, económico, no requiere anestesia, evita problemas asociados con el yeso (úlceras por presión, rash, etc.)

Desventajas: Pobre control inicial de la fractura, lo cual se asocia a dolor (primeras 48 h). Esto puede ser contrarrestado con un soporte suave en la cara lateral del muslo durante los primeros días

2.- Yeso temprano. Es el método más comúnmente utilizado entre el año y los 6 años de edad, especialmente si la lesión es aislada, los tejidos blandos están íntegros y la fractura no tiene más de 2 cm de cabalgamiento inicial (8,13,35)

Ventajas: Económico, reduce la estancia hospitalaria y los costos.

Desventajas: Largo periodo de inmovilización e incapacidad, riesgo de lesiones por presión o tracción (úlceras, síndrome de compartimiento, lesiones vasculares), alta incidencia de acortamiento y angulación.

3.- Tracción esquelética seguida de yeso. Su uso ha disminuido considerablemente. Sin embargo, sigue siendo una gran opción en lugares en donde el costo de la estancia hospitalaria no es alto y/o en lugares donde las opciones de fijación quirúrgica no se encuentran disponibles o no se cuenta con experiencia en su uso. Su mayor valor es en pacientes menores de 7 años con fracturas que tienen más de dos cm de cabalgamiento. Se utiliza por un periodo que va entre los 7-21 días y es seguida por inmovilización en una Espica de yeso (13,35)

Ventajas: Mejor control de la fractura, permite evitar cirugía mayor.

Desventajas: Implica estancia hospitalaria prolongada mayor costo (económico y familiar), riesgo de que el clavo de tracción o el yeso lesionen los tejidos blandos y hueso (úlceras, necrosis, infección, lesión a la fisis proximal de la tibia o del fémur distal), tiempo prolongado de inmovilización e incapacidad.

#### 4.- Clavos elásticos flexibles.

Ventajas: Permite rápida movilización del paciente, se pueden utilizar en pacientes de menor edad que los clavos rígidos, bajo costo en relación a otros implantes, evita el riesgo de necrosis avascular de la cadera y lesión a las fisis.

Desventajas: Incapacidad para estabilizar fracturas espiroideas o conminutas o muy proximales o distales, pueden requerir inmovilización externa suplementaria, técnicamente demandan del conocimiento y dominio de la técnica quirúrgica, mayor incidencia de complicaciones en pacientes mayores a 12 años o 45 kg, irritación de los tejidos blandos en el sitio de entrada de los clavos.

Contraindicaciones relativas para su uso: Fracturas conminutas, trazos inestables en rotación (espiroideas), fracturas muy distales o muy proximales, fracturas expuestas ( 7, 13, 35, 43).

Los clavos flexibles deben ser simétricos, en su diámetro, longitud y sitio de entrada. Generalmente la entrada es en la metáfisis distal, 2-3 cm proximal a la fisis del fémur distal y su colocación retrógrada. Se recomienda no abrir el foco de fractura para disminuir el daño a los tejidos blandos (periostio y la vascularidad de los fragmentos óseos fracturados). Se requiere de fluoroscopia y una mesa radiolúcida o de fracturas.(7,35,41,43)

5.- Fijación intramedular rígida: La fijación intramedular rígida es el tratamiento estándar en adultos y adolescentes esqueléticamente maduros. En pacientes inmaduros se han reportado casos de necrosis avascular de la cabeza femoral cuando se utiliza la entrada por la fosa piriforme, por lo que su uso había sido limitado. Recientemente una nueva generación de clavos rígidos cuya entrada es por la punta del trocánter o incluso por su pared lateral ha reactivado el interés por el uso de estos implantes en pacientes que se acercan a la madurez esquelética. (30,35,38).

Ventajas: Amplia experiencia con la técnica quirúrgica (similar a la de los adultos), opción de bloqueo estático o dinámico, opción de hacer la fijación a foco cerrado (preferible) o abierto, estabilidad inmediata y rígida de la fractura (control de longitud y rotación), movilización y apoyo temprano, permite la distribución de cargas entre el hueso y el implante, acelerando la cicatrización

Desventajas: Riesgo de necrosis avascular, posible daño a la apófisis del trocánter mayor, lo cual lleva a coxa valga y adelgazamiento del cuello femoral (2,30,35).

6.- Fijación externa: Se puede considerar como una forma de tracción portátil. Sus principales indicaciones son las fracturas expuestas, lesiones severas de tejidos blandos, fracturas conminutas o inestables, fracturas fuera del istmo diafisario (subtrocantéricas o metafisarias distales), pacientes politraumatizados, con traumatismo cráneo-encefálico o con lesiones vasculares. La mayoría de estas indicaciones son contraindicaciones relativas de la fijación intramedular elástica, por lo que estos dos métodos se consideran complementarios (2,4)

Ventajas: Sencillo y rápido de aplicar, evita las grandes incisiones (menor sangrado y tiempo quirúrgico), facilita el manejo de los pacientes politraumatizados, buen control y estabilidad de la fractura, permite ajustes durante el tratamiento

Desventajas: costo, retardo en la consolidación y refracturas frecuentes (dinamizar para evitarlas), infección (generalmente superficial) en el sitio de los clavos o tornillos, cicatrices poco estéticas en el sitio de los tornillos

Algunos detalles técnicos. Se requiere de fluoroscopia y mesa radiolúcida o de fracturas.

Las recomendaciones actuales de tratamiento para fracturas del fémur en edad pediátrica son las siguientes:

- El arnés de Pavlik es una muy buena opción en menores de un año
- El yeso inmediato es la primera opción en menores de 6 años con fracturas aisladas que tienen menos de dos cm de cabalgamiento inicial.
- El manejo quirúrgico ha reemplazado al manejo conservador en mayores de 6 años.
- Los clavos flexibles son la opción más comúnmente utilizada entre los 6-11 años.
- Los clavos rígidos son una buena opción en niños mayores y adolescentes. Se recomienda la entrada trocantérica para disminuir el riesgo de necrosis avascular. (8,32)

## Fracturas del Húmero.

Las fracturas de la diáfisis humeral son poco frecuentes, lo que representa menos del 10% de todas las fracturas en niños. Su incidencia es aproximadamente 1 a 3 casos/1000 por año, que comprende menos de 3% de todas las fracturas en pediátricos. Las fracturas de la diáfisis humeral representan menos de 10% de todas las fracturas de húmero en niños.

El mecanismo de lesión en la mayor parte de las fracturas de la diáfisis humeral es por violencia directa, cómo serían las caídas contra un lado del brazo que tienden a producir fracturas transversales o conminutas y a veces abiertas. .

Estas fracturas a veces pueden ser un signo de abuso de menores por parte de los padres, por lo que la sospecha deberá mantenerse fuertemente en la evaluación de los niños con este tipo de lesiones

Una de las características más importantes de las fracturas de húmero en niños es su capacidad para remodelar y sanar con mínima o ninguna deformidad a pesar de desplazamiento y angulación. La mayoría de estas fracturas se puede tratar con inmovilización únicamente.

El tratamiento ortopédico es la primera elección en las fracturas diafisarias de húmero en niños. Para el tratamiento quirúrgico de las fracturas de diáfisis humeral en niños debe considerarse en primer lugar el hecho de que excelentes resultados se pueden lograr con el tratamiento no quirúrgico , con tasas de más de 90 % y 100 % de recuperación funcional completa. (33,37,39)

El tratamiento preferido de las fracturas de la diáfisis humeral en adultos es la colocación de un yeso colgante. En niños, el método no es eficaz porque obliga a la colaboración del paciente durante el sueño, y que permanezca en una posición de decúbito intermedio semisentado, sin apoyo por debajo del codo, y también la responsabilidad adicional de practicar los ejercicios apropiados. Un yeso colgante tampoco es práctico en el paciente irracional o inconsciente o en aquel que debe estar en decúbito y en reposo a causa de lesiones coexistentes. (30).

En lactantes y niños de corta edad se inmoviliza la fractura durante cuatro a seis semanas al colocar vendajes en el brazo, junto al tórax, en un vendaje modificado de Velpeau o un cabestrillo con acojinamientos de guata. En el niño mayor de edad y en el adolescente colaboradores cabe colocar un vendaje de Velpeau modificado con estockinette. La fijación adecuada también se logra por medio de un enyesado

en forma de “pinzas para azúcar” o en "U". Si la fractura es inestable u oblicua, con cabalgamiento notable de los fragmentos y es imposible conservar la reducción aceptable, se aplica tracción lateral con bandas adhesivas en la piel para conservar la posición aceptable de los fragmentos durante dos o tres semanas. En un niño de mayor edad o el adolescente con una fractura inestable, después de la reducción, se utilizará para inmovilización una espica de hombro; debe extenderse en sentido distal para incluir la pelvis y quedar perfectamente moldeada sobre las crestas iliacas (30,42).

Ocasionalmente, la reducción no puede mantenerse debido al acortamiento excesivo, angulación o mala rotación en el sitio de la fractura. Las angulaciones de más de 10 grados necesitan reducción, y de no conseguirse una reducción estable será utilizando la estabilización quirúrgica. En los últimos años el uso de clavos intramedulares elásticos estables se ha incrementado dramáticamente con la introducción de una variedad de clavos para fracturas pediátricas. El método preferido es el clavado intramedular elástico estable. En los adolescentes, se utilizan incluso clavos intramedulares no fresados (14,16).

El clavo de titanio elástico (TEN´s) está destinado a la fijación de fracturas diafisarias de los huesos largos en el que el canal medular es estrecho o la flexibilidad del implante es de suma importancia (14,16).

## Clasificación las fracturas de la Asociación para el estudio de la Osteosíntesis (AO).

La clasificación de las fracturas de los huesos largos de Maurice E. Muller y colaboradores, editada en 1987 y adoptada por la mayoría de las sociedades internacionales de cirugía ortopédica y traumatología, es el resultado de una monumental tarea considerada una de las más importantes en la actualidad ya que presenta las siguientes características: (34)

1.- Es una clasificación global que comprende la topografía de la lesión según un plan racional, organizado con tríadas jerarquizadas que señalan su gravedad. Se designen por un código alfanumérico (tres tipos: A, B, C; divididos en tres grupos: 1, 2,3; los cuales a su vez se dividen en tres subgrupos: 1, 2,3; los cuales pueden tener cualificaciones especiales).

2.- El organigrama de la clasificación está construido sobre criterios anatómicos y anatomopatológicos. La subdivisión ternaria es una simplificación muy atractiva que permite, si no se conoce la clave del sistema, identificar todas las fracturas con su valor pronóstico.

3.- No es una clasificación analítica, sino una clasificación sintética que integra no sólo el aspecto anatómico de la fractura, sino también, al mismo tiempo, su topografía, complejidad, pronóstico y posibilidades terapéuticas.

4.- Es una clasificación interactiva que permite identificar fácilmente las características de las fracturas a partir de exámenes normalizados, a través de una sucesión de preguntas simples. La clasificación se integra fácilmente en el proceso diagnóstico y de forma insensible conduce a la decisión Terapéutica.

5.- La clasificación es evolutiva ya que sigue las posibilidades terapéuticas de cada fractura en función del estado de la cirugía en cada momento histórico de su desarrollo (31,34)

Principios de la clasificación.

El principio fundamental de la clasificación es la división de todas las posibles fracturas de una determinada localización ósea en tres tipos, los cuales a su vez se dividen en tres grupos y subgrupos. Cada división y subdivisión se corresponde según un orden de gravedad creciente en función de la complejidad morfológica del trazo de fractura, de las dificultades terapéuticas inherentes y del pronóstico. Qué

tipo?, que grupo?, que subgrupo?, estas tres cuestiones y sus respuestas son la clave de la clasificación. Los tres tipos se denominan A, B y C. Cada uno de ellos se divide en tres grupos, A1,A2,A3 - B1,B2,B3 - C1,C2,C3, respectivamente, configurando nueve grupos. Su subdivisión posterior en tres subgrupos .1, .2 y .3 Hace que se formen 27 sub grupos en cada localización segmentaria. Los subgrupos representan las tres variedades características de cada grupo. El paso de verde a amarillo y luego a rojo, siguiendo las flechas, indica el incremento de gravedad. A1 designa las fracturas más simples y de mejor pronóstico, y C3 Las fracturas más complejas, las de mayor dificultad de tratamiento y de pronóstico más sombrío. Así pues, la clasificación de una fractura determina anatómicamente su gravedad y conduce a una decisión terapéutica óptima.

