

11245

61  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
HOSPITAL DE TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEdia  
MAGDALENA DE LAS SALINAS

I. M. S. S.

**CORRECCION DE LAS DEFORMIDADES ANGULARES  
DE LA RODILLA MEDIANTE EPIFISIODESIS  
CON ULTRASONIDO**

TESIS CON  
VALIA DE CUBOS

**TESIS DE POSTGRADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
ESPECIALISTA EN  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEdia  
P R E S E N T A  
DR. JUAN REYES GARCIA**



MEXICO, D. F.

1992



## **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 está 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.

## I N D I C E .

	PAG.
I. PROLOGO . . . . .	1
II. INTRODUCCION . . . . .	2
III. ANTECEDENTES CIENTIFICOS . . . . .	3
IV. DISEÑO DE INVESTIGACION . . . . .	5
a) Planteamiento del problema . . . . .	5
b) Hipótesis . . . . .	6
c) Objetivos . . . . .	10
V. MATERIAL Y METODOS . . . . .	11
VI. EL ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES . . . . .	13
VII. RESUMEN DE ACTIVIDADES . . . . .	27
VIII. ANALISIS DE RESULTADOS ESTADISTICOS . . . . .	30
IX. ILUSTRACIONES . . . . .	45
X. CONCLUSIONES . . . . .	56
XI. BIBLIOGRAFIA . . . . .	57

## PROLOGO

La siguiente tesis presenta un estudio experimental, prospectivo longitudinal y descriptivo. Con una estructura científica y para lo cual se dividirá en tres partes:

1). Protocolaria, en donde se expone el método científico presentando metodología y objetivos.

2). Esta parte presenta una detallada información sobre el ultrasonido sus aplicaciones y efectos.

3). Y esta última parte se presenta un resumen de actividades así como los resultados obtenidos y los que posteriormente esperamos en base al crecimiento total de los individuos estudiados.

## INTRODUCCION

La corrección quirúrgica de las deformidades angulares de rodilla en el paciente pediátrico pueden ser por dos métodos:

- 1). Osteotomias
- 2). Epifisiodesis unilateral

Las osteotomias con varios tipos de cortes y formas de fijación.

La epifisiodesis mediante la técnica de Phe<sup>u</sup>mister, engra<sup>u</sup>pado fisiario de Blount o epifisiodesis percutanea.

Dichos métodos antes referidos pueden tener un sin fin de complicaciones, siendo las propias de una técnica abierta como lo es la infección de la herida quirúrgica, la presencia de rigidez articular, rechazo a material, miositis osificante, disfunciones neuromusculares por la administración de anestésicos, así como independientemente del costo paciente día/cama.

Siendo esto los principales puntos que nos motivaron a continuar un tipo de epifisiodesis con ultrasonido utilizada experimentalmente en conejos en donde se apreció la acción del ultrasonido en la placa de crecimiento en conejos y en donde se obtuvieron excelentes resultados así como conclusiones.

En base a lo anterior y dado a los descubrimientos reportados en relación a los efectos del ultrasonido a nivel de la fisis publicados por Schirmer y Tohen es como se decide dicho trabajo.

## ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La epifisiodesis es un método, mediante el cual se obtiene un paro epifisiario, o sea, no se permite al disco de crecimiento que funcione. Existen dos tipos: El temporal y el definitivo, Phemister, Green, Abbot, Blount, (14).

Para el método temporal contamos con el engrapado de --- Blount, que sin dañar la epífisis, no permite la proliferación celular y por lo tanto, evita el crecimiento longitudinal, teniendo efecto mientras la grapa se encuentre adecuadamente colocada, (14).

Dentro del definitivo, contamos con el método propuesto por Phemister en 1933 y las variantes posteriores de Green, -- Abbot y Gill, mediante las cuales se logra la fusión prematura de una epífisis con su metáfisis, (14).

Los métodos descritos son invasivos, pues requieren de cirugía, no libres de complicaciones inherentes a toda cirugía como lo son la muerte por sensibilidad a fármacos y anestésicos, laxitud ligamentaria, infecciones, disfunción neuromuscular, abertura de grapas, requerimiento de cirugía secundaria, (14), además representan un alto costo día/cama, así como equipo y personal especializado.

Por las razones expuestas, nosotros hemos concluido sobre la necesidad de encontrar un método no invasivo y sin riesgos, con costos menores, para abordar el problema de las deformidades angulares de la rodilla del paciente pediátrico, para lo cual hemos pensado en el uso del ultrasonido, por las razones que a continuación exponemos, como método definitivo en el cierre de la fisis.

El uso del ultrasonido, ha sido contraindicado para su aplicación sobre las fisis de crecimiento ya que esta se lesiona y como refiere Schirmer (16), un efecto biológico de las ondas ultrasónicas, es la hipoplasia del hueso, cuando éstas ---

fueron aplicadas a los huesos de perros en crecimiento, sin haber alcanzado aún la osificación epifisiaria. Esta aseveración es confirmada en los reportes de Tohen (18).

Así como el estudio experimental realizado en México por el doctor Ruíz y cols. (16) en donde se comprobó el paro epifisiario en animales al aplicar ultrasonido.

El ultrasonido consiste en oscilaciones mecánicas de elevada frecuencia, que caen fuera de la percepción del oído humano, o sea, mayor de 16 kilohertz de frecuencia, (1,4,9,10,11,-18).

Al ultrasonido se le ha atribuido efecto perjudicial y efecto benéfico en los sistemas biológicos dentro del campo de la medicina.

La acción perjudicial ha sido reconocida desde la década de los cincuentas, (1,3,4,5,10,11,13,18).

