

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
“MAGDALENA DE LAS SALINAS”
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA**

“DR VICTORIO DE LA FUENTE NARVAEZ”

*Elongación Ósea en Miembros Pélvicos de Pacientes
Pediátricos: Descripción de Resultados Radiográficos y
Factores Asociados*

T E S I S D E P O S T G R A D O

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

ORTOPEDIA

PRESENTA:

Dr. IGNACIO BERMÚDEZ SOTO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INVESTIGADOR RESPONSABLE:

Dr. Ignacio Bermúdez Soto

Médico residente de 4to año de la especialidad de Ortopedia Hospital de Traumatología y Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad "Magdalena de las Salinas" I.M.S.S.

ASESOR:

Dr. Daniel Luna Pizarro

Médico especialista Ortopedia y Traumatología, MsCs. Adscrito a servicio de fémur y rodilla Hospital de Traumatología y Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad "Magdalena de las Salinas" I.M.S.S.

COLABORADORES:

Dr. José Ramírez Villalobos

Médico jefe del servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" . Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. José Luis Aguilera Soriano

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Salvador Arteaga Domínguez

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Saúl Baro Vázquez

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Roberto Bernal Lagunas

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Efrén Garcia Huerta

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Isaac Kalach Bucal

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

Dr. Roberto Rios Monroy

Médico adscrito al servicio de Pediatría del Hospital de Ortopedia "Victorio de la Fuente Narváez" Unidad de Medicina de Alta Especialidad (UMAE) "Magdalena de las Salinas" México DF.

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD “MAGDALENA DE LAS SALINAS”**

HOJA DE APROBACIÓN

Dr. Rafael Rodríguez Cabrera

PROFESOR TITULAR Y DIRECTOR DE LA UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
“MAGDALENA DE LAS SALINAS”

Dr. Uria Guevara López

JEFE DE ENSEÑANZA DE LA UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
“DR VICTORIO DE LA FUENTE NARVÁEZ”

Dr. Roberto Palapa García

JEFE DE DIVISIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA E INVESTIGACIÓN DEL HOSPITAL DE
TRAUMATOLOGIA
“ DR VICTORIO DE LA FUENTE NARVÁEZ”

Dr. Daniel Luna Pizarro

Asesor de tesis

MsCs MEDICO ORTOPEDISTA DEL SERVICIO DE FEMUR Y RODILLA
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA DE LA UMAE
“ DR VICTORIO DE LA FUENTE NARVÁEZ”

AGRADECIMIENTOS.

A dios, por haber guiado mis pasos.

A mis padres, quienes me han dado las bases, el ejemplo y cuidados con los que he llegado a cumplir mis metas en la vida.

A mi asesor de tesis, por haberme ayudado de realizar este proyecto, compartiendo su tiempo y conocimientos.

A mis maestros, por sus enseñanzas y haber contribuido a formarme como médico y persona.

A mis compañeros de residencia, con los que he crecido y compartido momentos importantes de nuestras vidas.

El presente trabajo se realizó en la
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de traumatología
"Magdalena de la Salinas"
Instituto Mexicano del Seguro Social.

INDICE

I INTRODUCCION

II RESUMEN

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

IV ANTECEDENTES

V OBJETIVOS

VI JUSTIFICACION

VII MATERIAL PACIENTES Y METODOS

VIII DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

IX CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS

X NORMAS ETICAS Y REGULATORIAS

XI RESULTADOS

XII DISCUSION

XIII CONCLUSIONES

XIV ANEXOS

XV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

I INTRODUCCIÓN

En la literatura ortopédica se han descrito innumerables técnicas de elongación de tibia o fémur por osteotomía y “distracción” mecánica del hueso corto.

En cuanto a las complicaciones, a lo largo de la historia se han reportado incidencias desde el 5 hasta el 250%^(33, 34, 53), si bien es cierto que la técnica quirúrgica, el ritmo y grado de distracción y la rehabilitación están plenamente descritos, aún se presenta una amplia gama de complicaciones, así como factores asociados a las mismas. Como distancia elongada^(35, 36, 37), edad^(38, 39), etiología^(40, 41, 42), deformidades Asociadas^(35, 43) y técnica^(44, 39). Las complicaciones reportadas estas van desde la infección en el sitio de los alambres o tornillos (10-100%)^(38, 39, 52), infección ósea profunda (0-3%)^(45, 46, 52), consolidación prematura (1-33%)^(47, 46, 52), fractura del sitio de osteogénesis (50%)^(48, 52), contracturas musculares, rigidez articular y subluxaciones^(36, 34, 39, 49, 53), lesión neurológica^(49, 50, 52), depresión, y retardo en la consolidación^(51, 52). En lo referente a la evaluación de los resultados, aunque se han utilizado gran cantidad de métodos como escáneo de densidad con tomografía computada⁽¹⁸⁾, ultrasonografía⁽¹⁹⁾, e incluso pruebas mecánicas in vivo⁽¹⁾, las radiografías simples siguen siendo el método más utilizado tanto para la evaluación del regenerado como para decidir el retiro del fijador^(20, 21, 22). La valoración radiográfica del regenerado óseo durante la distracción es una técnica imprecisa que nunca ha sido adecuadamente cuantificada⁽⁵⁴⁾. Varios criterios han sido utilizados, como el número de corticales⁽⁵⁵⁾, e incluso varios autores han diseñado sus propias clasificaciones como Catagni⁽⁵⁶⁾, Bowen⁽⁵⁷⁾, Aquerreta⁽⁵⁸⁾, Orbay⁽⁵⁹⁾, Minty⁽⁶⁰⁾ y Hamanishi⁽⁶¹⁾. Las cuales se han asociado de diferente manera con el resto de los factores que influyen en este procedimiento.

II. RESUMEN

Antecedentes. El objetivo central de la elongación ósea, es proporcionar un tratamiento al paciente pediátrico para estabilizar de la mejor manera su estado biomecánico directamente aplicada a la marcha así como a la armonía del esqueleto. Los principales centros de concentración donde se realiza la elongación ósea son contados y por tratarse de una técnica con amplia variabilidad en los resultados descritos en la literatura, nosotros contamos con uno de los centros de ortopedia donde se realiza este tipo de cirugía, mas no existe ningún registro científico que contemple los factores asociados a los pacientes sometidos a esta cirugía, no existen datos reportados de análisis estadísticos que nos permitan clasificar la evolución, el proceso de elongación y en si, las características generales del procedimiento y de sus resultados finales.