Las fracturas, a partir de los tipos, están ordenadas según su complejidad, dificultad de tratamiento y pronóstico. Los tipos crecen en complejidad según avanzan las letras del abecedario A, B, C. Los grupos y subgrupos Tienen peor pronóstico según avanza la numeración 1, 2,3. La adición de los colores del semáforo a las letras números y dibujos permite obtener a simple vista la impresión sobre la gravedad de la fractura.

La clasificación tiene características alfa numéricas. Para identificar los huesos largos se utilizan los números uno al cuatro. Número 1 para el húmero, número 2 para radio y cúbito, número 3 para el fémur y número 4 para tibia y peroné. Cada hueso se divide a su vez en tres segmentos numerados del uno al tres. Los maléolos son una excepción formando el segmento cuatro.

La delimitación anatómica de los segmentos proximal y distal y de la diáfisis comprendida entre los dos se realiza por un procedimiento arbitrario propuesto por Urs Heim, que tiene fácil aplicación radiográfica y se aproxima a la realidad clínica. La fórmula es la siguiente: los segmentos proximal y distal de cada hueso a excepción del fémur proximal se delimitan por un cuadrado cuyos lados laterales son paralelos al largo del hueso y su longitud es igual a la anchura máxima de la epífisis. Así se configura el cuadrado de Heim.

Pará situar una fractura en un determinado segmento, cuando el trazo de fractura transcurre a través de dos, la norma es localizar el centro de la fractura y este punto es el que identifica el segmento. Si un trazo de fractura diafisario o metafisario discurre hasta invadir una articulación de forma significativa, siempre se evalúa la fractura más grave ( la articular ) que se identifica con el segmento epifisario correspondiente (31,34).

## Cómo usar la clasificación

1. Al localizar una fractura, lo primero que debe hacerse es precisar el hueso o grupo de huesos y después el segmento.
2. Una vez determinado en el segmento, se procede a definir el tipo y el grupo de la fractura entre una o dos posibilidades de dos-cuatro opciones. (34)

## Técnica quirúrgica de colocación de clavos TEN's.

El principio biomecánico de este sistema biológico de osteosíntesis, se basa en la colocación simétrica de dos clavos elásticos de inserción metafisaria, cada uno de ellos con tres puntos de apoyo en la superficie interna del hueso. El resultado de este sistema de osteosíntesis son las cuatro siguientes propiedades biomecánicas: estabilidad frente a la flexión, estabilidad axial, estabilidad frente al desplazamiento perpendicular y estabilidad frente a la rotación; todas ellas constituyen requisitos indispensables para el éxito de la corrección quirúrgica de una fractura ósea. (1,31,41)

Indicaciones y contraindicaciones.

Este sistema está indicado básicamente para el tratamiento de las fracturas diafisarias y metafisarias en los niños. Sus indicaciones concretas dependen de tres factores que deben considerarse siempre de forma conjunta: la edad del paciente, el tipo de fractura y la localización de la fractura.

1.- Edad: El intervalo de edad para el clavo TEN depende del desarrollo biológico del niño. La experiencia clínica apunta hacia un límite inferior en torno a los 3 ó 4 años y un límite superior entre los 13 y los 15 años.

2.- Tipo de fractura:

- a) Fracturas transversas
- b) Fracturas oblicuas cortas en mariposa
- c) Fracturas oblicuas largas con posibilidad de apoyo cortical.
- d) Fracturas espiroideas.
- e) Fracturas multifragmentarias y bifocales
- d) Fracturas espontáneas en caso de quistes óseos esenciales

3.- Localización de la fractura:

- a) Fracturas de fémur:

- Fracturas mediodiafisiarias.
- Fracturas metafisarias distales.
- Fracturas subtrocantéreas.

b) Fracturas de tibia:

- Fracturas mediodiafisiarias con o sin fractura simultánea de peroné.
- Fracturas metafisarias distales de tibia con o sin fractura simultánea de peroné.

c) Fracturas de humero:

- Fracturas diafisarias y subcapitales.
- Fracturas supracondíleas.

d) Fracturas radiocubitales:

- Fracturas diafisarias de radio y cúbito.
- Fracturas cervicales de radio.

Otras posibles indicaciones:

- Fracturas de húmero, radio o cúbito en los adultos.
- Politraumatismos con traumatismos craneoencefálicos, incluso fuera de los límites de edad mencionados.
- Quistes óseos esenciales (estabilización profiláctica).
- Osteogénesis imperfecta

Contraindicaciones:

- Fracturas intrarticulares.
- Fracturas femorales complejas, sobre todo en conexión con obesidad (50 a 60 kg) y/o edad (15 a 16 años)
- Canal medular superior a 10 mm a nivel del istmo.

## Técnica quirúrgica estándar

La siguiente descripción es una cita textual del original publicado por: Synthes SMP. Técnica Quirúrgica TEN. Instrumentos e implantes originales de la asociación para el estudio de la osteosíntesis-AO/ASIF.

La técnica quirúrgica que se describe a continuación corresponde a una fractura diafisaria de fémur con inserción ascendente de los clavos TEN's. Para los demás huesos largos en donde hay indicación quirúrgica con clavos TEN's se describen más adelante las variantes de esta técnica quirúrgica estándar.

Una meticulosa planificación preoperatoria, la elección correcta de los implantes más adecuados y la comprobación precisa de la rotación con la extremidad sana son requisitos imprescindibles para el buen éxito de la operación.

### a) Colocación del niño

El niño debe colocarse en decúbito supino sobre una mesa de quirófano radiotransparente. Para los niños mayores puede utilizarse la mesa de tracción. A los niños más pequeños hay que fijarlos a la mesa de operaciones. El ayudante coloca la extremidad lesionada en extensión. La libre colocación del niño, sin fijarlo a la mesa, facilita el control de la posición del clavo y de la rotación. El arco del amplificador de imágenes debe situarse de tal modo que permita obtener imágenes de buena calidad en toda la longitud del fémur tanto en proyección anteroposterior (AP) como en proyección lateral.

### b) Reducción de la fractura

Si se opera en la mesa de tracción, la fractura se reducirá de forma preoperatoria bajo control radiológico. En caso de libre colocación del niño, la reducción se lleva a cabo durante la intervención quirúrgica. Si se trata de una fractura compleja, deben cubrirse ambas extremidades con paños estériles, para que pueda compararse la rotación de forma intraoperatoria.

La palanca en F puede facilitar la reducción. Esta palanca debe aplicarse al nivel de la fractura de tal modo que sus dos varillas paralelas desplacen los fragmentos hasta la posición deseada.

#### c) Determinación del diámetro de los clavos

Se mide en la radiografía el istmo de la cavidad medular. El diámetro de cada clavo debe corresponder a 30–40% del diámetro total de la cavidad medular. Escoja siempre dos clavos con idéntico diámetro para evitar las desviaciones en varo o en valgo.

#### d) Determinación del punto de inserción de los clavos

Para la inserción femoral ascendente, los puntos de inserción se sitúan a 1 ó 2 cm en sentido proximal con respecto a la placa epifisaria distal. Esta distancia viene a corresponder en los niños aproximadamente a un través de dedo en sentido proximal con respecto al polo rotuliano superior.

Si fuera necesario, se confirmara bajo control radiológico los puntos de inserción previstos.

#### e) Incisión cutánea

Se realizan dos incisiones cutáneas enfrentadas –medial y lateral– de 3 ó 4 cm de longitud cada una (según el tamaño del niño), desde el punto previsto de inserción en dirección distal. Sobre todo en el lado lateral, la incisión de la fascia debe tener la misma longitud.

Los puntos de inserción deben situarse, por principio, fuera de la cápsula articular; no debe lesionarse nunca la placa epifisaria.

#### f) Apertura de la cavidad medular

Para conseguir un óptimo arriostramiento simétrico, es imprescindible practicar dos orificios idénticos y coincidentes en la cavidad medular, uno a cada lado.

Se secciona y separa a ambos lados la fascia hasta la altura necesaria. En el extremo proximal de la incisión cutánea, se introduce perpendicularmente el punzón hasta llegar al hueso. Con movimientos simultáneos de rotación, se hace descender el punzón hasta formar un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal del fémur. Se continúa perforando la cortical en sentido ascendente. El orificio abierto debe ser apenas mayor que el diámetro del clavo escogido.

Se comprueba en el intensificador de imágenes la posición y la profundidad de inserción del punzón.

Se repita este proceso para el punto de inserción del lado opuesto.

Como alternativa si la cortical fuera demasiado dura, se perforara la cavidad medular con la broca del tamaño correspondiente. Se comprueba en el intensificador de imágenes la posición y la profundidad de inserción de la broca.

#### g) Precurvado de los clavos

Antes de proceder a su inserción, se recomienda curvar la parte del clavo que habrá de quedar implantada en el interior de la cavidad medular. El vértice de la curvatura debe quedar a la altura de la línea de fractura, y la punta del clavo debe continuar el arco de la curvatura. Ambos clavos deben curvarse de forma idéntica .

Un precurvado más intenso permite potenciar la compresión interna y desplazar los puntos de entrecruzamiento de los clavos más hacia la metáfisis, con lo que aumenta la estabilidad en las fracturas complejas.

#### h) Fijación del primer clavo en el impactador.

Se introduce el primer clavo en el impactador y se orienta la marca de láser visible en el extremo posterior del clavo hacia uno de los indicadores de posición del impactador (marcas de laser en la punta; asimétricos bulones transversales en el extremo posterior). Ello permitirá visualizar la orientación y el giro de la punta del clavo en el hueso sin necesidad de recurrir al intensificador de imágenes, y evitar así que los clavos se enrosquen («efecto sacacorchos»).

#### i) Inserción del primer clavo

Se introduce el clavo en la cavidad medular con su punta perpendicular al eje longitudinal del hueso. Se gira 180° el impactador y se orienta la punta del clavo en el eje longitudinal de la cavidad medular. Si fuera necesario, se comprueba la posición de la punta del clavo con el intensificador de imágenes.

Avance del primer clavo hasta la línea de fractura

Se avanza a mano el clavo hasta la línea de fractura, con movimientos rotatorios o golpeando suavemente con el martillo sobre la superficie de percusión del impactador. Evite golpear sobre las piezas en forma de T.

#### j) Inserción del segundo clavo

Se repiten los pasos anteriores para el segundo clavo en el punto de inserción del lado opuesto. Al hacerlo, se obtiene ya el primer entrecruzamiento de los clavos.

#### k) Paso de los clavos a través de la línea de fractura

Se efectúa una reducción indirecta de la fractura, ya sea mediante rotación de los clavos, tracción longitudinal de la pierna o con ayuda de la palanca en F. Acto seguido, se hace avanzar los clavos –primero uno y después el otro– a través de la línea de fractura. Debe controlarse mediante el intensificador de imágenes y en ambos planos el pasaje de los clavos también al otro lado de la línea de fractura.

Si un clavo TEN se dobla como consecuencia de las maniobras de reducción, debe desecharse y sustituirse por otro nuevo.

#### l) Comprobación de la posición de las puntas.

Debe orientarse correctamente las puntas hacia los bordes de la cavidad medular en el plano frontal. Cuando las puntas estén correctamente colocadas, se hace avanzar los clavos en sentido proximal para fijar bien la fractura, hasta que las puntas apenas lleguen a la metáfisis femoral proximal. Al hacerlo, se debe tener cuidado de que los clavos no se crucen por segunda vez hasta después de haber atravesado la línea de fractura.

Debe evitarse siempre que los clavos giren más de 180° sobre su propio eje, así como el llamado «efecto sacacorchos» (entre- cruzamiento de los clavos en más de dos puntos).

#### m) Comprobación de rotación

Una vez que ha quedado fijada provisional pero firmemente la fractura, antes de proceder a la fijación definitiva de los clavos es preciso comprobar la rotación o situar correctamente las puntas de los clavos. Si se está utilizando una mesa de tracción, el miembro inferior debe liberarse de la tracción sin romper las condiciones de asepsia. De este modo resulta posible también el control radiológico axial en el fémur proximal.

#### n) Corte de los clavos

Los clavos deben acortarse de forma intraoperatoria hasta la longitud deseada. El punto óptimo de corte se mide en el extremo distal del clavo, que sobresale del hueso.