Los resultados de las primeras aplicaciones de ultrasonido a los sistemas biológicos indicaron, que podría lesionar -- gravemente los tejidos, hasta el punto de poder utilizarse para destruir tejidos tumorales, (2,4,6,18).

Por otro lado, actualmente se reconocen los beneficios del ultrasonido en medicina humana y veterinaria, como elemento diagnóstico altamente confiable, del estado de gestación, -- así como coadyuvante en la rehabilitación en sujetos que se enfrentan de problemas ortopédicos, cuando se utilizan dosis de -- 0.5 a 4 watts/cm<sup>2</sup>, (8,12,15).

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existe algún método no invasivo que fusione la placa de crecimiento y por lo tanto que corrija las deformidades angulares de la rodilla?

**Hipotesis:**

El ultrasonido aplicados a niños en el período llamado - de impulso de crecimiento del adolescente, a dosis de -- 3.5 watts/cm<sup>2</sup> entre 10 y 12 sesiones de 5 minutos dia--- rios afecta la fisis de crecimiento y contribuye con esto a corregir las deformidades angulares de la rodilla - si es aplicada sobre esto.

#### HIPOTESIS DE NULIDAD

El ultrasonido aplicado a niños en el período llamado - "Impulso del crecimiento del adolescente", a dosis de 3.5 --- watts/cm<sup>2</sup> entre 10 y 12 sesiones de 5 minutos diarios no afec ta la f i s i s y por lo t a n o co n t r i b u e a co r r e j i r l as d e f o r m i d a d e s de l a r e d i l l a.

#### HIPOTESIS ALTERNA

El ultrasonido aplicado a niños en el periodo llamado -- "Impulso de crecimiento del adolescente", a dosis de 3,5 watts /cm<sup>2</sup> entre 10 y 12 aplicaciones de 5 minutos diarios, afecta - la fisis de crecimiento y contribuye en un 70% de los casos, a corregir las deformidades angulares de la rodilla si es aplica da sobre esta.

**Definición de variables.**

- A) **Fisis.-** banda de tejido cartilaginoso interpuesta --- transversalmente entre la epifisis y la metafisis, elemento esencial en la osificación endocontral prenatal y posnatal.
  
- B) **Cierre de la fisis.-** es la trabeculación osea ininterrumpida de metafisis a epifisis la cual se demuestra - mediante estudios radiográficos.
  
- C) **Deformidad angular.-** alteración caracterizada por el arqueamiento interno o externo de alguna extremidad - fuera de los parámetros normales.

## OBJETIVOS

1. Corroborar si el ultrasonido, es un medio no invasivo eficaz en el tratamiento de las deformidades angulares de la rodilla, en el paciente en el último período de crecimiento rápido.
2. Analizar gamagráficamente la placa de crecimiento, posterior al uso de ultrasonido, comparando la fisis medial -- (tratada) con la lateral (no tratada).
3. Determinar el grado de corrección de la deformidad angular a los 6 meses de la terapéutica con ultrasonido.
4. Proponer la terapéutica no invasiva por medio de ultrasonido para corregir deformidades angulares de la rodilla.
5. Proponer el ultrasonido como método eficaz, para la realización de epifisiodesis definitiva.

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Hospital de Ortopedia de Magdalena de las Salinas, en el servicio de ortopedia - pediátrica en el período comprendido del 20 de abril de 1991 - al 20 de diciembre de 1991, dejándolo abierto para los resultados finales a los 2 años.

Los pacientes todos ellos niños, en edades de 10-14 años los cuales fueron 7 niños y 1 niña con presencia de deformidad angular de rodillas de tipo valgo (fig. 1) siendo 6 bilaterales y 2 unilaterales (derecha) contabilizando un total de 14 rodillas, metabólicamente sanos y todas las deformidades de tipo idiopático, estas grado cuatro de la clasificación de Muelle (fig. 2) sin manejo previo y sin utilización de factores extrínsecos que pudieran alterar el resultado.

Para su manejo se utilizó un aparato de ultrasonido Megason XV modelo 115 (propiedad de los autores) (fig. 3) así como otro aparato de ultrasonido (propiedad del servicio de H.T.M.-S.).

Todo el grupo fué sometido a oscilaciones ultrasonicas empleando una dosis de 3.5 watts/cm<sup>2</sup> durante 5 minutos por sesión, realizándose diariamente durante 10 días.

La aplicación del ultrasonido se hizo en la fisis medial distal femoral (fig. 4) (previa localización radiográfica) con aplicación de material conductor en el sitio de la aplicación con un cabezal de diámetro pequeño y solamente por los autores.

Cada paciente fué fotografiado así como valorado antropométricamente (peso, talla) con valoraciones específicas: distancia intermaleolar; eje femorotibial clínico (fig. 6) previo al tratamiento así como Rx. Ap y lateral de la rodilla en estudio a 2 mts. del tubo catódico y eje femorotibial (fig. 7) en donde se valora el grado inicial de deformidad así como por medio del método de Howorth para calcular la corrección esperada

de acuerdo al porcentaje de crecimiento se valora la edad osea en proyección Ap de mano teniendo como base la tabla de Grue--lich y Pyle (fig. 8) y marcando la fecha aproximada y su per--centila de localización.

A los 4 meses se tomará gamagrafia osea.

A los 6 meses se valorará antropométricamente (peso, ---talla), así como distancia intermaleolar, eje femorotibial clínico y se tomará control radiográfico: eje femorotibial, así - como valoración del crecimiento residual esperado en fémur dig tal, y se ubicará dado la tabla de Green - Anderson el posible crecimiento de la extremidad pelvica y su relación con la de--formidad residual.

Lógicamente y dado el tipo de estudio así como la edad y los elementos que estamos trabajando los pacientes seguirán --siendo vigilados radiográficamente y posteriormente se reporta rá el resultado final, se anexa hoja cronográfica.