Objetivo. Describir los resultados radiográficos y los factores asociados de los pacientes pediátricos sometidos a elongación ósea en miembros pélvicos

Material, pacientes y métodos. Se determinara un solo grupo de estudio, a todos los pacientes postoperados de elongación ósea de miembros inferiores en el servicio de pediatría de Enero de 2005 a enero 2007 en el Hospital de Ortopedia “Victorio de la Fuente Narváez” de la Unidad de Medicina de Alta Especialidad “Magdalena de las Salinas”, del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS, México Distrito Federal Delegación 1, ambispectivo, transversal, con consentimiento informado por escrito, firmado, expediente completo, con escala de Hamanishi, Healing Index, y de los factores asociados con técnica de muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

Análisis estadístico. Se realizo estadística descriptiva y de frecuencias. Distribución de la muestra basado en los resultados de sesgo y curtosis. Correlación para variables cuantitativas entre los resultados básales y funcionales, Chi cuadrado para las variables dicotómicas y se considero la $p < 0.05$ como valor estadísticamente significativo. Y se

determino correlación positiva con valores de $r = 0.6$ o mayores. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con SPSS software for Windows versión 11.

Resultados. Se recopiló la información de un total de 52 pacientes. Se obtuvieron un total de 27 pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión, de los cuales 17 fueron del sexo femenino (62.96%) y 10 del sexo masculino (37.03%); con una edad promedio de 11.62 ± 3.81 años; con peso promedio de 44.11 ± 17.49 kg; talla promedio de 144.85 ± 21.99 cm; donde el lado afectado con más frecuencia fue el derecho con 14 (51.85%) y el izquierdo con 13 (48.14%); la etiología más común son las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera con 8 casos (29.6%). La distancia alongada en promedio fue de $4.59 \text{ cm} \pm 1.44$, con un healing index promedio de 64.61 ± 18.10 . Las complicaciones se presentaron en cantidad de 59.25%, siendo la más frecuente la fractura en el sitio de distracción con 5 casos (18.51%) y la recolocación de algún troncocónico o del sistema en 5 casos (18.51%). En cuanto a la utilización de la escala de hamanishi para valorar los resultados radiográficos se encontró una kappa de 0.87. Con el primer observador se encontraron 20 pacientes con neoforado atenuado (74.07%), 4 pacientes con neoforado recto (14.81%), 2 pacientes con neoforado externo (7.40%) y 1 paciente con neoforado opuesto (3.70%). Con el segundo observador se encontraron 18 pacientes con neoforado atenuado (66.66%), 6 pacientes con neoforado recto (22.22%), 2 pacientes con neoforado opuesto (7.40%) y 1 paciente con neoforado externo (3.70%).

Conclusión. La elongación ósea de miembros pélvicos en pacientes pediátricos por el método de callotaxia, es el más aceptado a nivel mundial, y aunque el índice de complicaciones es muy variable, los resultados finales suelen ser aceptables. Se pueden tratar acortamientos con etiología de todo tipo, aunque se debe de tener un control estricto en el seguimiento de dichos pacientes. Es de llamar la atención en nuestro estudio que el healing index, es muy elevado comparado con el resto de los reportados en la literatura, y

que en la valoración radiográfica se encuentran neoformados de tipo atenuado en su mayoría, no siendo estos los ideales y presentando mayor riesgo de complicaciones como las fracturas, que fue la complicación más común en nuestra serie. En esta serie se observó que la escala de Hamanishi tiene una concordancia interobservador bastante aceptable, por lo que pudiera ser una herramienta importante en el seguimiento y valoración en la consulta externa de estos pacientes. Esto junto con un reporte minucioso del Healing Index, que normalmente no se utiliza en los expedientes podría ayudar a disminuir las complicaciones encontradas.

Palabras clave. Elongación ósea, Healing Index, complicaciones, clasificación de Hamanishi

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿ Cuales serán los resultados radiográficos de la morfología del callo óseo y los factores asociados de los pacientes pediátricos sometidos a elongación ósea en miembros pélvicos?

IV. ANTECEDENTES

En 1905, Codivilla ⁽¹⁾ fue el primero en intentar la elongación femoral. Hizo una osteotomía oblicua de la diáfisis femoral y con el individuo anestesiado aplicó tracción esquelética por el calcáneo. Inmediatamente colocó un enyesado pelvipodálico para conservar la reducción. Dicho autor indicó sus resultados en 26 pacientes con un incremento de longitud entre 3 y 8 cm, exponiendo las indicaciones y contraindicaciones de este procedimiento. En 1913, Magnuson ⁽²⁾ utilizó una mesa de Hawley para aplicar tracción. Putti ⁽³⁾ en 1921 aplicó tracción y contratracción con un clavo en sentido proximal al sitio de la osteotomía, y otro distal. Abbott y Crego ⁽⁴⁾ en 1928 colocaron dos clavos por arriba y dos por debajo de la osteotomía. En 1950, McCarroll ⁽⁵⁾ describió un tipo de osteotomía en Z subtrocánterica, así como el empleo de placas ranuradas para el control de los fragmentos. Bost ⁽⁶⁾ en 1944 recomendó disminuir la resistencia de los tejidos blandos por medio de liberación extensa de los mismos. Bost y Larsen ⁽⁷⁾ en 1956 utilizaron una varilla endomedular para controlar la alineación de los fragmentos así como una osteotomía transversal. Merle d'Aubigné y Dubousset ⁽⁸⁾ en 1971 describieron una técnica bilateral en una sola sesión, señalando sus resultados. En cuanto a la elongación tibial, Abbott ⁽⁹⁾ en 1927 fue el primero en realizarla, y en 1936 Compere ⁽¹⁰⁾ describió en forma resumida las complicaciones de este procedimiento con lo son: choque, parálisis, septicemia, amputación e incluso la muerte. Sofield, Blair y Millar ⁽¹¹⁾ en 1958 describieron también la pérdida indeseable de potencia muscular. Finalmente en 1952 Anderson ⁽¹²⁾ sentó las bases actuales en la técnica quirúrgica para la elongación tibial.