En primer lugar es preciso determinar en la zona proximal, con ayuda del intensificador de imágenes, la distancia entre la posición actual de las puntas de los clavos y la posición definitiva de anclaje. Si a esa distancia se le suma 1 cm que debe sobresalir cada clavo para facilitar posteriormente su extracción, nos da la distancia total desde la superficie ósea hasta el punto de corte. Los clavos

demasiado salientes favorecen la formación de pseudobolsas molestas y estorban al flexionar la rodilla. Además, pueden perforar la piel y provocar bursitis y otras infecciones.

#### ñ) Colocación definitiva y anclaje de los clavos

Con ayuda del impactador biselado, y golpeando suavemente con el martillo, se hace avanzar los clavos hasta la posición prevista de anclaje. El bisel del impactador debe descansar sobre la cortical femoral, pues sólo así se garantiza que el extremo distal del clavo sobresalga 1 cm para la fácil extracción.

Se dobla ligeramente con el impactador el extremo saliente de cada clavo para facilitar su posterior extracción (41).

#### Fémur: técnica descendente

Para las fracturas femorales del tercio distal se emplea preferentemente la técnica de inserción descendente y unilateral. La osteosíntesis de fracturas metafisarias con clavos se basa en principios biomecánicos distintos que la osteosíntesis de fracturas diafisarias. Resulta obligado garantizar un soporte interno correcto para estabilizar las puntas de los clavos y, con ello, los fragmentos metafisarios. Cambios con respecto a la técnica femoral estándar:

##### a) Determinación del punto de inserción de los clavos

Para la técnica descendente, los puntos de inserción quedan 2 ó 3 cm por debajo del trocánter mayor. Ambos puntos de inserción se sitúan en el mismo lado, separados uno del otro por 1 ó 2 cm en dirección longitudinal y 0.5 ó 1 cm en dirección lateral.

Si los puntos de inserción están demasiado juntos, puede partirse el hueso al insertar los clavos.

##### b) Incisión cutánea

La incisión cutánea debe prolongarse 4 ó 5 cm, de tal modo que pueda exponerse el fémur a través de una corta incisión en forma de L del musculo Vastus lateralis.

##### c) Precurvado de los clavos.

Para conseguir un arriostramiento interno correcto, con 3 puntos de apoyo, uno de los clavos debe curvarse en forma de “S”, de tal modo que la tensión de arriostramiento quede a la altura de la fractura.

d) Inserción del primer clavo

Se introduce primero el clavo arqueado, reduzca la fractura con él y consiga una estabilización primaria de la fractura.

e) Inserción del segundo clavo

Se introduce el clavo curvado en forma de S. Al percibir el primer contacto con la cortical opuesta, gire el clavo 180°.

f) Colocación definitiva y anclaje de los clavos

Se hacen avanzar los clavos hasta la placa epifisaria y sitúe la punta de cada clavo en posición mutuamente divergente (según la proyección AP).

En las fracturas del antebrazo se inserta un solo clavo TEN en cada hueso, pero en sentidos opuestos, pues el radio y el cúbito forman con la membrana interósea una unidad biomecánica. Cambios con respecto a la técnica femoral estándar:

a) Determinación del diámetro del clavo

El diámetro del clavo debe ser aproximadamente un tercio del diámetro de la cavidad medular en el istmo.

b) Determinación del punto de inserción de los clavos e incisión cutánea Radio y Cúbito.

Las fracturas de radio se fijan de forma ascendente. El punto de inserción queda unos 2 cm. proximal con respecto a la placa epifisaria distal. En sentido radial con respecto a este punto, se practica en la piel una incisión de 2 ó 3 cm. en dirección distal. Debe exponerse y separarse el ramo superficial del nervio radial.

Las fracturas de cúbito se fijan de forma descendente. El punto de inserción queda a unos 2 cm. distal con respecto a la placa epifisaria. La incisión cutánea se practica en la zona dorso-radial, sin lesionar el olécranon.

### c) Inserción de los clavos

El clavo radial se introduce en sentido distal-proximal y el clavo cubital en sentido proximal-distal, ambos hasta la línea de fractura.

Se recomienda comenzar por el hueso de más difícil reducción (generalmente el radio) para reducir mejor la fractura.

Si tras varios intentos resultara imposible reducir ni la fractura de radio ni la fractura de cúbito, es muy posible que ello se deba a interposición muscular. En la mayoría de los casos, basta con practicar una pequeña incisión sobre la zona de fractura en uno de los dos huesos para conseguir la reducción.

### d) Colocación definitiva y anclaje de los clavos

Los clavos deben orientarse con las puntas enfrentadas. De esta forma, la membrana interósea del antebrazo se tensa de forma ovalada y los huesos adoptan su curvatura fisiológica.

El extremo libre de los clavos no debe sobresalir del hueso más de 6 mm, para evitar que se produzcan irritaciones cutáneas.

Gracias a su flexibilidad, el clavo TEN resulta muy apropiado para la reducción cerrada y la osteosíntesis de las fracturas del cuello del radio o la cabeza del radio. Para esta indicación no debe precurvarse el clavo. Cambios con respecto a la técnica femoral estándar:

#### a) Determinación del diámetro del clavo

Para reducir una fractura del cuello del radio se utiliza un clavo TEN de 2.0 ó 2.5 mm de diámetro.

#### b) Inserción del clavo

El clavo se inserta en la forma ya descrita para las fracturas diafisarias de radio en la página anterior.

#### c) Avance del clavo hasta la línea de fractura

Golpeando suavemente con el martillo y mediante movimientos rotatorios, haga avanzar la punta del clavo hasta la línea de fractura. En caso de luxación importante de la cabeza del radio, desplace ésta hacia la punta del clavo presionando desde fuera con el pulgar.

Para reducir la cabeza del radio y aproximarla al clavo, en caso de luxación importante, puede utilizarse también una aguja de Kirschner de 1.2 ó 1.6 mm (método de brazo de palanca).

#### d) Colocación definitiva y anclaje de los clavos

Se debe descompactar la fractura aplicando una ligera presión sobre el clavo. Mediante rotación del clavo por 180°, se procede a la reducción definitiva de la fractura.

Para las fracturas diafisarias de húmero y las fracturas del húmero proximal se utiliza la técnica ascendente unilateral; para las fracturas del húmero distal, en cambio, la técnica descendente unilateral. Cambios con respecto a la técnica femoral estándar:

##### Técnica ascendente

La técnica humeral ascendente es muy semejante a la técnica femoral descendente.

#### a) Determinación del punto de inserción de los clavos

Para la técnica humeral ascendente debe escogerse siempre el acceso radial; se desaconseja el acceso cubital por el riesgo de lesionar el nervio cubital.

El punto de inserción distal se sitúa entre 1 y 2 cm por encima de la placa epifisaria distal. El segundo punto de inserción se sitúa entre 1 y 2 cm por encima del primero y desplazado entre 0.5 y 1 cm en sentido medial.

#### b) Incisión cutánea

Practique una incisión lateral de 4 ó 5 cm de longitud por encima del epicóndilo lateral. Exponga el borde radial del húmero en sentido ventral con respecto al tabique intermuscular lateral del brazo.

#### c) Apertura de la cavidad medular

Se recomienda utilizar la broca para perforar la durísima cortical humeral.

## Técnica descendente

La técnica humeral descendente es muy semejante a la técnica humeral ascendente descrita anteriormente. Cambios con respecto a la técnica ascendente:

### a) Determinación del punto de inserción de los clavos

Para la técnica humeral descendente, los puntos de inserción de los clavos se sitúan en la zona lateral del húmero, en la altura del punto de inserción del músculo deltoides, separados entre sí unos 1.5–2.5 cm en dirección longitudinal y entre 0.5 y 1 cm en sentido lateral.

### b) Incisión cutánea

Se practica una incisión lateral de 4 ó 5 cm de longitud y proceda a la presentación subperióstica del húmero en sentido distal con respecto al punto de inserción.

Por lo general, las fracturas de tibia (con o sin fractura simultánea del peroné) se tratan preferentemente sin necesidad de intervención quirúrgica.

Las fracturas de tibia constituyen una indicación especial para la osteosíntesis con clavos TEN en los siguientes casos:

- Fracturas de tibia cerradas e inestables en niños mayores de 9 años.
- Fracturas irreducibles de tibia.
- Politraumatismos y traumatismos craneoencefálicos graves.

Dado que la tibia se dispone de forma excéntrica con respecto a la musculatura circundante y su corte tiene forma triangular, deben extremarse las precauciones a la hora de colocar los clavos.

Para las fracturas de tibia debe utilizarse siempre la técnica descendente. La técnica ascendente está absolutamente contraindicada en la tibia. Cambios con respecto a la técnica femoral estándar:

### a) Determinación del punto de inserción de los clavos

Los puntos de inserción se sitúan uno en sentido medial y otro en sentido lateral con respecto a la tuberosidad de la tibia.

b) Incisión cutánea

A partir de los puntos previstos de inserción, practique sendas incisiones de 2 ó 3 cm de longitud en dirección proximal.

Al perforar la cortical, se debe tener cuidado de no lesionar ni la placa epifisaria ni la epífisis superior de la tibia.

c) Comprobación de la posición de las puntas

Debido a la sección triangular de la cavidad intramedular de la tibia, los dos clavos tienden a desviarse en sentido dorsal, lo cual podría provocar una recurvatura.

Antes de proceder a la impactación definitiva de los clavos, deben girarse sus puntas ligeramente en sentido dorsal, con el fin de conseguir la anterocurvatura fisiológica de la tibia.

Se debe comprimir la fractura para evitar una fijación en tracción separadora.

d) Corte de los clavos

Dada la delgadez del recubrimiento de partes blandas, el extremo proximal de los dos clavos apenas debe sobresalir, y tampoco debe doblarse.

Extracción de los implantes.

El procedimiento que se describe a continuación para la extracción de los clavos TEN es válido para todas las indicaciones.

Se penetra nuevamente a través de la antigua incisión cutánea y esponja el extremo libre del clavo. Se sujeta el extremo del clavo con los alicates de extracción, doblando ligeramente hacia arriba, y tirando del clavo hacia fuera. Si el extremo del clavo estuviera demasiado cerca del hueso, puede doblarse con ayuda del impactador biselado.

En caso necesario, atornille bien con la varilla llave de 4.5 mm la varilla guía sobre la rosca de conexión situada en la parte posterior de los alicates de extracción. Acto seguido, proceda a extraer el clavo mediante fuertes golpes deslizando el martillo combinado sobre la varilla guía.

Se repite el mismo procedimiento para el segundo clavo (1,31,41).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los pacientes pediátricos, el manejo de las fracturas de huesos largos, en épocas anteriores, ha sido con métodos conservadores casi en la totalidad de los casos, mediante el uso de distintas técnicas de inmovilización tales como el uso de férulas de distintos materiales, aparatos de yeso, acrílicos, aplicación de tracciones etc. Sin embargo algunas de estas fracturas resultan difíciles de mantener estables, con tendencia a sufrir desplazamientos ulteriores conllevando a problemas en la consolidación tales como deformidades angulares por consolidación viciosa.

En la actualidad, se ha convenido que dichos métodos de tratamiento continúan siendo vigentes solo para los pacientes menores de 3 años. El tratamiento de las mismas en los niños, entre los 4 y los 14 años de edad, ha sido motivo de discusión, dado a la dificultad de mantener dichos tratamientos en estos pacientes y a la alta incidencia de complicaciones con estos métodos, lo que ha dado lugar a múltiples trabajos de investigación con la finalidad de encontrar el método de tratamiento que proporcione los mejores resultados funcionales con el menor número de complicaciones y secuelas. Es por ello, que la comunidad médica dedicada al estudio y tratamiento de estas lesiones, se ha visto en la necesidad de buscar nuevas técnicas no conservadoras de tratamiento, con mínima exposición de los tejidos, que proporcionen mayor estabilidad sin sacrificar el hematoma fracturario precursor del callo óseo, o sin causar desperiostisación extensa como sucede con la colocación de placas por técnicas convencionales. Con ello el manejo de la cirugía mínima invasiva ha aumentado en nuestros días, abriéndole la puerta a nuevos métodos para solucionar el manejo de las fracturas y disminuir así su morbilidad.

El manejo del enclavado endomedular ha sido el punto de partida para alcanzar dicho propósito, debido a que cumple con todo lo mencionado, teniendo mínimas complicaciones, proporcionando una adecuada estabilidad a la fractura con menor incidencia de deformidades angulares por consolidación viciosa y discrepancia de longitud por acortamiento, movilidad casi inmediata de extremidad afectada, así como mejores resultados estéticos y funcionales a los observados en los tratamientos conservadores e incluso a otros métodos quirúrgicos como la colocación de placas.