Los resultados hasta los 6 meses serán procesados para - su validez por el método de T. de Student y se rechazará o ---aceptará la hipótesis de donde se derivarán la nulidad así co--mo se derivarán las conclusiones finales.

HOJA DE TRABAJO

Corrección (manejo) de las deformidades angulares de rodilla en el paciente pediátrico mediante epifisiodesis con ultrasonido.

Dr. Ruiz Torres  
Dr. Reyes

NOMBRE: \_\_\_\_\_ No. de Afiliación: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ TELEFONO: \_\_\_\_\_

DIRECCION: \_\_\_\_\_ FOTO CLINICA PRE: \_\_\_\_\_ FOTO CLINICA FINAL: \_\_\_\_\_

DX: \_\_\_\_\_

EJE FEMOROTIBIAL PRE CL: \_\_\_\_\_ EJE FEMOROTIBIAL FINAL CL: \_\_\_\_\_ CORRECCION: \_\_\_\_\_

RX: \_\_\_\_\_ RX: \_\_\_\_\_

PERCENTILA DE ALTURA: \_\_\_\_\_ EDAD OSEA: \_\_\_\_\_

ANCHO DE LA FISIS: \_\_\_\_\_ OBESO: \_\_\_\_\_ DELGADO: \_\_\_\_\_ MEDIO: \_\_\_\_\_

DISTANCIA INTERMALEOLAR: \_\_\_\_\_

DOSIS (WATTS X M<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ TIEMPO DE APLICACION: \_\_\_\_\_

FECHA DE INICIO: \_\_\_\_\_ FECHA DE TERMINACION: \_\_\_\_\_ No. DE APLICACIONES: \_\_\_\_\_

DOLOR A LA APLICACION: 

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

ANAMNESIS DE DOLOR: \_\_\_\_\_

OTRO TIPO DE COMPLICACION: \_\_\_\_\_

ESTUDIOS RADIOGRAFICOS FINAL DE APLICACION (AP Y LATERAL) \_\_\_\_\_

- 2 MESES (AP Y LATERAL ) \_\_\_\_\_
- 3 MESES EJE FEMOROTIBIAL \_\_\_\_\_
- 4 MESES (AP Y LATERAL) \_\_\_\_\_
- 6 MESES (EJE FOMOROTOBIAL) \_\_\_\_\_

CAMAGRAFIA 4 MESES \_\_\_\_\_

**SEGUNDA PARTE****EL ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES**

## ULTRASONIDO

DEFINICION:

Son oscilaciones mecánicas de elevada frecuencia que -- caen fuera del campo de percepción del oído humano, ó sea, -- frecuencias mayores a 16 kilohertz. El hertz equivale a una vibración por segundo (unidad de medida de frecuencia); Megahertz equivale a 1,000 kilohertz; un kilohertz (khz) equivale a 1,000 hertz.

La propagación del ultrasonido, es a través de líquidos y sólidos, y la propagación de la energía ultrasónica es la onda longitudinal principalmente; la otra manera de propagación es la onda transversa (cortante), la cual no se propaga a través de fluidos, por lo que adquiere importancia en su -- propagación a través de sólidos en el hueso. La onda longitudinal se transforma en transversa en la interfase músculo hueso. A su paso, el ultrasonido hará oscilar a las partículas -- por las que pasa (a diferencia de la diatermia). Las oscilaciones en la onda longitudinal, son en dirección de la onda; -- en la onda transversa, las oscilaciones son perpendiculares a la dirección de la propagación de la onda. Las ondas ultrasónicas no se propagan a través del aire. A diferencia del sonido audible, se pueden condensar como la luz, y por lo tanto, -- pueden ser absorbidas, reflejadas, refractadas y difractadas. Se reflejan sobre superficies lisas y compactas.

EFFECTOS BIOLÓGICOS:

Se pueden dividir en tres: Mecánico, Térmico y Químico.

MECANICO:

Efecto primordial y fundamento del ultrasonido; se des-

pliega en magnitudes submicroscópicas, pues las partículas oscilan en el campo acústico con una amplitud 1/10 a 1/100 de la longitud de onda de la luz. El resultado más importante de la acción mecánica es producir un aumento en la permeabilidad de las membranas celulares y como consecuencia, la aceleración de los procesos osmóticos.

#### TERMICO:

Se origina de la transformación de la energía ultrasónica absorbida en los tejidos. En las interfases de diferentes tejidos, principalmente entre músculo y hueso se produce una absorción especialmente grande de energía. Se puede observar un aumento de temperatura local produciendo hiperemia, efecto termal más importante del ultrasonido. Entonces, la absorción es el proceso mediante el cual la energía mecánica ultrasónica es convertida a calor. Los tejidos con mayor contenido de colágena, tienen un mayor coeficiente de absorción; los tejidos -- más blandos tienen un coeficiente de absorción de 0.5 decibeles  $\text{cm}^{-1} \text{Mhz}^{-1}$ , los músculos 1.5 decibeles  $\text{cm}^{-1} \text{Mhz}^{-1}$ .

#### QUIMICO:

Se refiere a la formación de productos de oxidación.

#### TECNICA - APARATO:

En la actualidad, el método más utilizado para producir ondas ultrasónicas es el piezoceléctrico; cuando un cristal (como el cuarzo), convenientemente cortado es sometido a un campo eléctrico fuerte, que actúe sobre el eje del cristal, éste sufre contracciones y expansiones de acuerdo con la dirección de este campo, pudiéndose obtener oscilaciones de hasta un millón

de ciclos por segundo. La fuente de las ondas ultrasónicas --- (cristal de cuarzo), es colocando en la llamada cabeza de masa je que está situada en el final de un largo cable; el otro final del cable está conectado a un oscilador de radiofrecuencia que genera corriente eléctrica alterna.