En 1978 Wagner ⁽¹⁶⁾ renueva el concepto de la distracción progresiva utilizando un distractor externo uniplanar graduado. Realizando una osteotomía a nivel de la zona media de la diáfisis, con una diastasis inicial de .5 cm y repitiendola una o dos veces al día, luego

de la elongación en una segunda intervención se aplicaba injerto en la diastasis, retirando el fijador y colocando una placa, sin permitir descarga de peso. La técnica de Wagner es la conclusión lógica de una filosofía de elongación de los miembros, en la que no se espera ninguna respuesta biológica. La frecuente presencia de complicaciones observada en los métodos quirúrgicos de elongación de miembros, condujo a algunos cirujanos a la búsqueda de técnicas alternativas. Fueron los estudios experimentales y clínicos del profesor Ilizarov ⁽¹³⁾ iniciados en los sesentas pero publicados hasta los ochentas, los que han sentado las bases fisiológicas y biológicas en la distracción ósea, mencionando los siguientes principios biológicos como determinantes en este procedimiento llamado también cultivo de tejidos: 1) Conservación de la circulación intramedular, la médula ósea y el periostio, 2) Estabilidad de la fijación externa, 3) Grado y ritmo de distracción, 4) nivel de osteotomía.

Aunque ya descrito por Ilizarov el término corticotomía fue popularizado por Monticelli y Espinelli ⁽¹⁴⁾ en 1983. En 1987 De Bastiani y Aldegheri ⁽¹⁵⁾ acuñaron el término callotaxis con el cual condensan los principios ya mencionados previamente, así como el término “Healing Index” para evaluar sus resultados, el cual se define como el número de días necesarios con fijador para producir un centímetro de hueso consolidado. Desde entonces se han realizado múltiples estudios sobre el efecto del alargamiento óseo no sólo sobre el hueso, sino también sobre el resto de los tejidos blandos. Destacando los trabajos de Karamura ⁽²³⁾, Yasui ⁽²⁴⁾, Stanitski ⁽²⁵⁾, Fink ^(26, 27), Shilt ⁽²⁸⁾, Lee ⁽²⁹⁾, e incluso el mismo Ilizarov ^(30,31). En 1988 los reportes de Aronson y Harrison ⁽³²⁾ sobre la inducción mecánica de la osteogénesis ante el estímulo de la marcha y el beneficio de la misma en la consolidación apoyaron la teoría de la piesoelectricidad en la inducción de la osteogénesis. En 1990 Jones ⁽¹⁷⁾ estudio la sensibilidad del callo ante la tensión o el alargamiento elástico, demostrando que la tensión estimula la división celular, pero hacia

disminuir la síntesis de colágeno si se media pasada una semana. Así mismo, De Looyde en 1990 realiza un estudio comparativo entre la vascularidad de una corticotomía y una osteotomía, no encontrando diferencias significativas entre estas para la aparición del neoformado óseo.

V. OBJETIVO GENERAL

Describir los resultados radiográficos y los factores asociados de los pacientes pediátricos sometidos a elongación ósea en miembros pélvicos

V.1 Objetivos específicos

- Evaluar radiográficamente las características de la morfología del callo óseo de los pacientes sometidos a elongación ósea de miembros pélvicos en el hospital de ortopedia Victorio de la fuente Narváez, en el servicio de pediatría utilizando la clasificación de Hamanishi y cols.

- Documentar los factores asociados basales de cada paciente sometido a elongación ósea de miembros pélvicos en el hospital de ortopedia Victorio de la fuente Narváez, en el servicio de pediatría por medio de la información disponible en el expediente clínico.

VI. JUSTIFICACIÓN

El objetivo central de la elongación ósea, es proporcionar un tratamiento al paciente pediátrico para estabilizar de la mejor manera su estado biomecánico directamente aplicado a la marcha así como a la armonía del esqueleto. Los principales centros de concentración donde se realiza la elongación ósea son contados y por tratarse de una técnica con amplia variabilidad en los resultados descritos en la literatura, nosotros contamos con uno de los centros de ortopedia donde se realiza este tipo de cirugía, mas no existe ningún registro científico que contemple los factores asociados a los pacientes sometidos a esta cirugía, no existen datos reportados de análisis estadísticos que nos permitan clasificar la evolución, el proceso de elongación y en si, las características generales del procedimiento y de sus resultados finales, esto, nos da un camino de sugerencia para realizar un estudio que contemple a este grupo de pacientes y poder evaluar científicamente los resultados radiográficos y sus complicaciones, y así generar hipótesis para en un futuro realizar estudios subsecuentes al respecto. Al tener analizados estos factores asociados se podrá detectar cuales son los que afectan de forma directa, positiva o negativamente este procedimiento. Esto nos ayudará a limitar el daño y las complicaciones, así como a optimizar recursos.

VII. MATERIAL, PACIENTES Y METODOS

VII.1 Lugar donde se realizó el estudio.

Se realizó en el Hospital de Ortopedia “Victorio de la Fuente Narváez” de la Unidad de Medicina de Alta Especialidad “Magdalena de las Salinas”, a través del servicio de Pediatría del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS, México Distrito Federal Delegación 1.

VII.2 Diseño del estudio.

Transversal descriptivo

VII.3 Tipo de estudio.

- Por la captación de la información ambiespectivo
- Por la medición en el periodo de tiempo transversal

VII.4 Grupo de estudio.

Se determinara un solo grupo de estudio, a todos los pacientes postoperados de elongación ósea de miembros inferiores en el servicio de pediatría de Enero de 2005 a enero 2007 en el Hospital de Ortopedia “Victorio de la Fuente Narváez” de la Unidad de Medicina de Alta Especialidad “Magdalena de las Salinas”, del Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS, México Distrito Federal Delegación 1

VII.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN.

VII.5.1 Criterios de inclusión.

Los pacientes inscritos en el estudio debieron cumplir los siguientes criterios de inclusión:

- Pacientes de sexo masculino o femenino
- Derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social
- Pacientes que fueron sometidos a la técnica quirúrgica de elongación ósea de miembros pélvicos (fémur o tibia)
- Con expediente clínico
- Registro de elongación en milímetros o el tiempo de elongación.. tiempo de retiro del fijador y datos basales de cada paciente
- Datos radiográficos al completar la longitud programada y al retirar el fijador.
- Consentimiento informado por escrito y firmado.

VII.5.2 Criterios de no-inclusión

Los pacientes se excluirán de participar en el estudio si presentan :

- Pacientes con fijación externa en proceso de elongación o consolidación
- Pacientes que no acepten ingresar al estudio

VII.5.3 Criterios de exclusión

- Datos incompletos al momento del estudio de expedientes
- Que no cuenten con radiografías AP y lateral en periodo de elongación y

corticalización

VII.6 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

VII.6.1 Variables independientes.