Por estas razones, en el presente trabajo nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿ Son los clavos elásticos de titanio el método de tratamiento quirúrgico ideal para las fracturas en los pacientes en edad pediátrica ?.

## JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad, ha sido motivo de discusión, la forma en que se deben de tratar las fracturas de huesos largos en pacientes en edad pediátrica, principalmente entre los 4 y los 14 años de edad, debido a la presencia de complicaciones encontradas con el uso de los métodos tradicionales de tratamiento y a los métodos de inmovilización utilizados ( férulas, escayolados y tracciones) tales como consolidaciones viciosas, limitación funcional por atrofia por desuso, complicaciones cutáneas como úlceras por decúbito prolongado o por puntos de presión etc., y al inconveniente de realizar técnicas de reducción abierta y fijación con placa en un hueso en crecimiento, así como la inconformidad que presentan los niños mayores de 4 años con respecto a la inmovilidad prolongada.

La realización del presente estudio surge ante la necesidad de establecer un método de tratamiento para estas fracturas que proporcione los mejores resultados funcionales, con el mínimo de secuelas. Ante los buenos resultados obtenidos en otros estudios, se ha utilizado el método de tratamiento quirúrgico con clavos elásticos de titanio (TEN's) para las fracturas en pacientes con edad pediátrica para proporcionar nuestra experiencia y ayudar a determinar si es este método el ideal para estos casos.

## OBJETIVOS

### GENERAL.

Presentar los resultados del tratamiento quirúrgico de las fracturas de huesos largos en pacientes pediátricos tratados con clavos elásticos de titanio (TENS), tratados en el Hospital General Regional 220 del IMSS.

### ESPECIFICOS.

- Revisar expedientes de pacientes con fracturas de huesos largos entre los 3 y los 14 años de edad, tratados mediante osteosíntesis con clavos TEN's, en el servicio de ortopedia del H.G.R. 220 del IMSS.
- Conocer los mecanismos de las fracturas en edad pediátrica.
- Determinar el tiempo de consolidación de las fracturas de huesos largos en pacientes tratados con clavos TEN's.
- Determinar el promedio de inicio de la movilización del segmento o región corporal afectada en pacientes tratados con clavos elásticos de titanio (T.E.N.s)
- Conocer las complicaciones relacionadas con la aplicación de clavos T.E.N.s en pacientes pediátricos
- Conocer las complicaciones no relacionadas con la aplicación de clavos T.E.N.s en pacientes pediátricos.

## **DISEÑO METODOLOGICO**

### **TIPO DE ESTUDIO**

Estudio descriptivo, retrospectivo y longitudinal.

### **UNIVERSO DE TRABAJO**

Expediente clínico de pacientes pediátricos tratados quirúrgicamente con clavos TEN's en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital General Regional 220 del Instituto Mexicano del Seguro Social.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes en edad de 3 a 14 años
- Pacientes ambos géneros
- Fracturas diafisiarias de fémur, tibia, húmero, cúbito y radio
- Tratados en el Hospital General Regional 220 del IMSS.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes con fracturas metafisiarias y epifisiarias
- Pacientes tratados en otra institución
- Pacientes con patología ortopédica agregada
- Pacientes con expediente incompleto
- Pacientes que no concluyeron el seguimiento
- Pacientes tratados con otro método.

## VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE
GENERO	PROCESO DE COMBINACIÓN Y MEZCLA DE RASGOS GENÉTICOS A MENUDO DANDO POR RESULTADO LA ESPECIALIZACIÓN DE ORGANISMOS EN VARIEDADES FEMENINA Y MASCULINA	HOMBRE O MUJER	CUALITATIVA DICOTÓMICA NOMINAL
EDAD	TIEMPO QUE HA TRANSCURRIDO DESDE EL NACIMIENTO DE UN SER VIVO	AÑOS DE VIDA <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 A 5 AÑOS</li> <li>- 6 A 8 AÑOS</li> <li>- 9 A 11 AÑOS</li> <li>- 12 A 14 AÑOS</li> </ul>	CUANTITATIVA DISCRETA DE INTERVALO
HUESO AFECTADO	TEJIDO VIVO EN FORMA DURA QUE FORMAN EL ESQUELETO DE LOS VERTEBRADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FEMUR</li> <li>- TIBIA</li> <li>- HUMERO</li> <li>- RADIO Y CUBITO</li> </ul>	CUALITATIVO NOMINAL
CLASIFICACION DE LAS FRACTURAS	SISTEMA DE ORDENAMIENTO DE LAS FRACTURAS	CLASIFICACION AO	CUALITATIVA NOMINAL ORDINAL
MECANISMO DE LESION	FORMA EN COMO SE PRODUCE UN DAÑO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ACCIDENTE DE TRANSITO</li> <li>- CAIDA MAYOR A UN METRO</li> <li>- CAIDA DE PLANO DE SUSTENTACION</li> </ul>	CUALITATIVA POLICOTOMICA NOMINAL
LESIONES ASOCIADAS	DAÑOS RELACIONADOS A UN TRAUMATISMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HEMARTROSIS</li> <li>- TRAUMATISMO CRANEO ENCEFALICO LEVE</li> <li>- TRAUMATISMO CRANEOENCEFALICO MODERADO</li> <li>- TRAUMATISMO ABDOMINAL.</li> </ul>	CUALITATIVA POLICOTOMICA NOMINAL
TIEMPO DE CONSOLIDACION DE LA FRACTURA	INTERVALO COMPRENDIDO ENTRE LA PRODUCCION DE LA FRACTURA Y LA PRESENCIA DE CALLO OSEO DURO	SEMANAS TRANSCURRIDAS HASTA LA CONSOLIDACION: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 A 6 SEMANAS</li> <li>- 7 A DOCE SEMANAS</li> <li>- MAS DE 12 SEMANAS</li> </ul>	CUANTITATIVO DISCRETA DE INTERVALO
TIEMPO QUIRURGICO	INTERVALO COMPRENDIDO ENTRE EL INICIO Y EL FINAL DE LA CIRUGIA.	TIEMPO EN MINUTOS : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 A 70 MINUTOS</li> <li>- 71 A 90 MINUTOS</li> <li>- 91 A 110 MINUTOS</li> <li>- 111 A 130 MINUTOS</li> <li>- 131 A 150 MINUTOS</li> <li>- 151 A 170 MINUTOS</li> </ul>	CUANTITATIVO DISCRETA DE INTERVALO
INMOVILIZACION	METODO DE ESTABILIZACION DE UNA FRACTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SI REQUIRIO</li> <li>- NO REQUIRIO</li> </ul>	CUALITATIVO DICOTOMICA NOMINAL

INICIO DE MOVILIDAD	INTERVALO COMPRENDIDO ENTRE EL TRATAMIENTO QUIRURGICO Y EL INICIO DE ACTIVIDAD	SEMANAS TRANSCURRIDAS HASTA MOVILIZACION ACTIVA: - DE 0 A 4 SEMANAS - DE 5 A 8 SEMANAS - DE 9 A 12 SEMANAS	CUANTITATIVA DISCRETA DE INTERVALO
ANGULACION RESIDUAL.	GRADO DE DEFORMIDAD POSTERIOR AL TERMINO DEL TRATAMIENTO	GRADOS DE ANGULACION : - DE 0 A 10 GRADOS - MAS DE 11 GRADOS	CUANTITATIVA DISCRETA ORDINAL
MOVILIDAD ARTICULAR	GRADO DEL ARCO MOTRIZ ALCANZADO EN UNA ARTICULACION AL FINAL DEL TRATAMIENTO	ARCO DE MOVILIDAD EN GRADOS: - COMPLETA - CON LIMITACION LEVE ( 1 -15 GRADOS) - CON LIMITACION MODERADA (16 -30 GRADOS) - CON LIMITACION SEVERA (MAS DE 30 GRADOS)	CUANTITATIVA DISCRETA ORDINAL
COMPLICACION	SITUACIÓN QUE AGRAVA Y ALARGA EL CURSO DE UNA ENFERMEDAD Y QUE NO ES PROPIO DE ELLA.	- SI PRESETO COMPLICACIONES - NO PRESETO COMPLICACIONES	CUALITATIVA DICOTOMICA NOMINAL
REHABILITACION	CONJUNTO DE MEDIDAS SOCIALES, EDUCATIVAS Y PROFESIONALES DESTINADAS A RESTITUIR AL PACIENTE MINUSVÁLIDO LA MAYOR CAPACIDAD E INDEPENDENCIA POSIBLES»	- SI REQUIRIO - NO REQUIRIO	CUALITATIVA DICOTOMICA NOMINAL
TIEMPO DE RETIRO DE IMPLANTES	INTERVALO TRANSCURRIDO ENTRE LA COLOCACION Y LA EXTRACCION DE UN MATERIAL DE OSTEOSINTESIS	MESES TRANSCURRIDOS HASTA EL RETIRO: - 0 A 6 MESES - 7 A 12 MESES - MAS DE 12 MESES	CUANTITATIVA DISCRETA DE INTERVALO

## **IMPLICACIONES ETICAS**

La realización del presente estudio implica un riesgo importante para los participantes en el mismo, sin embargo es un riesgo al que está expuesto todo paciente que requiere a dicho procedimiento, efectuándose bajo consentimiento informado del representante legal (padre o tutor), en todos los casos.

Se ha tomado en cuenta para ello todos los apartados contenidos en la declaración de Helsinki sobre ética en investigación médica, contando previamente con la aceptación del Comité de ética e investigación de esta unidad hospitalaria.

## RESULTADOS Y ANALISIS

Se trataron 48 pacientes, 30 del género masculino (62.5%) y 18 del género femenino (37.5%), en una relación de 1.6:1, masculino: femenino, con un total de 50 fracturas, presentándose en 2 pacientes fractura ipsilateral de fémur y tibia, uno del género masculino y otro del género femenino. Con rango de edad de los 3 años a los 14 años y un promedio de 8.5 años, el paciente de 3 años presentó fractura luxación de Monteggia grado IV. (Gráfica 1)

Teniendo un total de 33 pacientes con lesión del lado izquierdo (68.75%) y 15 del lado derecho (32.25%), en una relación 2.2: 1. (Grafica 2)

El hueso que más frecuentemente se lesionó fue el fémur con 22 fracturas (44%), de los cuales 13 fueron del género masculino y 9 en el femenino, seguido de la tibia con 17 fracturas (34%), 10 en el género masculino y 7 en el género femenino, el húmero con 7 (14%), 5 hombres y 2 mujeres, y el segmento radio cubital con un 8%, 3 del género masculino y uno del femenino, dado un total de 50 fracturas tratadas, en 48 pacientes, ya que en 2 de ellos se presentó fractura de fémur y tibia izquierda ipsilateral. (Figura 1). Todas ellas sometidas a la clasificación AO – ASIF. (Gráficas 3 y 4)

El grupo de edad que más frecuentemente se fracturó fue de 6 a 8 años con 22 pacientes, de los cuales fueron 14 hombres y 8 mujeres, seguido del grupo de 9 a 11 años con 13 pacientes, 7 del género masculino y 6 del femenino, el grupo de 12 a 14 años presentó 8 pacientes, 5 hombres y 3 mujeres, finalmente el grupo de 3 a 5 años con un total de 5 pacientes, 4 del género masculino y 1 del femenino. (Grafica 5)

Los mecanismos de lesión fueron los siguientes, con un 22.9% se presentaron las caídas de una altura mayor a 1 metro en 11 pacientes (8 hombres, 3 mujeres), caída de su propio plano de sustentación en un 10.4% con 5 pacientes (1 hombre, 4 mujeres), pero los que más frecuentemente se presentaron, fueron los atropellamientos y los choques de vehículo automotor, con un 37.5% (18 pacientes) y un 29.1% (14 pacientes) respectivamente.

En 4 (8.35%) de los 48 pacientes se presentaron lesiones asociadas, una hemartrosis que ameritó drenaje durante el procedimiento quirúrgico ya que afectó fémur y tibia del mismo lado (rodilla flotante), un traumatismo craneo encefálico leve que solo requirió de observación, los 2 pacientes restantes presentaron trauma cerrado de abdomen, que ameritaron laparotomía exploradora, y el traumatismo craneo encefálico moderado se presentó en uno de ellos (Grafica 6).