#### FORMAS DE APLICACION:

Deberán considerarse los siguientes puntos:

##### A:

Que la reflexión sea mínima. La reflexión es causada por burbujas de gas, y ésta puede ser total. Para evitarlo, la superficie de aplicación debe ser lavada previamente con detergente, para evitar la barrera del aire que se presente entre el aplicador y la superficie por tratarse, se utiliza una sustancia de contacto como parafina, aceite, agua exenta de burbujas de aire; esta capa intermedia, deberá ser de un pequeño espesor para no debilitar la fuerza de las ondas ultrasónicas.

##### B:

Se deberán recordar los riesgos, contraindicaciones y -- efectos indeseables.

#### TECNICA DE CONTACTO DIRECTO:

Se utiliza en superficies planas intactas no dolorosas.

#### METODO ESTACIONARIO:

El aplicador permanece fijo. Se utiliza en raras ocasiones ya que se pueden alcanzar altas temperaturas en zonas pe--

queñas y es difícil de controlar. Cuando se utiliza, se emplean intensidades pequeñas de 0.1 a 1 watt/cm<sup>2</sup>.

#### METODO INTERMITENTE:

El aplicador se moviliza en forma circular en regiones pequeñas y en forma suave con ligero golpeteo, en regiones de mayores extensiones; de esta forma, es posible distribuir la energía en una zona más extensa.

#### APLICACION POR MEDIO DE AGUA:

Se recomienda para superficies curvas e irregulares, ó cuando existen lesiones (úlceras) ó zonas dolorosas; también para evitar irradiaciones a órganos profundos.

#### A.- METODO DIRECTO:

La parte por tratarse, se sumerge en una vasija con agua. El aplicador se mueve en línea recta o circular a una distancia de 1 a 2 cms. de la piel.

#### B.-METODO DE REFLEXION:

El aplicador se coloca sobre un reflector fijo, cuyo ángulo de reflexión cae en la parte por tratarse.

#### C.- METODO DE CONO:

Aplicadores en forma de cono con diferentes aberturas y llenos de agua, en la cual se ha removido el aire por ebullición, la bolsa se adapta a irregulares superficies. Se utiliza como medio de contacto el aceite sin burbujas entre el aplicador y la bolsa, y ésta y la piel.

**DOSIS:**

Está en relación con el aparato y la zona por tratarse. Si la energía del aparato es modulada. La técnica de aplicación es estacionaria; si es continua será intermitente. Debe tomarse en cuenta la zona por tratarse, si es con predominio de grasa ó de músculo, la profundidad del foco que se requiere radiar. Se han encontrado dosis terapéuticas empíricas, que se han catalogado de 0.5 a 4 watts/cm<sup>2</sup>, de acuerdo a diferentes opiniones. El límite superior de dosis, puede ser señalado por la presencia de dolor. La sensación profunda de dolor indica sufrimiento del periostio; el dolor superficial quemante indica la presencia de burbujas aéreas entre el aplicador y la piel. Se puede determinar el umbral del dolor al comenzar un tratamiento, y realizar éste con dosis infradolorosas.

Generalmente, dosis de 0.5 a 3 watts/cm<sup>2</sup>, cuando se usa el método intermitente es la tolerada. Si usamos el método estacionario, debemos de cuidarnos utilizando menores de 1 watt/cm<sup>2</sup>. Se recomiendan intensidades de 0.5 a 1.5 watts/cm<sup>2</sup> para condiciones inflamatorias; de 1.5 a 2.5 watts/cm<sup>2</sup> para enfermedades deformantes osteoarticulares. La aplicación por golpeteo requiere de mayor intensidad que cuando se usa la circular.

**DURACION:**

Se recomienda de 3 a 10 minutos por campo; la frecuencia de sesiones van de 3 veces por semana a 2 por día; se pueden utilizar de 3 a 15 sesiones de acuerdo al caso.

**EFFECTOS BIOLÓGICOS:**

Abramson MD y cols. estudiaron a 16 personas sanas a las que aplicaron ultrasonido durante 18 a 21 minutos encontrando:

A:

Incremento notorio en el flujo sanguíneo; el aumento en la circulación local persistió por 26 minutos promedio después de la aplicación.

B:

Incremento en la utilización de oxígeno en los tejidos - de la zona aplicada (antebrazo) con efecto prolongado 23 minutos en promedio postterapéutico.

C:

La alteración en la diferencia de oxígeno arteriovenoso fué inconstante, lo que indicaba que el incremento de utilización de oxígeno fué compensado por el flujo sanguíneo aumentado.

D:

Aumento en la temperatura en el antebrazo; la máxima se encontró en tejido subcutáneo.

INDICACIONES:

ESPECIFICAS:

Contracturas articulares resultantes de tensión de estructuras periarticulares ó de cicatrización de tejido capsular independientemente de la causa: Inmovilización, proceso reumático, proceso degenerativo, enfermedad articular ó trauma. El efecto atribuido, es en relación con acción antiespasmódica. Hay autores que presentan al ultrasonido como método

que aventaja a otros métodos que también son productores de calor, como la diatermia o rayos infrarrojos. Se ha reportado aumento en la velocidad de cicatrización con el uso del ultrasonido.

#### SITUACIONES SUGESTIVAS DE VALOR:

Algunos autores han sugerido la utilización del ultrasonido en acortamiento y fibrosis muscular que se ha extendido a la articulación, ó como resultado de cicatrización contráctil de la piel y tejido subcutáneo. Se atribuye al aumento de la temperatura el efecto contribuyente a la elasticidad. El uso del ultrasonido conjuntamente con hidrocortisona en calcificaciones tendinosas también ha sido reportado.