1. Elongación ósea de miembros pélvicos en pacientes pediátricos

Descripción conceptual: Pacientes que acudieron al Hospital de Ortopedia Victorio de la Fuente Narváez y que fueron tratados por medio de elongación ósea de miembros pélvicos en el servicio de pediatría.

Descripción operacional: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico.

Tipo de variable: Dicotómica

Escala de medición: 1. Sí 2. No

VII.6.2 Variables dependientes

1. Escala de evaluación radiográfica del neoformado óseo de Hamanishi y cols.

Descripción conceptual: Sistema de valoración radiográfico que valora las características morfológicas del callo óseo durante el proceso de elongación.

Descripción operacional: Basado en una clasificación jerárquica que se divide en los siguientes rubros: 1. Externo 2. Recto 3. Atenuado 4. Opuesto 5. Pilar 6. Agenésico

Tipo de Variable: Cualitativa, nominal

Unidad de medición: 1. Externo 2. Recto 3. Atenuado 4. Opuesto 5. Pilar 6. Agenésico

Técnica de medición: Valorando radiografías AP y lateral.

2. Segmento óseo

Descripción conceptual: Hueso del esqueleto determinado

Descripción operacional: Basado en el hueso de la extremidad inferior que fue elongado

Tipo de variable: Dicotómica

Categorías: 1. Tibia 2. Fémur

Técnica de medición: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico

3. Longitud elongada

Descripción conceptual: Distancia que se alargó el segmento óseo

Descripción operacional: Distancia de alargamiento del segmento óseo lograda al final del tratamiento

Tipo de variable: Cuantitativa

Unidad de medición: Centímetros

Técnica de medición: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico

4. Healing index

Descripción conceptual: Término acuñado por DeBastiani y Aldegheri para estimar la duración del tratamiento durante la elongación ósea

Descripción operacional: Es el índice que se obtiene al dividir los días que se utilizó el fijador externo entre el número de centímetros que se elongaron.

Tipo de variable: Cuantitativa

Unidad de medición: Días con fijador/centímetros elongados

Técnica de medición: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico

5. Etiología

Descripción conceptual: Estudio de las causas de las cosas o de las enfermedades

Descripción operacional: Causa del acortamiento de la extremidad

Tipo de variable: Categórica

Unidad de medición: 1. Congénita 2. Adquirida

Técnica de medición: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico

6. Complicaciones

Descripción conceptual: Estado de lo que es complicado, dificultad.

Descripción operacional: Evento no deseado durante el procedimiento de elongación ósea que afecta el desarrollo del mismo o su resultado

Tipo de variable: Categórica

Unidad de medición: 0. Ninguna 1. Infección 2. Fractura del callo 3. Retardo en la consolidación 4. Consolidación prematura 5. Deformidad angular 6. Lesión vascular 7.

Lesión neurológica 8. Contractura muscular 9. Recolocación

Técnica de medición: Se determinará en base a los datos completos del expediente clínico

VII.6.3 Variables demográficas

1. Edad.

Definición conceptual. : Es el tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento

Definición operacional: Tiempo que ha vivido una persona en años constatado en el expediente clínico

Tipo de Variable. Cuantitativa

Unidad de medición: años

Técnica de medición: Interrogatorio a paciente y padre/tutor.

2. Sexo

Definición conceptual: Conjunto de características somáticas, morfológicas, funcionales y psíquicas que distinguen, entre individuos de la misma especie, al macho de la hembra.

Definición operacional: Sexo aparente de cada paciente.

Tipo de variable: Cualitativa, nominal, dicotómica.

Unidad de medición: 1. Masculino, 2. Femenino.

Técnica de medición: Identificación de apariencia general fenotípica.

3. Talla

Definición conceptual: Estatura o altura de las personas.

Definición operacional: Altura de un individuo en posición erecta desde su plano de sustentación hasta el vértice del cráneo.

Tipo de variable: Cuantitativa, continua de razón.

Unidad de medición: centímetros

Técnica de medición: Se obtendrán datos del expediente clínico al momento del procedimiento

4. Peso

Definición conceptual: Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo. Magnitud de dicha fuerza.

Definición operacional: Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo humano. Magnitud de dicha fuerza.

Tipo de variable. Cuantitativa, continua de razón.

Unidad de medición: kilogramos

Técnica de medición: Se obtendrán datos del expediente clínico al momento del procedimiento

5. Lado afectado

Definición conceptual: Dicho de una parte del cuerpo humano: que está situado en el lado del corazón o en el opuesto.

Definición operacional: Dicho de una parte del cuerpo humano: que está situado en el lado del corazón o en el opuesto.

Tipo de variable: Cualitativa, nominal, dicotómica.

Unidad de medición: 1. Derecho 2. Izquierdo

Técnica de medición: Interrogatorio y exploración física.

VIII DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

Este trabajo se llevó a cabo en el Hospital de Ortopedia de tercer nivel “Victorio de la Fuente Narváez” de la Unidad de Medicina de Alta Especialidad “Magdalena de las Salinas” del Instituto Mexicano del Seguro Social, México Distrito Federal. En el periodo comprendido del mes de junio del año 2007 a septiembre del año 2007.

Se coordinó el servicio de pediatría en la consulta externa mediante la información al personal de médicos adscritos, personal de enfermería, médicos residentes y sus respectivas jefaturas para la evaluación de los pacientes postoperados elongación ósea de miembros pélvicos.

Se revisaron los expedientes clínicos de los pacientes a los que se les realizó elongación ósea de miembros pélvicos del enero del 2005 a enero del 2007.

Posteriormente se citaron a la consulta externa del hospital de ortopedia .

Previo consentimiento informado (Anexo II), firmado, se incluyeron en el estudio.

Se tomaron impresiones digitales de los controles radiográficos AP y lateral del segmento elongado al momento de obtenerse la elongación deseada y al decidir el retiro del fijador.

Se utilizaron dos observadores aplicando la clasificación de Hamanishi y cols (Anexo IV) para estratificar los resultados radiográficos.

La información se recopiló en una hoja de recolección de datos diseñada para este estudio (Anexo III).

Se estableció la relación de las variables.

IX CONSIDERACIONES ESTADÍSTICAS.

Se corrigió azar y variabilidad interobservador por medio de prueba simple de

Kappa para determinar la certeza.