El tiempo quirúrgico en promedio fue de 71.04 minutos, con un rango de 50 minutos en fracturas únicas a 160 minutos en uno de los casos de fractura de fémur y tibia ipsilateral. (Grafica 7). Un 91.6% de los pacientes fue inmovilizado con vendaje de Jones y el 8.3% restante con férula, para evitar el edema post manipulación, para inmovilizar parcialmente y evitar las molestias postquirúrgicas, dejando dicha inmovilización durante los primeros días del postquirúrgico. (Figura 2)

El retiro de puntos tuvo un rango de tiempo de 0 a 17 días, con un promedio de 10.3 días.

En cuanto al inicio de la movilidad activa y pasiva de la articulación proximal y distal al sitio de la fractura se inició en promedio a las 3.5 semanas, con un rango de 2 a 10 semanas, en el caso del inicio del apoyo a las 10 semanas, fue en el paciente que presentó TCE moderado y trauma cerrado de abdomen. Y el apoyo total de la extremidad inferior se indicó hasta visualizar datos de consolidación radiográfica.

La consolidación ósea total estuvo en promedio a las 7.5 semanas, siendo de 6 a 12 semanas posterior a la cirugía. Y al término de esta se evaluaron radiográficamente si existían datos de angulación residual, presentándose en 3 pacientes (6.25%), de los cuales un 2.08% fue el más importante en una fractura de húmero con 12 grados de desviación en varo. (Figura 3)

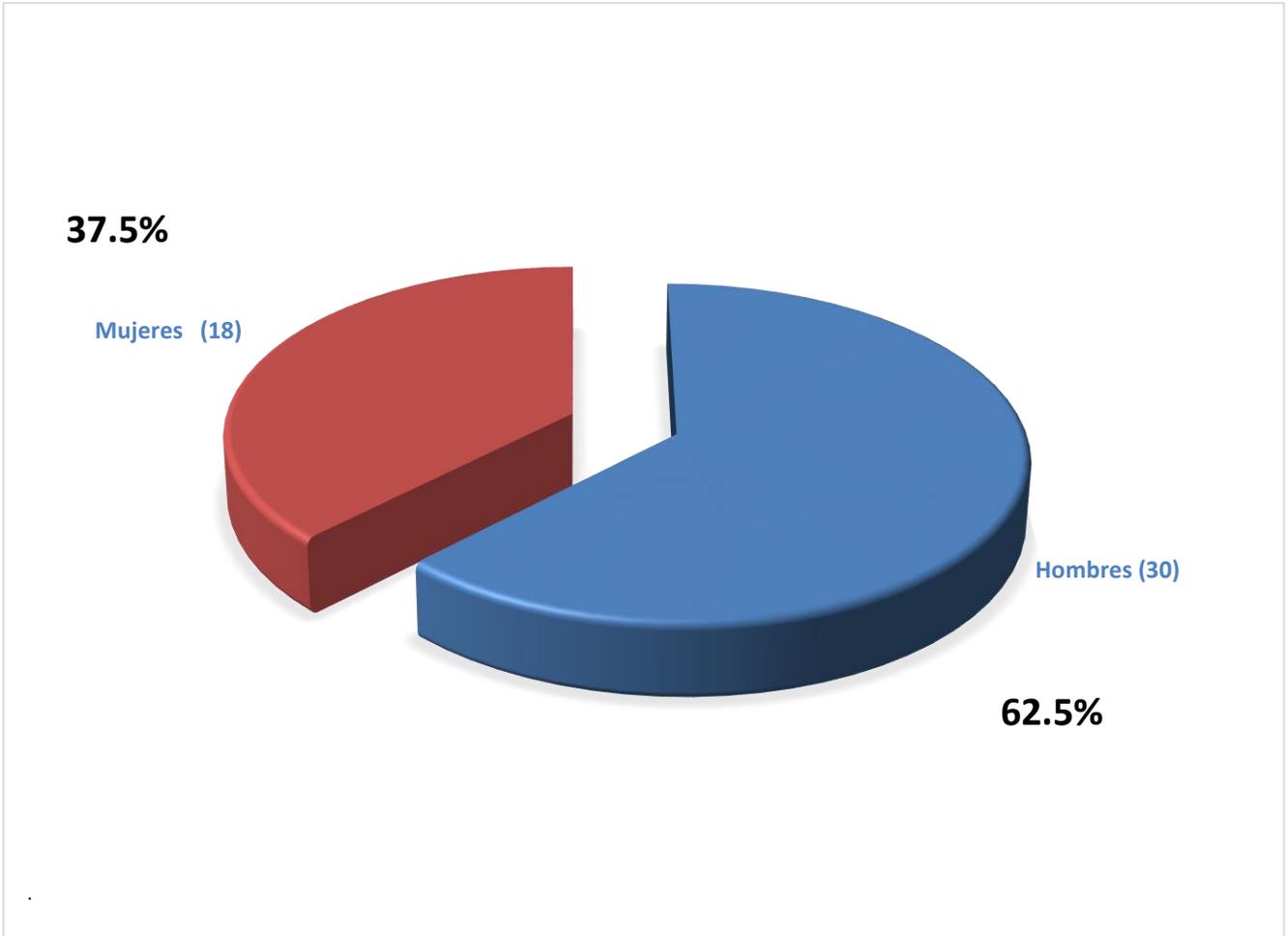
Solo 11 pacientes (22.9%) ameritaron rehabilitación, el 77.08% no la requirieron y presentando un resultado en cuanto a la movilidad la evaluamos en completa con cero grados de limitación, leve menor de 15 grados, moderada entre 15 y 30 grados, y severa con más de 30 grados de limitación. En el presente estudio se obtuvo una movilidad completa en el 93.75% de los casos (45 casos), una limitación leve en el 6.25% de los casos, no se presentó limitación moderada o severa. (Figura 4)

Las complicaciones estuvieron presentes en un 20.8%, siendo la más frecuente la irritación de la piel en la entrada de los clavos en 7 pacientes (14.5%), la que consideramos más delicada fue en un 2.08% ya que un clavo migro distalmente dentro del canal medular que ameritó su retiro a las 3 semanas en cuanto existieron datos de consolidación radiográfica, seguida de 1 dehiscencia de herida (2.08%) la cual cerró por segunda intención aproximadamente a los 10 días de evolución, finalmente una paciente que tuvo fractura expuesta de tibia grado II, presentó escara de 5cm en la cara anterior de la pierna, dejando cicatriz visible.

El retiro de clavos se ha realizado hasta el momento en un promedio de 9.4 meses, en un total de 42 pacientes (87.5%).

Grafica #1

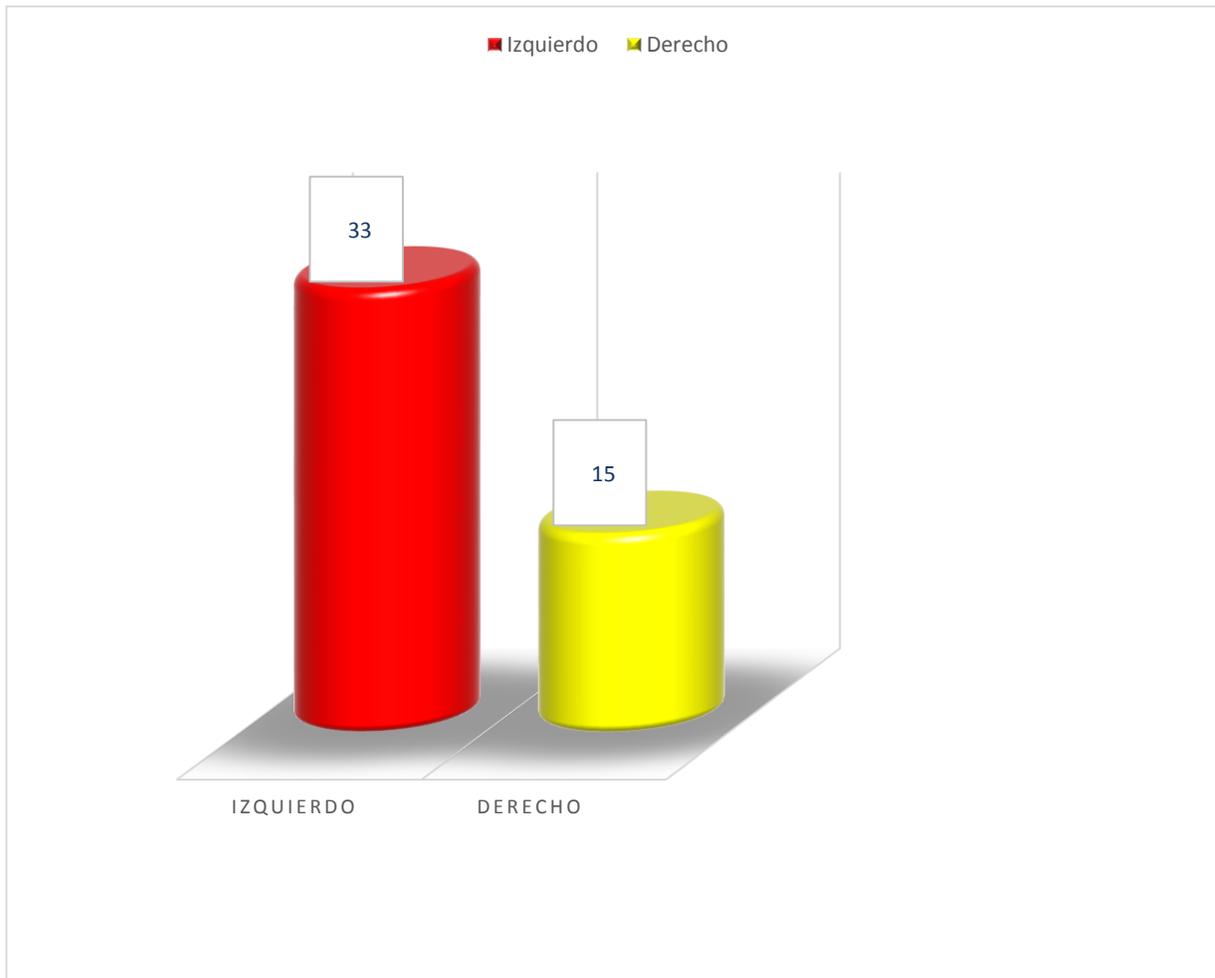
Genero de los pacientes tratados con clavos elásticos de titanio (TEN's)



- Se muestra el total de pacientes incluidos en el estudio, el 62.5% (30 pacientes) corresponde al género masculino y el 37.5% (18 pacientes) al femenino.