Otras indicaciones en este capítulo: Distrofias como el síndrome hombro-mano, atrofia de Sudeck y causalgia. Contractura de Dupuytren, Fenómeno de Reynaud's, Espondilitis Reumatoidea, fases agudas de Artritis Reumatoidea. Dolor persistente posterior a un esquince, absorción de hematoma por la acción termal Verruga plantar, etc.

#### SITUACIONES CON VALOR CUESTIONABLE:

Síndrome de la ciática y otras formas de radiculitis. Se ha encontrado que en estos casos hay respuesta al tratamiento, aunque en la misma proporción que se espera de la resolución espontánea.

Esclerosis múltiple, cicatriz queloide, dermatitis, psoriasis, neurofibromatosis.

Enfermedad de Paget; periostitis, prostatitis, sinusitis  
Úlcera péptica, tortícolis, tiña capitis.

Existen casos de controversia, ya que, mientras algunos autores, encuentran efectos favorables para un caso, otros lo consideran negativo y peligroso como sucede en el caso de fracturas.

Bender MD y cols. en un estudio con perros con esqueleto sano, realizó orificios en fémur encontrando: Osteogénesis y -fibrosis medular cuando se alcanzaban temperaturas mayores a los 7 grados centígrados de elevación, en la mayoría de sus casos, refiriendo así mismo la formación de nuevo hueso subperiostal en varios casos.

Maintz MD por otro lado, encontró que nuevo hueso periosteal, puede ser producido solamente en hueso normal intacto, y que las dosis requeridas se acercaban al nivel de destrucción y en caso de fracturas, la osteogénesis ocurrida era a distancia del foco de fractura.

De Nunno reporta osteogénesis en fracturas femorales de conejo, posterior a la administración de pequeñas dosis.

Murolo y Claudio MD, reportan resultados favorables en -fracturas en cerdos de Guinea.

Estudios reportados en el tratamiento de tumores óseos - (osteoblásticos) mediante ultrasonido produciendo necrosis del hueso (principalmente en el sarcoma osteogénico).

Ardan MD y cols. encontraron respuestas muy diferentes a estímulos iguales en hueso, por ejemplo: El incremento de temperatura en huesos de perros expuestos a 2.5 watts varió entre 6.3 y 31 grados centígrados. Reportan también, osteogénesis a distancia en efectos óseos intencionalmente formados.

Peron y cols. en un estudio del uso del ultrasonido para el tratamiento del vértigo en la enfermedad de Meniere, encontraron que después de aplicar ultrasonido en el canal semicircular, disminuyó en 75% de sus pacientes el vértigo.

Fry MD describe supresión de la corriente eléctrica evocada en la corteza visual, con el uso de ultrasonido, con recuperación completa después del período de exposición.

Howat escribe que el cáncer en el humano puede ser tratado con ultrasonido, sin embargo, se rechazó, ya que con radioterapia, se obtenían mejores resultados. Otros autores rechazan completamente esta versión.

#### CONTRAINDICACIONES, EFECTOS INDESEABLES, CUIDADOS:

Los efectos atribuibles al ultrasonido, son a su efecto térmico, mecánico y químico:

##### A: TERMICO.

Aumento de temperatura debido a la absorción de energía sonora a su transformación a calor.

##### B: MECANICO.

Productora de cavitación, en la cual burbujas de vapor o cavidades aparecen.

##### C: QUIMICO.

Por la formación de productos de oxidación.

Los efectos nocivos se deben a la susceptibilidad de los tejidos a los tres factores mencionados.

Baldes MD y cols. reportan que en un estudio con animales y vegetales, obtuvieron los siguientes resultados:

A:

En cristalino de bovinos; a una frecuencia de un megaciclo (un millón de ciclos por segundo) a 52 watts/cm<sup>2</sup>, una masa coagulada irreversible, resultado del efecto térmico de 68 grados centígrados.

A una frecuencia de 175,000 ciclos por segundo a 36 ---- watts/cm<sup>2</sup>, se formaron burbujas o cavitaciones reversibles, en esta ocasión, el efecto es atribuido a cavitación gaseosa. Según Lehman MD, este efecto es irreversible en humanos.

B:

Raíz de cebolla; a la frecuencia de un megaciclo con 20-watts/cm<sup>2</sup>, se observó una destrucción localizada; en el microscopio se observó aglutinación de cromatina, formación de puentes cromáticos, aglutinado de cromosomas, dislocación, hinchado y rompimiento; a esta misma frecuencia e intensidad, pero con una presión hidrostática de 6.7 atmósferas se encontró: en cojimiento y vacuolización difusa de la raíz, mismo hallazgo que se obtenía al sumergir la raíz a 48 grados centígrados ó con la aplicación de ultrasonido a 1 watt/cm<sup>2</sup>. Este resultado ponía en evidencia que la reacción localizada, era debida a ca vitación y la difusa a un efecto térmico.

Lehman refiere destrucción completa y uniforme del centro de la raíz de cebolla con 110 watts/cm<sup>2</sup> a una presión de 30 atmósferas (obteniéndose una temperatura de 150 grados centígrados deduciéndose por lo tanto que la destrucción no ocurrió por calentamiento, ni por cavitación.

C:

Nervio: La principal reacción del nervio al ultrasonido, es la parálisis, debida al aumento de calor. Se ha demostrado selectividad del tejido nervioso al calor, en un estudio con ranas, se encontró que el punto de reversibilidad de lesión del nervio ciático, causada por ultrasonido, estaba muy cerca del punto de no reversibilidad. No se encontró en el estudio efecto analgésico. El efecto de cavitación, no juega un rol importante en la reacción del nervio.