De los resultados obtenidos, se realizó estadística descriptiva y de frecuencias. Se determinó distribución de la muestra basado en la determinación de sesgo y curtosis de las variables cuantitativas, basado en los resultados se determinara estadística paramétrica o no paramétrica de una sola muestra. T de student para variables de distribución normal, Wilcoxon para variables de distribución no-normal. Se determinó Chi cuadrado para las variables dicotómicas y se consideró la $p < 0.05$ como valor estadísticamente significativo. Se determinó correlación positiva con valores de $r = 0.6$ o mayores. El análisis se realizó en paquete estadístico SPSS versión 11 Chicago Illinois.

X. NORMAS ETICAS Y REGULATORIAS.

X.1 Principios éticos.

Este estudio cumple con los principios fijados por la XVIII Asamblea Medica Mundial en la declaración de Helsinki, la cual determina las recomendaciones para orientar a los médicos que realizan investigaciones biomédicas que incluyen sujetos humanos adoptadas por la XVIII Asamblea Medica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio 1964 y enmendadas por la XXIX Asamblea Medica Mundial (Tokio, Japón, octubre 1975), la XXXV Asamblea Medica Mundial, Venecia, Italia (octubre 1983), y la XLI Asamblea Medica Mundial, Hong Kong (septiembre 1989) y por la XLVIII Asamblea General (Somerset West, República de Sudáfrica, octubre 1996)

X.2 Leyes y regulaciones.

El presente estudio también cumple con el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud vigente en México

X.3 Consentimiento informado.

El investigador (de acuerdo con los requisitos de la Ley General de Salud) o una persona asignada por el, informará perfectamente al paciente de todos los aspectos pertinentes del estudio clínico, incluyendo la información por escrito, incluyendo la información por escrito, todo lo anterior aprobado por parte del Comité local de Ética. Antes de que el paciente se integrara al estudio clínico, se obtendrá una forma de Consentimiento informado firmada y personalmente fechada por el paciente o por su representante legal y por la persona que obtuvo el consentimiento informado.(ANEXO II). El protocolo será enviado a la comisión nacional de investigación para ser aprobado.

X.4 MONITOREO DEL ESTUDIO

X.4.1 Responsabilidades de los investigadores.

Los investigadores responsables realizaron el estudio de acuerdo a un protocolo previo y basado en las Buenas Practicas Clínicas y los requisitos regulatorios aplicables. El investigador principal se encargo del cumplimiento del cronograma de trabajo, el programa de visitas y los procedimientos requeridos por el protocolo. El investigador esta de acuerdo en suministrar toda la información solicitada en la forma para reporte de caso de manera exacta y legible, de acuerdo con las instrucciones suministradas y asegurar el acceso directo a los documentos fuente a los representantes del comité local de investigación.

La captación de la información se llevó a cabo en la consulta externa de acuerdo a la hoja de captación de datos por el autor y un segundo observador.

La hoja de recolección de datos contiene las variables a medir establecidas en la valoración de efecto y presenta el resto de detalles de importancia para el monitoreo de cada paciente.

X.5 RECURSOS FINANCIEROS.

En cuanto a los gastos del estudio de serie de casos : los gastos de papelería,

programa de computación para vaciar los datos, completar el estudio, cámara digital, y una computadora portátil para recabar los datos en el sitio de la consulta externa simultánea. fueron solventados por los investigadores involucrados.

X.6 FACTIBILIDAD.

Dado que se contó con el número necesario de pacientes para dicho estudio en un periodo de tiempo adecuado para fines del programa de titulación, así como los recursos humanos y materiales necesarios para dicho proyecto, se consideró altamente factible la realización de dicho estudio en tiempo y forma.

X. 7 RECURSOS HUMANOS

Dr. Bermúdez Soto Ignacio

Dr. Luna Pizarro Daniel

Dr. Ramírez Villalobos José

Dr. Aguilera Soriano José Luís

Dr. Arteaga Domínguez Salvador

Dr. Baro Vázquez Saúl

Dr. Bernal Lagunas Roberto

Dr. García Huerta Efrén

Dr. Kalach Bucal Isaac

Dr. Ríos Monroy Roberto

XI. RESULTADOS

Al final del estudio, se obtuvo la información de un total de 52 pacientes de los archivos de las cirugías del servicio de pediatría, de los cuales, 35 expedientes se encontraron con la información completa para el estudio, se excluyeron 5 pacientes por no contar con sus estudios radiográficos, 2 por encontrarse en provincia y no poder acudir a valoración y 1 por no querer ser incluido en el estudio.

Se obtuvieron un total de 27 pacientes que cumplieron con todos los criterios de inclusión, de los cuales 17 fueron del sexo femenino (62.96%) y 10 del sexo masculino (37.03%) (Gráfica 1); con una edad promedio de 11.62 ± 3.81 años; con peso promedio de 44.11 ± 17.49 kg; talla promedio de 144.85 ± 21.99 cm; donde el lado afectado con más frecuencia fue el derecho con 14 (51.85%) y el izquierdo con 13 (48.14%) (Gráfica 2); la etiología más común son las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera con 8 casos (29.6%), seguida de la hemimelia con 5 casos (18.51%), hemiparesia espástica con 2 casos (7.40%), insuficiencia femoral 1 caso (3.70%), epifisiodesis 1 caso (3.70%), resección de displasia fibrosa de fémur 1 caso (3.70%), resección de condroblastoma de tibia 1 caso (3.70%), acidosis tubular renal 1 caso (3.70%), secuelas de genu valgo 1 caso (3.70%), secuelas de pseudoartrosis 1 caso (3.70%), secuelas de artrogirposis 1 caso (3.70%), acortamiento de miembro pélvico ideopático 1 caso (3.70%), secuelas de pie equino varo aducto 1 caso (3.70%), hemihipertrofia congénita 1 caso (3.70%) (Gráfica 4).

La distancia alongada en promedio fue de $4.59 \text{ cm} \pm 1.44$, con un healing index promedio de 64.61 ± 18.10 , con un healing index para fémur de 68.2 y para tibia de 62.8. En cuanto a las complicaciones estas se presentaron en cantidad de 59.25%, siendo la más frecuente la fractura en el sitio de distracción con 5 casos (18.51%) y la

recolocación de algún troncocónico o del sistema en 5 casos (18.51%), seguidos por la deformidad angular en 4 casos (14.81%) y la infección con 2 casos (7.40%) (Gráfica 7).

En cuanto a la utilización de la escala de Hamanishi para valorar los resultados radiográficos se encontró una kappa de 0.87. Con el primer observador se encontraron 20 pacientes con neoforado atenuado (74.07%), 4 pacientes con neoforado recto (14.81%), 2 pacientes con neoforado externo (7.40%) y 1 paciente con neoforado opuesto (3.70%) (Gráfica 5). Con el segundo observador se encontraron 18 pacientes con neoforado atenuado (66.66%), 6 pacientes con neoforado recto (22.22%), 2 pacientes con neoforado opuesto (7.40%) y 1 paciente con neoforado externo (3.70%) (Gráfica 6).