Grafica #2

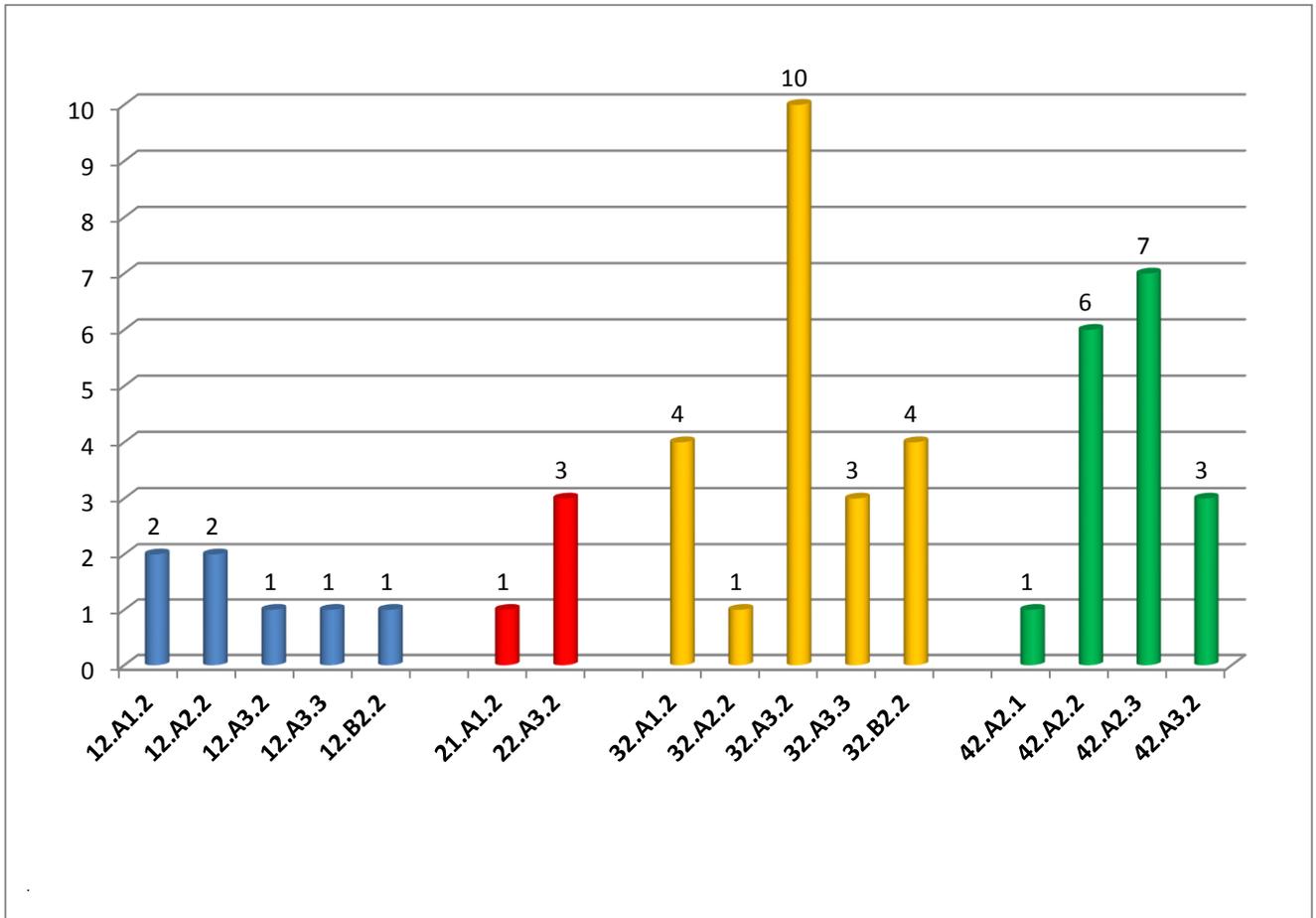
Lado afectado en pacientes pediátricos tratados quirúrgicamente con clavos elásticos de titanio (TEN'S)



- Se muestra el número de pacientes en relación al lado afectado.

Grafica #3

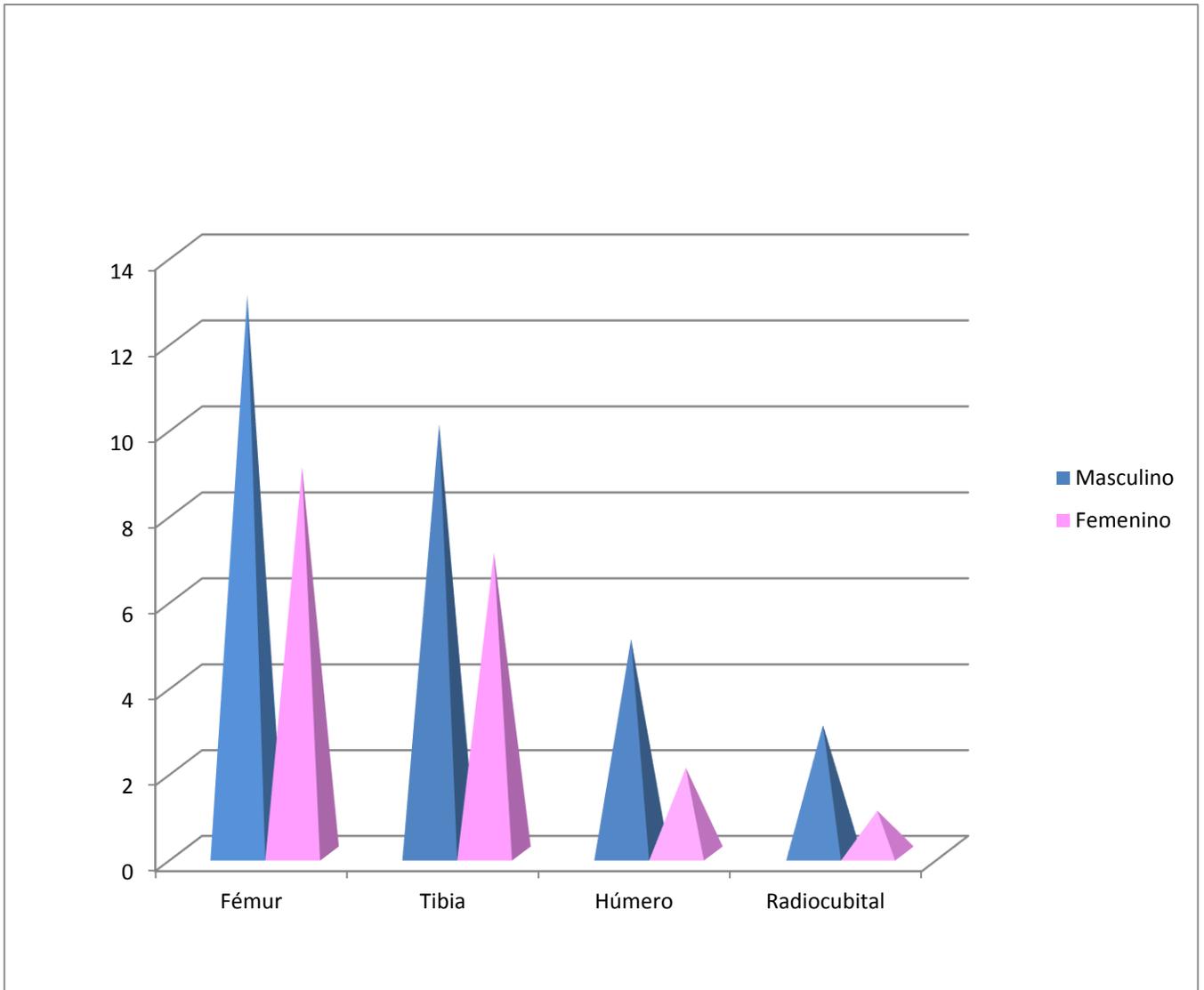
Clasificación AO-ASIF de los pacientes tratados con clavos elásticos de titanio (TEN"s)



- En el grafico se muestra el número de fracturas por cada tipo según la clasificación AO-ASIF.

Grafica #4

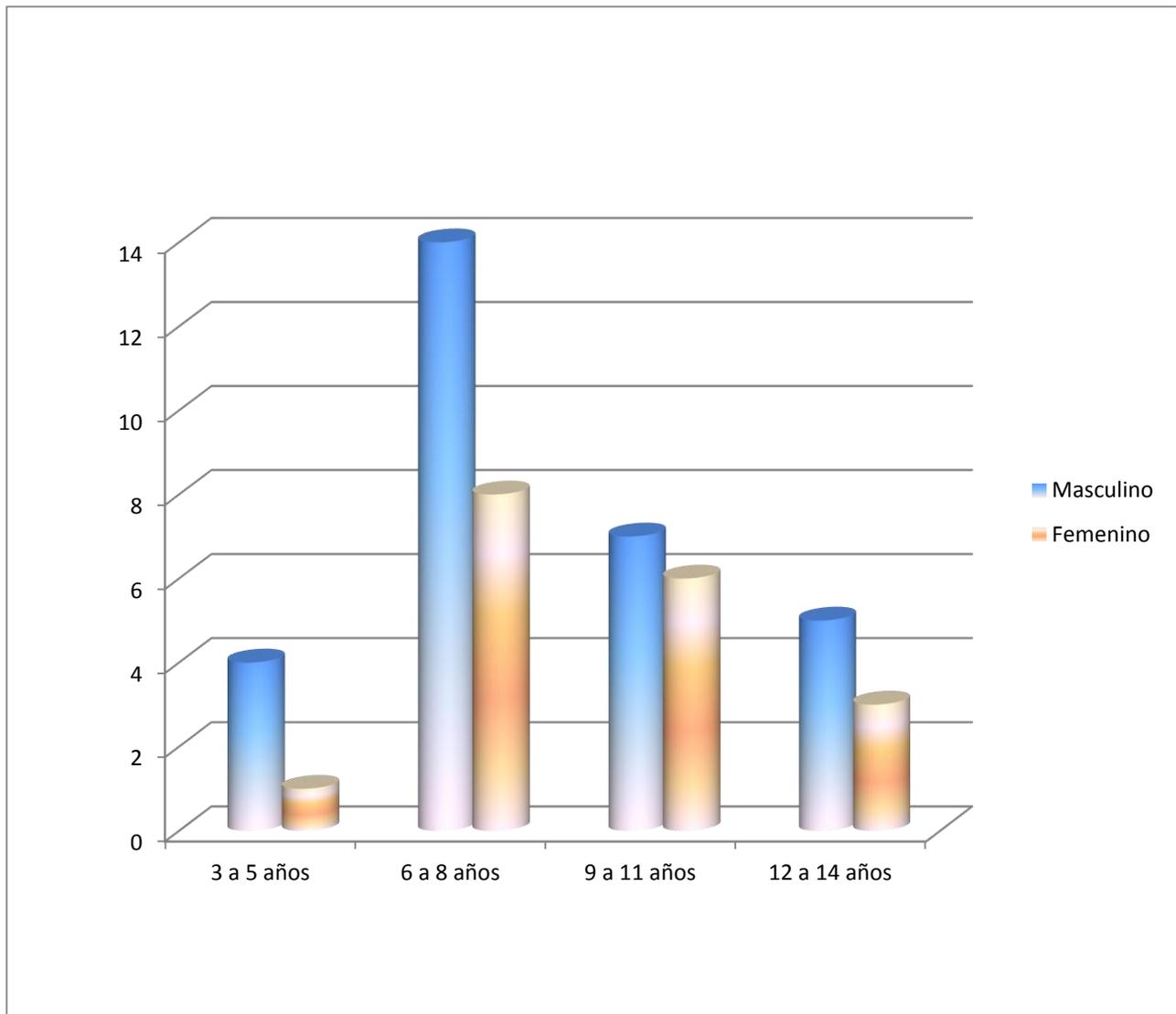
Hueso afectado en pacientes en edad pediátrica tratados quirúrgicamente con clavos elásticos de titanio (TEN's)



- Se muestra en la gráfica la frecuencia por hueso afectado y por género.

Grafica #5

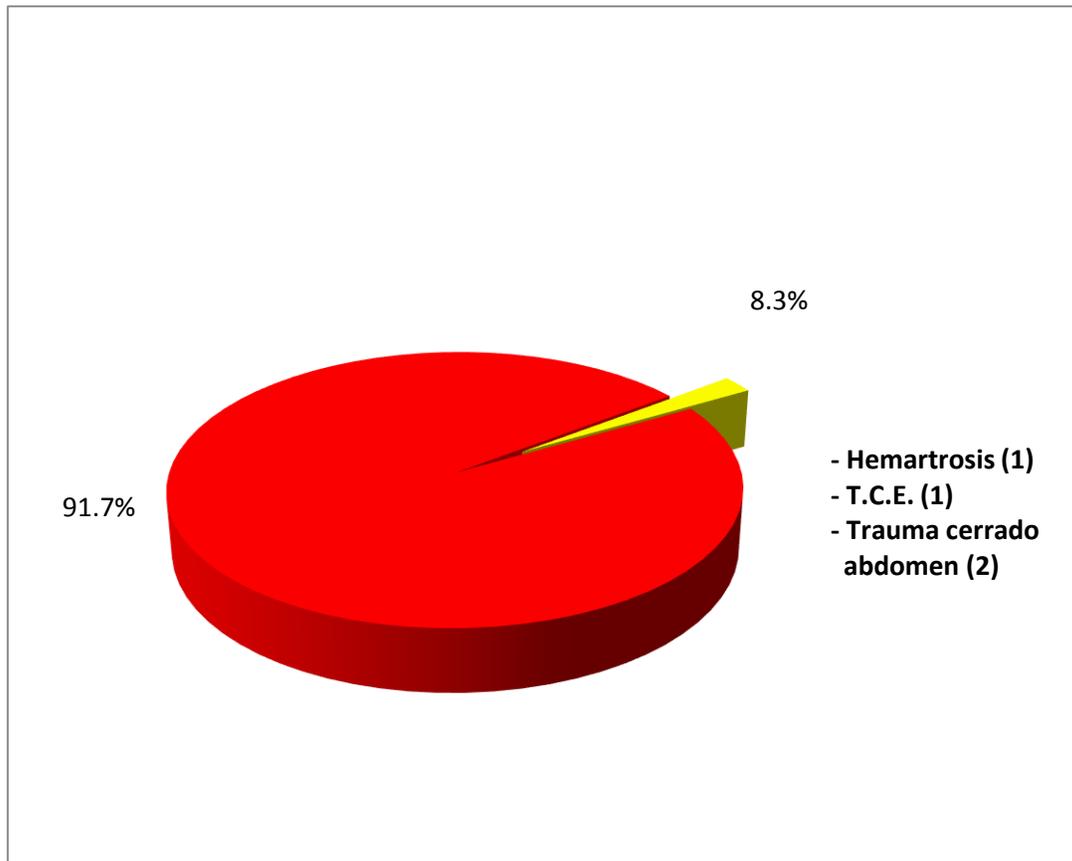
Grupo etario afectado en pacientes en edad pediátrica tratados quirúrgicamente en clavos elásticos de titanio (TEN's).