Dunn irradió a ratones a nivel de la tercera vértebra -- lumbar, lugar de alta densidad de neuronas motoras (nervio femoral, ciático, obturador) produciéndose parálisis en la proyección posterior de las extremidades inferiores. Las lesiones -- histológicas aparecieron 10 a 15 minutos posteriores a la aplicación de ultrasonido, siendo la temperatura máxima alcanzada de 35 grados centígrados en la médula.

D:

Hueso: Con intensidad moderada de 2 a 5 watts/cm<sup>2</sup>, el efecto es térmico. El calentamiento que ocurre en la interfase músculo hueso, en un rango terapéutico, puede ser espectacular razón de precaución. La necrosis del hueso, con el uso del ultrasonido es frecuente, de hecho, no existe en la práctica, -- otro agente que eleve la temperatura del hueso, tan efectivamente como el ultrasonido; altas temperaturas, pueden producir daño en médula y corteza ósea en menos de dos minutos, con dosis de intensidad moderada.

Bender encontró que temperaturas menores de 7 grados centígrados, producían hemorragia en la médula.

Maintz refiere osteogénesis a distancia de un sitio de - fractura intencional experimental, ó sea, en hueso intacto, pe- ro refiere que se requieren de dosis cercanas a nivel de des- trucción, por lo que la formación de hueso nuevo, a menudo es seguida de atrofia ósea con y sin fracturas.

Ardan reporta un número significativo de fracturas pre- sentadas posterior a exposición con ultrasonido; esto ocurría entre los 23 y 110 días después de la aplicación. Las fractu- ras ocurrieron con intensidades de 10 a 25 watts, siendo a ra- zón de 15 watts las mas frecuentes. A 5 watts no se presenta- ron fracturas. Las fracturas se relacionaron con temperaturas menores, y por otro lado, no ocurrieron fracturas a pesar de - haber alcanzado temperaturas mayores a las que produjeron frac- turas; otro hallazgo consistió en retardo de la consolidación de un defecto en ventana producido en fémur de perros (54 de - 64). Fibrosis medular con necrosis cortical fué el hallazgo -- histológico más frecuente en el estudio de Ardan. Los signos - tempranos de necrosis consistieron en picnosis de los osteocit- os. Signos tardíos consistieron en desaparición de éstas célu- las con picnosis y erosión vascular de los sistemas haversia- nos. El hecho de que la necrosis cortical hace más susceptible al hueso a fracturarse, se debe tomar en cuenta cuando manipu- lamos alguna articulación después de haber sometido a terapia con ultrasonido.

Fisis: Muchos autores mencionan el efecto del ultrasoni- do en la placa epifisiaria, el cual es destructivo, mencionan- do que el ultrasonido no debe ser aplicado sobre éstas; se men- ciona acortamiento subsecuente. La susceptibilidad puede ser a cualquier dosis.

Otros órganos: Didier menciona que el ultrasonido a al- tas dosis, produce cambios degenerativos en el órgano de Corti y ligamento espiral en las estructuras auditivas.

La aplicación local de ultrasonido está contraindicada - en la presencia de insuficiencia arterial ó en una área isquémica, por el riezgo de necrosis debido a la incapacidad del - flujo sanguíneo de contrarrestar el aumento de la demanda meta bólica (oxígeno).

En la artritis reumatoidea está reservado para casos sub crónicos y crónicos y debe aplicarse con gran precaución y con dosis bajas en los agudos, por miedo a una agravación de los - síntomas (Lehman).

Se recomienda cautela al aplicarse a médula, posterior a una laminectomía.

Se debe tener precaución al aplicarse en áreas anestesia das y en pacientes con discracias sanguíneas.

No se debe aplicar sobre tumores malignos, por acelera-- ción del proceso y aumento de metástasis.

Contraindicaciones generales: Organos parenquimatosos -- (higado, bazo, testículos, ovarios, cerebro, corazón, útero -- grávido, glándulas de reproducción, ojos). Se requiere cuidado al irradiar el ganglio estrallado ó las porciones superiores - de la columna dorsal y especialmente cuando exista una esclero sis de los vasos coronarios, ya que puede en algunos casos, de sencadenar un ataque agudo de angina de pecho.

**TERCERA PARTE**

**RESUMEN DE ACTIVIDADES Y  
RESULTADOS ESPERADOS.**

## RESUMEN DE ACTIVIDADES

Para este estudio de investigación se utilizarón 8 pacientes con los criterios ya mencionados los cuales fueron - valorados antes del tratamiento con proyecciones radiográficas (Ap de mano, eje femorotibial, ap y lateral de rodillas) así como mediciones clínicas (distancia intermaleolar, eje - clínico, femorotibial y somatometría) ubicándolos en este ru blo dentro de las gráficas de peso y talla (fig. 9).

Se les aplicaron 10 dosis de 3.5 watts/cm<sup>2</sup> en la fisis medial distal del fémur presentándose sólo como complicación única quemadura de 1er. grado en el paciente número 4, por - falla en el cabezal de uno de los aparatos que se utilizarón en el estudio.

Se refiere la presencia de dolor nocturno en 5 de los pacientes durante el tiempo de la aplicación y el cual cedia a la ingesta de analgésico.

Dado el tratamiento se indica a los pacientes seguir - con su vida cotidiana y de ser posible aumentar las activida des físicas.

Se valoran las placas radiográficas antes las cuales - se comentarán en los resultados estadísticos, desglosándose parámetro por parámetro y encontrándose diferencias significativas desde el punto de vista estadístico.