XII. DISCUSIÓN

En cuanto a la etiología del acortamiento, se ha encontrado de forma uniforme que la más común es la de tipo congénito, como lo describiera Glorion ⁽⁴³⁾, y de estas Stanitski reporta que la más común es la hemimelia fibular ⁽³⁷⁾, es de llamar la atención que en nuestro medio la etiología más común son las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera, seguida de la hemimelia. Esto pone de manifiesto la poca detección del problema en los primeros niveles de salud.

En lo referente al Healing Index, que se define como el número de días necesarios para la formación, remodelación y maduración de un centímetro de hueso para que pueda mantener su estructura luego del retiro del fijador ⁽²²⁾, se encuentra en nuestro estudio un promedio de 64.61 días/centímetro, encontrándose valores en la literatura desde 20 a 60 días/centímetro reportado por Aronson ⁽²²⁾, 40.8 días/centímetro reportado por Glorion ⁽⁴³⁾, y 38 días/centímetro reportado por De Bastiani ⁽¹⁵⁾, con lo que encontramos que los valores encontrados en este estudio se encuentran en límites elevados.

Para cada hueso en particular en este estudio se encontró que el fémur tiene un healing index de 68.2 y la tibia de 62.8, contrastando con lo que encontró De Bastiani con healing index de 36 en fémur y 41 en tibia ⁽²²⁾.

En cuanto a la utilización de la escala de Hamanishi para evaluar radiográficamente el neoformado óseo, se realizó una prueba de kappa para eliminar el efecto del azar y cuantificar la concordancia de los observadores, el resultado fue de 0.87 lo cual indica una concordancia excelente entre los observadores por lo que esta escala puede ser utilizada para la evaluación sin que interfiera el resultado al ser comparada con otras variables.

Hamamishi en el artículo original en donde publicó su escala ⁽⁶¹⁾ encontró que en su mayoría el neoforado fue recto, seguido por el externo y el atenuado. En nuestro estudio se encontró que predomina el atenuado, seguido por el recto y finalmente el externo y el opuesto en la misma cantidad, no encontrándose casos de neoforado pilar ni agnésico.

Pasando a las complicaciones, se han reportado incidencias muy variables, desde el 5 hasta el 250% ^(33, 34, 53), De Bastiani con la misma técnica realizada en este estudio reporta un índice de complicaciones del 14% ⁽¹⁵⁾, en contraste Glorion con la misma técnica encontró una incidencia de 118% ⁽⁴³⁾, nosotros encontramos una incidencia del 59.25%, encontrando más de una complicación en 4 pacientes. Siendo la más común la fractura en el sitio de neoforado y la recolocación del sistema o parte del mismo. Mientras que en el estudio de De Bastiani las más comunes fueron la fractura y la consolidación precoz. En nuestro estudio también encontramos otras complicaciones como lo fueron la deformidad angula y la infección, no encontrándose reportes de consolidación prematura, lesión vascular, neurológica o contractura articular. Antoci reporta en su artículo ⁽⁵²⁾ que la complicación más frecuente era la infección en el sitio de los troncoconicos, no correspondiendo con nuestro estudio.

En cuanto a la relación de variables se encontro que no habia asociación significativa entre el healing index y la distancia alongada como lo reportan la mayoría de los artículos $p = 0.170$ (Gráfica 9). Se ejemplifica la relación entre el peso y la edad (Gráfica 8) para apreciar una relación significativa $p = 0.0001$.

XIII. CONCLUSIONES

La elongación ósea de miembros pélvicos en pacientes pediátricos por el método de callotaxia, es el más aceptado a nivel mundial, y aunque el índice de complicaciones es muy variable, los resultados finales suelen ser aceptables. Se pueden tratar acortamientos con etiología de todo tipo, aunque se debe de tener un control estricto en el seguimiento de dichos pacientes. Como ya se comentó en la discusión, la etiología más frecuente en esta serie fueron las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera, no reportándose en ninguna otra serie esta causa como la principal.

Es de llamar la atención en nuestro estudio que el healing index, es muy elevado comparado con el resto de los reportados en la literatura, y que en la valoración radiográfica se encuentran neoformados de tipo atenuado en su mayoría, no siendo estos los ideales y presentando mayor riesgo de complicaciones como las fracturas, que fue la complicación más común en nuestra serie. Será necesario en estudios posteriores valorar cuales son las causas de estas variantes y tal vez se pudieran implementar medidas para corregirlas y así disminuir la incidencia de complicaciones en este procedimiento.

En cuanto a la baja incidencia del resto de las complicaciones habrá que evaluar las notas y reportes en los expedientes clínicos para evitar la falta de reporte de las mismas y poder obtener información fidedigna al respecto.

En esta serie se observó que la escala de Hamanishi tiene una concordancia interobservador bastante aceptable, por lo que pudiera ser una herramienta importante en el seguimiento y valoración en la consulta externa de estos pacientes. Esto junto con un reporte minucioso del Healing Index, que normalmente no se utiliza en los expedientes podría ayudar a disminuir las complicaciones encontradas.

XIII. CONCLUSIONES

La elongación ósea de miembros pélvicos en pacientes pediátricos por el método de callotaxia, es el más aceptado a nivel mundial, y aunque el índice de complicaciones es muy variable, los resultados finales suelen ser aceptables. Se pueden tratar acortamientos con etiología de todo tipo, aunque se debe de tener un control estricto en el seguimiento de dichos pacientes. Como ya se comentó en la discusión, la etiología más frecuente en esta serie fueron las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera, no reportándose en ninguna otra serie esta causa como la principal.

Es de llamar la atención en nuestro estudio que el healing index, es muy elevado comparado con el resto de los reportados en la literatura, y que en la valoración radiográfica se encuentran neoformados de tipo atenuado en su mayoría, no siendo estos los ideales y presentando mayor riesgo de complicaciones como las fracturas, que fue la complicación más común en nuestra serie. Será necesario en estudios posteriores valorar cuales son las causas de estas variantes y tal vez se pudieran implementar medidas para corregirlas y así disminuir la incidencia de complicaciones en este procedimiento.

En cuanto a la baja incidencia del resto de las complicaciones habrá que evaluar las notas y reportes en los expedientes clínicos para evitar la falta de reporte de las mismas y poder obtener información fidedigna al respecto.