- Se muestra el número de pacientes por grupo etario y por género.

Grafica #6

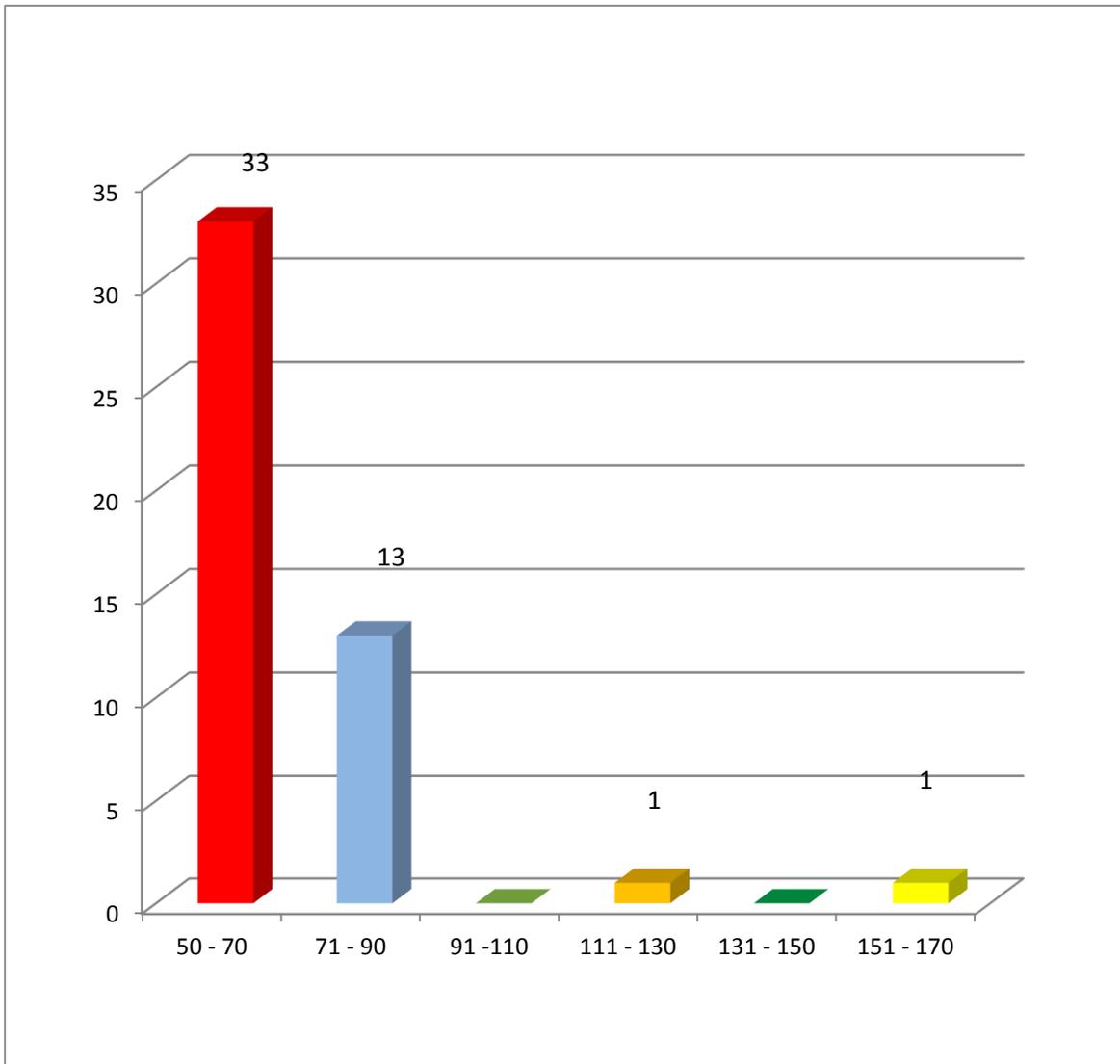
Lesiones asociadas en los pacientes tratados con clavos elásticos de titanio (TEN's).



- En la gráfica se muestra que en 4 casos (8.3%) se presentaron complicaciones, siendo estas: hemartrosis de rodilla (un caso), traumatismo cráneo-encefálico leve (un caso) y trauma cerrado de abdomen (dos casos).

Grafica #7

Tiempo quirúrgico promedio en pacientes operados con clavos elásticos de titanio (TEN's).



- La gráfica muestra el tiempo en minutos que tardo el procedimiento quirúrgico.

**FIGURA # 1**



Figura 1: Fractura ipsilateral de tibia y fémur izquierdo expuesta grado II Gustilo a) Fractura de tibia preoperatoria b) Fractura de fémur posterior al aseo quirúrgico c) postquirúrgico d) 8 semanas.

**FIGURA #2**



Figura 2: Fractura de tibia a) prequirúrgico, b) posquirúrgico, c) 1 semana, d) inmovilización con férula.

**FIGURA # 3**



Figura 3: Fractura de húmero a) prequirúrgico AP b) prequirúrgico Lateral c) postquirúrgico d) 6 meses

**FIGURA # 4**



Figura 4: Fractura ipsilateral expuesta tibia y fémur izquierdo: a) flexion de rodilla completa, b) flexión de cadera completa, c) Extremidades inferiores simétricas.

**FIGURA # 5**

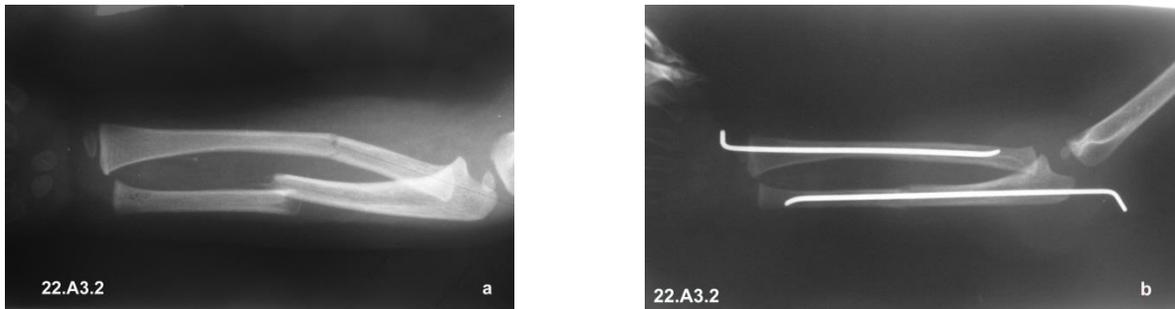


Figura 5: Fractura luxación de Monteggia tipo IV de Bado a) Perdida línea de Støren (prequirúrgico) b) postquirúrgico.

## DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En los niños las fracturas diafisarias son muy comunes y han sido manejadas exitosamente por métodos no quirúrgicos desde hace años. (8,17)

El tratamiento clásico consiste en tracción o manipulación dependiendo del segmento afectado, seguida de la aplicación de un aparato de yeso de 4 a 8 semanas. Aunque esta modalidad puede tener resultados excelentes, los periodos largos de hospitalización o de inmovilización, así como la incomodidad generada por dicho aparato de yeso, retrasa la movilidad y la rehabilitación temprana. Los métodos de tratamiento quirúrgico que aceleren la rehabilitación del paciente y permita una reintegración familiar y escolar precoz se han hecho muy populares en los últimos años, y una de estas opciones es el uso de clavos elásticos de titanio. (17,38)

De acuerdo a Staheli, el tratamiento ideal de las fracturas diafisarias en los niños, debe de controlar la alineación y la longitud, ser confortable para el niño y conveniente para la familia, ya que estas fracturas son cada vez más frecuentes y se debe de estar familiarizado en su manejo, ya que las opciones actuales son múltiples y se debe decidir por la mejor. (34)

El tratamiento incruento con tracción más colocación de aparato de yeso, representa una estancia hospitalaria con gran impacto emocional para el niño, privándolo de la posibilidad de interactuar con sus familiares o amigos, y con el uso de aparatos de yeso, se limitan los arcos de movilidad de las articulaciones durante el periodo de tratamiento, no así con el uso de los clavos elásticos, donde presentan la movilidad articular integra en más del 90% de los casos a los pocos días de postoperados y del 100% a las 8 o 12 semanas. (23,24)

En nuestro hospital, preferimos el tratamiento quirúrgico al tratamiento incruento entre los 4 a 14 años, teniendo excepciones, como en el paciente de 3 años de edad que presentó fractura luxación de Monteggia, en donde es necesario restablecer la longitud cubital para poder reducir la luxación radio humeral. **(Figura 5)**. Aunque algunos cirujanos del nuestro servicio continuaban utilizando placas de compresión hasta el advenimiento de los clavos elásticos de titanio, no las recomendábamos por la gran agresión tisular y desperiostización necesaria para su colocación, más el segundo procedimiento quirúrgico para su retiro.

Tomando como referencia los estudios de Mendoza Balta, Bello González, Meza e Isunza en nuestro país, así como de Toro Posada y Covo Torres en Colombia, contamos con un volumen y tiempo de seguimiento mayor. Siendo las fracturas de

tercio medio del fémur las más frecuentes, asociadas a accidentes automovilísticos de alta energía, siendo este el mecanismo de lesión de mayor prevalencia. (21,44) El tiempo quirúrgico está dentro de los parámetros estándar, a pesar de que en dos casos la fractura fue ipsilateral sobre el fémur y tibia, una de ellas cursó con hemartrosis que ameritó su drenaje transquirúrgico.

La consolidación de las fracturas estuvo dentro del tiempo estimado para las edades de los pacientes y como esta reportado en la literatura, teniendo angulación residual en 3 pacientes (6.25%), de los cuales un 2.08% fue el más importante en una fractura de húmero con 12 grados de desviación en varo.

La movilidad al término de la consolidación fue excelente en el 93.75% de los casos, con limitación leve (menor de 15 grados) en el 6.25% del total de nuestros pacientes y no hubo limitación moderada o severa, obteniendo mejores resultados en cuanto a la movilidad incluso que en otras publicaciones.

En nuestro estudio las complicaciones estuvieron presentes en un 20.8%, siendo la más frecuente la irritación de la piel en la entrada de los clavos en 7 pacientes (14.5%), la que consideramos más delicada fue en un 2.08% ya que un clavo migro distalmente dentro del canal medular que ameritó su retiro a las 3 semanas en cuanto existieron datos de consolidación radiográfica, seguida de 1 dehiscencia de herida (2.08%) la cual cerró por segunda intención aproximadamente a los 10 días de evolución, finalmente una paciente que tuvo fractura expuesta de tibia grado II, presentó escara de 5cm en la cara anterior de la pierna, dejando cicatriz visible, estando acorde con lo que se maneja en la literatura mundial.

## CONCLUSIONES

El tratamiento quirúrgico con clavos elásticos de titanio (TENS) en la edad pediátrica, es una buena técnica quirúrgica, ya que no se realiza en forma cruenta, siendo su indicación principal las fracturas de la diáfisis de los huesos largos en pacientes de los 4 a los 14 años, aunque se pueden usar en un rango menor o mayor dependiendo del tipo y localización de la lesión, con las grandes ventajas de que es una técnica mínima invasiva, percutánea, aceptada estéticamente, de un bajo costo, mínimo o nulo riesgo de infección. Evitando el uso prolongado de aparatos de yeso cerrados.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, recomendamos la osteosíntesis de las fracturas diafisarias en edad pediátrica, con clavos elásticos de titanio, ya que es un método seguro y práctico con el que se obtiene un soporte elástico interno, concentrando las fuerzas alrededor de la fractura y evitando el desplazamiento de los fragmentos óseos. El uso de este sistema brinda estabilidad a la flexión, estabilidad axial, estabilidad al desplazamiento perpendicular y estabilidad rotacional, todas ellas constituyen requisitos indispensables para el éxito de la cirugía de una fractura.