A los 4 meses se toma gamagrafía osea con la adminis-- tración de 25 milicurios (mci) de metildifosfonato-tc99 (MDP Tc99) en vena antecubital posterior a esto se adquieren imágenes a los 120 minutos (fase de recambio.- esta se conside-- ra enteramente como fase de metabolismo oseo). Dichos estu-- dios se efectuaron en cámara de Centelleo de gran campo de - visibilidad 5 cintiview con colimador de alta sensibilidad y de agujeros de baja energía.

Todos los estudios fueron grabados en discos magnéti-- cos para su procesamiento, utilizando para ello el programa

de regiones de interés - ROI-.

Se procesaron las imágenes estáticas con el paciente - en bipedestación en forma cuantitativa interesando de este - estudio la fisis medial y distal del fémur, ambas regiones - simétricas y de igual tamaño (fig. 10), encontrándose grandes diferencias en relación al porcentaje de captación, siendo mayor del lado lateral, así como un aumento importante en dicho lado de los pixeles; lo antes mencionado proyecta diferencias significativas (fig. 11).

A los 6 meses fueron evaluados los pacientes con las - mediciones clínicas antes referidas así como radiográficamente, encontrándose diferencias con las mediciones previas al tratamiento, con esto resalta la eficacia del tratamiento a la patología estudiada.

Los valores fueron analizados en el paquete computacional "Stat Graphic" cuyos resultados se observarán en el tratamiento estadístico.

Se encontraron como hallazgos la presencia en 2 pacientes (4 y 5) de un defecto cortical fibroso en la región intermaleolar derecha en el caso 4 y en el paciente 5 en la región supracondilea derecha de aproximadamente 2X2 cm.

Como una observación se ve en la radiografía post-tratamiento del paciente 4 que dicho defecto óseo presenta da--tos oscificación.

Con esto no concluimos que sea debido a la utilización de ultrasonido pero tampoco lo podemos excluir, pudiendo ser tema para un nuevo estudio.

Encontramos como complicación en el paciente 2 la presencia de un deslizamiento epifisiario femoral proximal derecho, no teniendo relación alguna con el estudio. El paciente fué intervenido por el equipo que realizó el trabajo, evolucionando satisfactoriamente hasta el momento.

Actualmente los pacientes cursan asintomáticos, con mejoría clínica excelente, con crecimiento favorable y se apre

cia a una posibilidad de corrección mayor en la deformidad - hasta grados normales.

Se deja abierto el estudio debido al tipo de población manejada así como a su patología.

Consideramos indispensable la valoración de la muestra al año, y dos años para ver el grado de corrección y corroborarlo con la gráfica de Bowen (fig. 12) utilizada por nosotros.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL TRATAMIENTO ESTADISTICO

A continuación presentamos el manejo de la información - obtenida con el propósito de dar validez y sustentar las conclusiones posteriores.

Antes de realizar cualquier prueba de hipótesis de forma estadística tenemos que corroborar si la población se comporta de una forma normal, para esto auxiliándonos del paquete computacional "Stat Graphics" efectuamos la prueba de Kolmogorov.

Si el coeficiente estimado es menor a 0.5 no podríamos seguir con el análisis sin antes realizar algunas correcciones a los datos muestrales (es decir tal vez aplicar el tratamiento a otra muestra más representativa). Los resultados arrojados son los siguientes:

Grupo de datos sometidos a prueba de normalidad.	Valor del estadístico kolmogorov.	Si es mayor de .05 el grupo de datos se considera normal
1 Dist intermaleolar antes	Sup. .221 Inf. .153	X X
2 Dist intermaleolar después	Sup. .274 Inf. .205	X X
3 Eje clínico antes	Sup. .250 Inf. .125	X X
4 Eje clínico después	Sup. .268 Inf. .150	X X
5 Eje radiográfico antes	Sup. .313 Inf. .163	X X
6 Eje radiográfico después	Sup. .277 Inf. .146	X X
7 % de captación	Sup. .193 Inf. .15	X X

## DATOS GLOBALES PARA CADA PACIENTE

	DIMA	DIMD	ECA	ECD	ERA	ERD	PC
Pac. 1 d	14.0	9.5	161	167	167	170	20%
Pac. 1 i	--	--	160	167	167	170	19%
Pac. 2 d	12.0	10.0	162	166	168	170	6%
Pac. 2 i	--	--	161	167	167	171	23%
Pac. 3 d	11.5	10.0	162	168	166	171	7%
Pac. 3 i	--	--	162	166	166	170	27%
Pac. 4 d	15.0	10.8	158	164	165	168	10%
Pac. 4 i	--	--	158	163	165	169	6%
Pac. 5 d	16.0	13.3	156	161	158	165	19%
Pac. 5 i	--	--	156	161	158	165	20%
Pac. 6 d	14.0	8.9	162	166	164	172	5%
Pac. 6 i	--	--	161	167	165	172	14%
Pac. 7 d	14.0	9.3	160	165	165	171	23%
Pac. 8 d	12.5	8.9	161	166	166	171	15%

DIMA= Distancia intermaleolar antes

DIMD= Distancia intermaleolar después

ECA= Eje clínico antes

ECD= Eje clínico después

ERA= Eje radiográfico antes

ERD= Eje radiográfico después

PC= Porcentaje de captación gamagráfico

d= Derecha

i= Izquierda

Una vez probado que todos los datos que se muestran en la tabla anterior se comportan de una forma normal, se continúa -- con él análisis.

Para realizar las pruebas que nos lleven a aceptar o rechazar cualquier hipótesis planteada utilizaremos el estadístico (T Student) que nos sirve para probar hipótesis respecto a igualdad de medias estos es: la hipótesis nula que se plantea ( $H=0$ ) dicta que la media de un grupo de datos con respecto a otra es igual; contra que son diferentes.