En esta serie se observó que la escala de Hamanishi tiene una concordancia interobservador bastante aceptable, por lo que pudiera ser una herramienta importante en el seguimiento y valoración en la consulta externa de estos pacientes. Esto junto con un reporte minucioso del Healing Index, que normalmente no se utiliza en los expedientes podría ayudar a disminuir las complicaciones encontradas.

XIII. CONCLUSIONES

La elongación ósea de miembros pélvicos en pacientes pediátricos por el método de callotaxia, es el más aceptado a nivel mundial, y aunque el índice de complicaciones es muy variable, los resultados finales suelen ser aceptables. Se pueden tratar acortamientos con etiología de todo tipo, aunque se debe de tener un control estricto en el seguimiento de dichos pacientes. Como ya se comentó en la discusión, la etiología más frecuente en esta serie fueron las secuelas de displasia del desarrollo de la cadera, no reportándose en ninguna otra serie esta causa como la principal.

Es de llamar la atención en nuestro estudio que el healing index, es muy elevado comparado con el resto de los reportados en la literatura, y que en la valoración radiográfica se encuentran neoformados de tipo atenuado en su mayoría, no siendo estos los ideales y presentando mayor riesgo de complicaciones como las fracturas, que fue la complicación más común en nuestra serie. Será necesario en estudios posteriores valorar cuales son las causas de estas variantes y tal vez se pudieran implementar medidas para corregirlas y así disminuir la incidencia de complicaciones en este procedimiento.

En cuanto a la baja incidencia del resto de las complicaciones habrá que evaluar las notas y reportes en los expedientes clínicos para evitar la falta de reporte de las mismas y poder obtener información fidedigna al respecto.

En esta serie se observó que la escala de Hamanishi tiene una concordancia interobservador bastante aceptable, por lo que pudiera ser una herramienta importante en el seguimiento y valoración en la consulta externa de estos pacientes. Esto junto con un reporte minucioso del Healing Index, que normalmente no se utiliza en los expedientes podría ayudar a disminuir las complicaciones encontradas.

XV. REFERENCIAS.

1. Codivilla, A.: On the means of lengthening in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. *Am. J. Surg.* 2:353, 1905.
2. Magnuson, P. B.: Lengthening of shortened bones of the leg by operation. *Surg. Gynecol. Obstet.*, 17:63, 1913.
3. Putti, V.: Operative lengthening of the fémur. *J. A. M. A.*, 77:934, 1921.
4. Abbot, L. C., and Crego, C. H.: Operative lengthening of the fémur. *South. Med. J.*, 21:823, 1928
5. McCarroll, H. R.: Trials and tribulations in attempted femoral lengthening. *J. Bone Joint Surg.*, 32-A:132, 1950.
6. Bost, F. C.: Operative lengthening of the bones of the lower extremity. *A. A. O. S. Instructional Course Lectures*, Vol. 1. Ann Arbor, J. W. Edwards, 1944, p.50.
7. Bost, F. C., and Larsen, L. J.: Experiences with lengthening of the fémur over an intramedullary rod. *J. Bone Joint Surg.*, 38-A:567, 1956.
8. Merle D'Aubigné, R., and Dubousset, J.: Surgical correction of large length discrepancies in the lower extremities of children and adults. *J. Bone Joint Surg.*, 48-B:336, 1966.

9. Abbott, L. C.: The operative lengthening of the tibia and fibula. *J. Bone surg.*, 9:128, 1927.
10. Compere, E. L.: Indications for and against the leg lengthening operations. *J. Bone Joint Surg*, 18:692, 1936.
11. Sofield, H. A., Blair, S. J., and Millar, E. A.: Leg lengthening. A personal follow-up of 40 patients some years after the operation. *J. Bone Joint Surg.*, 40-A:311, 1958.
12. Anderson, W. V.: Leg lengthening. *J. Bone Joint Surg.*, 34-B:150, 1952.
13. Ilizarov, G. A.: Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. *Orthop. Travmatol. Protez.*, 32:7, 1971.
14. Monticelli G., Spinelli R.: Leg lengthening by closed metaphyseal corticotomy. *Ital. J. Orthop. Traumatol.* 9: 139-150, 1983.
15. De Bastiani, G., Aldegheri, R., Renzi-Brivio, L., and Trivella, G.: Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J. Pediatr. Orthop.*, 7:129, 1987.
16. Wagner H.: Operative Lengthening of the femur. *Clin. Orthop.* 136:125, 1978.

17. Jones D.: Does PEMF recreate strain effects in bone cells? Abstract of Symposium on the response of bone to electrical stimulation. University of Bristol Musculoskeletal Research Group, 16th March 1990.
18. Aronson, Good, B., Stewart, C., Harrison, B., and Harp, J.: Preliminary studies at mineralization during distraction osteogenesis. Clin. Orthop. 250: 43, 1990.
19. Loret, G., Lammens, J., and Vander Perre, G.: Ultrasonic assessment of fracture healing and callus consolidation in Ilizarov elongation. Internacional Society for Fracture Repair Abstract Book, Brussels. Belgium, September 24-26, 1992 p. 168.
20. Fischgrund J, Paley D, Suter C. Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. Clin Orthop 1994; 301: 31 – 37.
21. Iglesias A, Forriol F, Arias M, Aquerreta J. D, y Cañadell J: Distracción ósea. Estudio radiológico. Revista de Ortopedia y Traumatología 42: 308-317, 1998.
22. Aronson J, Hyun-Dae Shin: Imaging techniques for bone regenerate análisis during distraction osteogenesis. J Pediatr Orthop 23;4, 550-560, 2003.
23. Karamura B., Ozono S., Takahasi T.: Limb lengthening by jeans of subcutaneous osteotomy. J. Bone Jt Surg 50^a, 851-878, 1968.