Además se obtienen tasas de complicaciones bajas, tiempos quirúrgicos cortos con resultados clínicos y radiológicos excelentes.

## BIBLIOGRAFIA

1. *AO manual of fracture management elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children*. Thieme AO publishing 2005.
2. Cobelo RE, Moreno BV. Fracturas diafisarias de femur en niños: Estudio comparativo entre tratamiento ortopédico, enclavado intramedular rígido, elástico, placa y fijación externa monolateral, *Revista de Fijación Externa* 2004, Vol 7(1): 18-27.
3. Cravino M., Canavese F., (2013). Outcome of displaced distal tibial metaphyseal fractures in children between 6 and 15 years of age treated by elastic stable intramedullary nails. 2013 *Eur J. Orthop Surg Traumatol*,
4. Cubo TB. Fracturas diáfisis diafisarias de fémur en niños: ¿Clavos intramedulares elásticos o fijadores externos? *Rev Col de Or.Tra.* 2004 ,18. no 4: 66-74.
5. Flynn JM et al. The operative management of pediatric fracture of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 288-300.
6. Fernandez FF, Egenolf M, Carsten C, Holz F, et al. Unstable diaphyseal fractures of both bones of the forearm in children: plate fixation versus intramedullary nailing. *Injury* 2005;36(10):1210-1216.
7. Flynn JM, Hrsko T et al. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures; a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatr Orthop* 2001; 21(1): 4-8.
8. González B. Rodríguez M. Fracturas diafisarias del fémur en el niño: actualización en el tratamiento. *Rev. Esp. De Cir.Or.Tra.* 2011;55(1):54-66.
9. Greiff J, Bergman F: Growth disturbance following fracture of the tibia in children. *Acta Orthop Scand* 1980; 51(2): 315-20.
10. Heinrich SD: Fractures of the shaft of the tibia. Chapt. 24 In: *Fractures in children*, Vol. III, 5th ed., Rockwood, Wilkins and Beaty eds. Lippincott Williams and Wilkins. Phila. PA. 2001: 1077-119.
11. Hersovici D Jr et al. The use of Ender nails in femoral shaft fractures: what are the remaining indications? *J Orthop Trauma* 1992; 6(3): 314-317.

12. Hunter JB. The principles of elastic stable intramedullary nailing in children. *Injury* 2005; 36 Sup 1: 20-23.
13. Kasser JR, Beaty JH: Femoral shaft fractures. Chapt. 22. In: Fractures in children, Vol. III, 5th ed., Rockwood, Wilkins and Beaty eds. Lippincott Williams and Wilkins. Phila. PA. 2001: 941-80.
14. Knorr P et al. The use of ESIN in humerus fractures: Shaft seldom, subcapital sometimes, supracondylar often. *European Journal Trauma* 2005; (1): 12-18.
15. Kuokkanen HO, Mulari-Keranen SK, Niskanen RO, et al: Treatment of subcapital fractures of the fifth metacarpal bone: a prospective randomized comparison between functional treatment and reposition and splinting. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2001; 33(3): 315-7.
16. Kwon Y, Sarwark JF: Proximal humerus, scapula and clavicle. Chapter 17. In: Rockwood and Wilkins' Fractures in children. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 741-806.
17. Lewallen RP, Peterson HA: Nonunion of long bone fractures in children: a review of 30 cases. *J Pediatr Orthop* 1985; 5(2): 135-42.
18. Lieber J, Joeris A, Knorr P. ESIN in forearm fractures, clear indications, often used, but some avoidable complications. *Eur J Trauma* 2005;31:1.
19. Ligier JN, Metaizeau JP et al. Closed flexible medullary nailing in pediatrics traumatology. *Chir Pediatr* 1983; 24(6): 383-5.
20. Ligier JN, Metaizeau JP et al. Elastic stable intramedullary pinning of the long bone shaft fractures in children. *Chir Ped* 1988; 40(4): 209-212.
21. Meza Vernis Alfonso, Isunza Ramírez Agustín. Manejo de los clavos flexibles de titanio en las fracturas diafisarias en el paciente pediátrico. *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*. 2010; Vol. 12, Núm1: 24-29.
22. Pandya N.P, Edmonds E.W., The incidence of compartment syndrome after flexible nailing of pediatric tibial shaft fractures, *J Child Orthop*, 2011 December , 5(6): 439-447.
23. Pankovitch AM. Flexible intramedullary nailing of bone long fractures: a review. *J Orthop Trauma* 1987; 1: 78-95.

24. Pauwels F: [A clinical observation as example and proof of functional adaptation of bone through longitudinal growth]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1975; 113(1): 1-5.
25. Peter VK, Garg NK, Bruce CE. Flexible intramedullary nailing in unstable forearm fractures in children. *Br Orthopaedic Assoc* 2003;85-B(Supp II):108.
26. Peter V, Carter P, et al. Flexible intramedullary nailing in pediatric forearm fractures. *J Bone Joint Surg* 2004;86-B(Suppl. III):285.
27. Price CT, Mencia GA: Injuries to the shaft of the radius and ulna. Chapter 10 in Rockwood and Wilkins' *Fractures in children*. 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins. 2001: 443-82.
28. Ramírez JA, Berumen NE, Núñez JÁ, Vallejo J y col. Clavos centromedulares flexibles en el tratamiento de fracturas pediátricas. *Rev Mex Ortop Ped* 2004;6(1):6-17
29. Richter D, Ostermann PA, Ekkernkamp A, Muhr G, Hahn MP. Elastic intramedullary nailing: a minimally invasive concept in the treatment of unstable forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1998;18(4):457-461.
30. Rockwood CA. Wilkins. *Fracturas en el niño*. 5a ed. Madrid: Marbán, 2003.
31. Ruedi TP, Murphy WM (2003) *Principios de la AO en el tratamiento de las fracturas*, Barcelona 45-57.
32. Rush LV. Dynamic intramedullary fracture fixation of the femur: reflections on the use of the round rod after thirty years. *Clin Orthop* 1968; 60: 7-21.
33. Sahu R.L. Percutaneous Kirschner Wire (K-wire) fixation for humerus shaft fractures in children: a treatment concept. *Niger Med J*. 2013 Seo-Oct; 54(5): 356-360.
34. Sales M JM, Videla M. *Atlas de osteosíntesis*. Elsevier Masson. 2da Ed. 2009. Volumen I.: 22 – 123.
35. Serrano R, Álvarez G, Vergara E. Papel del tratamiento ortopédico de las fracturas de fémur en los niños, *Rev. Col. Or. Tr.* 2009;23 ;(3):166 – 172.
36. Schmittbecher PP et al. Complications and problems in intramedullary nailing of children's fractures. *European Journal Trauma* 2000; (6): 287-293.

37. Schmittenebecher PP, Blum J, David S, Knorr P, Marzi I, Schlickewei W, Schönecker G. Treatment of humeral shaft and subcapital fractures in children. Consensus report of the child trauma section of the DGU Unfallchirurg. 2004 Jan;107(1):8-14
38. Shalomon J et al. Elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in lower leg fracture. Complications and outcome. *European Journal Trauma* 2005; (1): 19-23.
39. Shrader MW. Proximal humerus and humeral shaft fractures in childrens. *Hand Clin.* 2007 Nov;23(4):431-5.
40. Slongo TF. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury* 2005;36(Suppl 1):A78-A85
41. Synthes SMP. Técnica Quirúrgica TEN. Instrumentos e implantes originales de la asociación para el estudio de la osteosíntesis-AO/ASIF.
42. Theddy FS. Complications and failures of the ESIN technique. *Injury* 2005; 36 Sup 1: 78-85.
43. Toro Posada Álvaro, Eduardo Sanín Jaime. Osteosíntesis con clavos flexibles intramedulares retrógrados para el manejo de fracturas diafisarias del fémur en niños entre 6 y 12 años. *Revista Colombiana de Traumatología y Ortopedia.* 2004. Volumen 18, Núm. 4: 75 – 84.
44. Vera RF. Mancilla L. Alanís CP. Tratamiento quirúrgico con clavo intramedular elástico estable en fracturas diafisarias del antebrazo en niños. *Rev. Med. Hered.* 2009;20:151-155.
45. Vittas D, Larsen E, Torp-Pedersen S. Angular remodeling of midshaft forearm fractures in children. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(265):261-264.
46. Vorlat P, De Boeck H. Bowing fractures of the forearm in children: a long-term followup. *Clin Orthop Relat Res* 2003;413:233-237.
47. Vrsansky P, Bourdelat D, Al Faour A. Flexible stable intra- medullary pinning technique in the treatment of pediatric fractures. *J Pediatr Orthop* 2000;20(1):23-27

## ANEXOS

## CEDULA DE RECOLECCION DE DATOS

1.-NOMBRE DEL PACIENTE: \_\_\_\_\_

2.-NUMERO DE AFILIACION: \_\_\_\_\_

3.-FECHA: \_\_\_\_\_

4.-GENERO: (MASCULINO) (FEMENINO)

5.-EDAD: \_\_\_\_\_

6.-REGION O HUESO AFECTADO:

FEMUR ( )      TIBIA ( )      HUMERO ( )      RADIO Y CUBITO ( )

7.-CLASIFICACION AO DE LA FRACTURA:

8.-MECANISMO DE LESION:

A) ACCIDENTE DE TRANSITO ( )

B) CAIDA MAYOR A 1 METRO ( )

C) CAIDA DE PLANO DE SUSTENTACION ( )

9.- TIEMPO DE CONSOLIDACION DE LA FRACTURA: \_\_\_\_\_

10.- TIEMPO DE DURACION DE CIRUGIA:

A) 50 A 70 MINUTOS ( )

B) 71 A 90 MINUTOS ( )

C) 91 A 110 MINUTOS ( )

D) 111 A 130 MINUTOS ( )

E) 131 A 150 MINUTOS ( )

F) 151 A 170 MINUTOS ( )

11.- REQUIRIO INMOVILIZACION ?

SI ( )

NO ( )

12.- CUANTO TARDO EN MOVILIZAR LA EXTREMIADAD AFECTADA

A) DE 0 A 4 SEMANAS ( )

B) DE 5 A 8 SEMANAS ( )

C) DE 9 A 12 SEMANAS ( )

13.- CUANTOS GRADOS PRESENTO DE ANGULACION RESIDUAL?

A) DE 0 A 10 GRADOS ( ) B) MAS DE 11 GRADOS ( )

14.- CUAL FUE EL ARCO DE MOVILIDAD ALCANZADO A FINAL DEL TRATAMIENTO?

A) COMPLETA ( )

B) CON LIMITACION LEVE ( 1 -15 GRADOS) ( )

C) CON LIMITACION MODERADA (16 -30 GRADOS) ( )

D) CON LIMITACION SEVERA (MAS DE 30 GRADOS) ( )

15.- CUALES COMPLICACIONES SE PRESENTARON DURANTE EL TRATAMIENTO?

---

16.- REQUIRIO REHABILITACION?

A) SI

B) NO

17.- EN QUE TIEMPO SE RETIRO EL O LOS CLAVOS TENS?

A) DE 0 A 6 MESES ( )

B) 7 A 12 MESES ( )

C) MAS DE 12 MESES ( )

MEDICO RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

CONSENTIMIENTO INFORMADO.

YO. \_\_\_\_\_

PADRE Y/O RESPONSABLE DEL PACIENTE:

\_\_\_\_\_

CON NUMERO DE AFILIACION: \_\_\_\_\_

QUIEN TIENE EL SIGUIENTE DIAGNOSTICO:

\_\_\_\_\_

AUTORIZO A LOS MEDICOS DEL SERVICIO DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA DEL H.G.R. 220, A REALIZAR EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO QUIRURGICO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

EL CUAL CONSISTE EN:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Y ESTANDO ENTERADO DE LAS COMPLICACIONES INHERENTES A DICHO PROCEDIMIENTO, SIENDO ESTAS:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

AUTORIZO:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE

TESTIGO.

\_\_\_\_\_

MEDICO RESPONSABLE.