24. Yasui N., Kojimoto H., Shimizu: The effect of distraction upon bone, muscle and periosteum. *Ortop Clinics of North America*. 22; 563-567, 1991.
25. Stanitski D. F., Rossman K., Torosian M.: The effect of femoral lengthening on knee articular cartilage: The role of apparatus extension across the joint. *J Pediatr Orthop* 16:151-154, 1996.
26. Fink B., Braunstein S., Singer J., Schmielau G., Ruther W.: Behavior of tendons during lower leg lengthening in dogs using the ilizarov method. *J Pediatr Orthop* 19; 380-385, 1999.
27. Fink B., Braunstein S., Singer J., Schmielau G., Ruther W.: Behavior of blood vessels during lower leg lengthening using the ilizarov method. *J Pediatr Orthop* 19; 748-753, 1999.
28. Shilt J. S., Deeney V. F., Quinn C. O.: The effect of increased distraction frequency on soft tissues during limb lengthening in an animal model. *J Pediatr Orthop*. 20;146-150, 2000.
29. Lee C. A., Jianjun Ma., Deal D. N., Smith B. P., et al: Neuromuscular recovery after distraction osteogenesis at different frequencies in a rabbit model. *J Pediatr Orthop*. 26:628-633, 2006.

30. Ilizarov G. A.: The tension stress effect on the genesis and growth of tissues: Part I. the influence and stability of fixation and soft tissue preservation. Clin Orthop. 238; 249-281, 1989.
31. Ilizarov G. A.: The tension stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of the rate frequency of distraction. Clin Orthop. 239;263-285, 1989.
32. Aronson J., Harrison B., Stewart: The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. Clin Orthop. 241:106-116, 1989.
33. Ilizarov G. A.: The principles of the ilizarov method. Bull Hosp Joint Dis Orthop Inst 48:1, 1988.
34. Tjernstrom B, Olerud S, rehnberg L. Limb lengthening by callus distraction: complications in 53 cases operated. 1980-1991. Acta Orthop Scand. 1994;65:447-55.
35. Dahl MT, Guili B, Berg T.: Complications of limb lengthening: a learning curve. Clin Orthop 301;10-8, 1994.
36. Karger C, Guille JT, Bowen JR.: Lengthening of congenital lower limb deficiencies. Clin Orthop 291:236-45, 1993.
37. Stanitski DF, Bullard M, Armstrong P, Stanitski CL,: Results of femoral lengthening using the ilizarov technique. J Pediatr Orthop 15: 224-31, 1995.

38. Maffulli N, Lombardi C, Matarazzo L, Nele U, Pagnotta G, Fixsen JA.: A review of 240 patients undergoing distraction osteogenesis for congenital post-traumatic or postinfective lower limb length discrepancy. *J Am Coll surg* 182:394-402, 1996.
39. Noonan KJ, Leyes M, Forriol F, Canadell J.: Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation: a study of two hundred and Sixty one femora and tibiae. *J Bone Joint Surg Am* 80:793-806, 1998.
40. Aquerreta JD, Forriol F, Canadell J.: Complications of bone lengthening. *Int Orthop* 18:299-303, 1994.
41. Bell DF, Boyer MI, Armstrong PF.: The use of the ilizarov technique in the correction of limb deformities associated with skeletal dysplasia. *J Pediatr Orthop* 12:293-290, 1992.
42. Naudie D, Hamdy RC, Fassier F, Duhaime M.: Complications of limb-lengthening in children who have any underlying bone disorder. *J Bone Joint Surg Am* 80:18-24, 1998.
43. Glorion C, Pouliquen JC, Langlais J, Ceolin JL, Kassis B.: Femoral lengthening by callotasis: a study of a series of 70 cases in children and adolescents. *Rev Chir Orthop* 81:147-56, 1995.
44. Leyes M, Noonan KJ, Forriol F, Canadell J.: Statistical análisis of axial deformity during idstraction osteogenesis of the tibia. *J Pediatr Orthop* 18:1990-7, 1998.

45. Calhoun JH, Anger DM, Mader J, Ledbetter BR.: The ilizarov technique in the treatment of osteomyelitis. *Tex med* 87:56-59, 1991.
46. Eldridge JC, Bell DF.: Problems with substantial limb lengthening. *Orthop Clin North Am* 22:625-32, 1991.
47. Aaron AD, Eilert Re.: Results of the Wagner and Ilizarov methods of limb-lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 78:20-9, 1996.
48. Abe M, Sirai H, Okamoto M, Onomura T.: Lengthening of the forearm by callus distraction. *J Hand surg Br* 21:151-63, 1996.
49. Green S.: Postoperative management during limb lengthening. *Orthop Clin North Am* 22:723-34, 1991.
50. Velázquez RJ, Bell DF, Armstrong PF, Babyn P, Tibshirani R.: Complications of use of the Ilizarov technique in the correction of limb deformities in children. *J Bone Joint Surg Am* 75:1148-56, 1993.
51. Glorion C, Poulquen JC, Langlais J, Ceolin JL, Kassis B.: Femoral lengthening Using the callotasis method: study of the complications in a series of 70 cases in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 16:161-167, 1996.

52. Antoci V, Ono CM, Antoci V Jr, Raney EM.: Bone lengthening in children: how to predict the complications rate and complexity? *J Pediatr Orthop* 26:634-640, 2006.
53. Yun AG, Sverino R, Reinker K.: Attempted limb lengthenings beyond twenty percent of the initial bone length: results and complications. *J Pediatr Orthop.* 20:151-159, 2000.
54. Donnan LT, Saleh M, Rugby AS, McAndrew A.: Radiographic Assessment of bone formation in tibia during distraction osteogenesis. *J Pediatr Orthop.* 22:645-651, 2002.
55. Starr KA, Fillman R, Raney EM.: Reliability of Radiographic assessment of distraction osteogenesis site. *J Pediatr Orthop* 24:26-29, 2004.
56. Catagni M.: Imaging techniques: the radiographic classification of bone regenerate during distraction. In Maiocchi AB, Aronson J. eds. *Operative Principles of Ilizarov.* London: Williams & Wilkins. 53-57, 1991.
57. Bowen JR, Levy EJ, Donohue M.: Comparison of knee motion and callus formation in femoral lengthening with the Wagner of monolateral-ring device. *J. Pediatr Orthop.* 13:467-472, 1993.
58. Aquerreta D, Forriol F y Cañadell J.: Estudio prospectivo de la elongación de los segmentos óseos y de sus complicaciones. *Rev Ortop Traumatol*, 38:1-11, 1994.

59. Orsay JL, Frankel VH, Finkle JE.: Canine leg lengthening by the ilizarov technique: a biomechanical, radiologica and morphologic study. Clin Orthop 278:265-73, 1992.

60. Minty I, Maffulli N, Hughes TH.: Radiographic features of limb lengthening in children. Acta Radiol. 35:555-9, 1994.

61. Hamanishi C, Yasuwaki Y, Kikuchi H.: Classification of hte callus in limb lengthening: radiographic study of 35 limbs. Acta Orthop Scand 63:430-3, 1992.

|