Otra justificación del manejo de esto, prueba estadística para nuestro análisis es que el tamaño de muestra es pequeño (8 pacientes 14 rodillas).

Todo nuestro análisis fué tomando en cuenta un nivel de confiabilidad del 95% (alfa= .05).

A continuación se muestran los resultados arrojados -- por el paquete antes mencionado.

#### ANALISIS DE RESULTADO PARA 2 MUESTRAS

##### 1.- DISTANCIA INTERMALEOLAR

Muestra estadística	Num. de Observaciones	DIMA	DIMD
	Promedio	13.625	10.0875
	Varianza	2.33929	2.08982
	Desviación Standart	1.52947	1.44562
	Mediana	14	9.75

Diferencia entre medianas 3.5375

Hipótesis probada de  $H_0 = \text{Dif} = 0$  computado t estadística 4.75426

$H_0 = \text{alterna} = \text{NE}$  (no son iguales)

Alpha= 0.05: = por lo tanto se rechaza  $H_0$  (hipótesis nulidad)

Se planteó la hipótesis nula  $H_0$ , de que la distancia intermaleolar antes del tratamiento es igual a la distancia intermaleolar después del tratamiento es decir  $\text{DIMA} - \text{DIMD} = 0$  Vs.- la hipótesis alterna de que han sufrido algún cambio se probó con un estadístico t la diferencia entre la media a un nivel de 95% de confiabilidad como podra observarse en los resultados del paquete computacional; se rechaza la hipótesis nula, esto es: EL TRATAMIENTO ORIGINA CAMBIOS EN LA MEDIA.

Esto se puede observar de una forma más objetiva en el diagrama de cajas y alambres representado en la fig. 1-1 donde además se observa que esta distancia se reduce considerablemente, hablando globalmente de la muestra. Además en la gráfica 1-2 se presenta la variación para cada paciente en la distancia intermaleolar antes y después de la aplicación del tratamiento con ultrasonido, donde podemos observar que en todos los casos existe una reducción significativa.

## 2.- EJE CLINICO

### ANALISIS DE RESULTADO PARA 2 MUESTRAS

		ECA	ECD
Muestra estadística	Num. de Observaciones	14	14
	Promedio	160	165.286
	Varianza	4.61538	2.23361
	Desviación Standard	2.14834	2.23361
	Mediana	161*	166*

Diferencia entre medianas = 5.28571

Hipótesis probada de  $H_0 = \text{Dif} = 0$  computado t estadística  
= - 6.38165

Hipótesis de  $H_0$  Vs Alternativa = Negativa

Alpha = 0.05 por lo tanto se rechaza  $H_0$  (hipotesis nula)

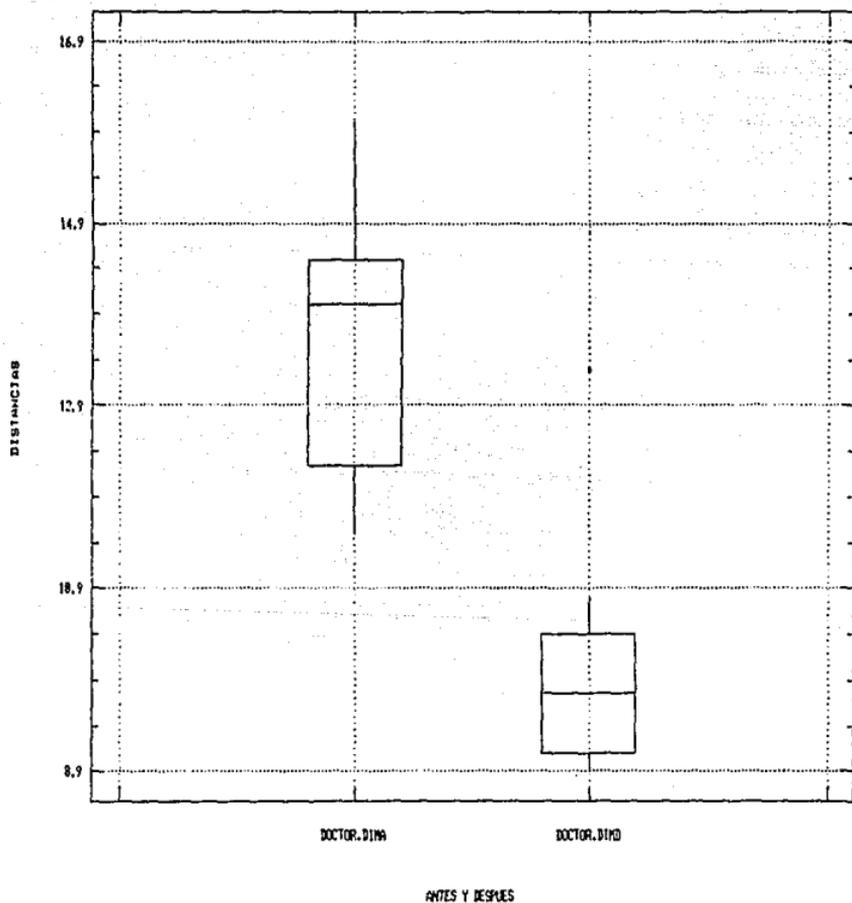
Se planteó la hipótesis de que el eje clínico antes del tratamiento es igual a el eje clínico después del tratamiento - es decir  $ECA - ECD = 0$  Vs la hipótesis alternativa de que si ha sufrido algún cambio.

Se probó con un estadístico T la diferencia entre la media a un nivel de 95% de confiabilidad como podrá observar se en los resultados del paquete computacional; se rechaza la hipótesis nula esto es: EL TRATAMIENTO ORIGINA CAMBIOS EN LA MEDIA.

## DISTANCIA INTERMOLECULAR ANTES Y DESPUES

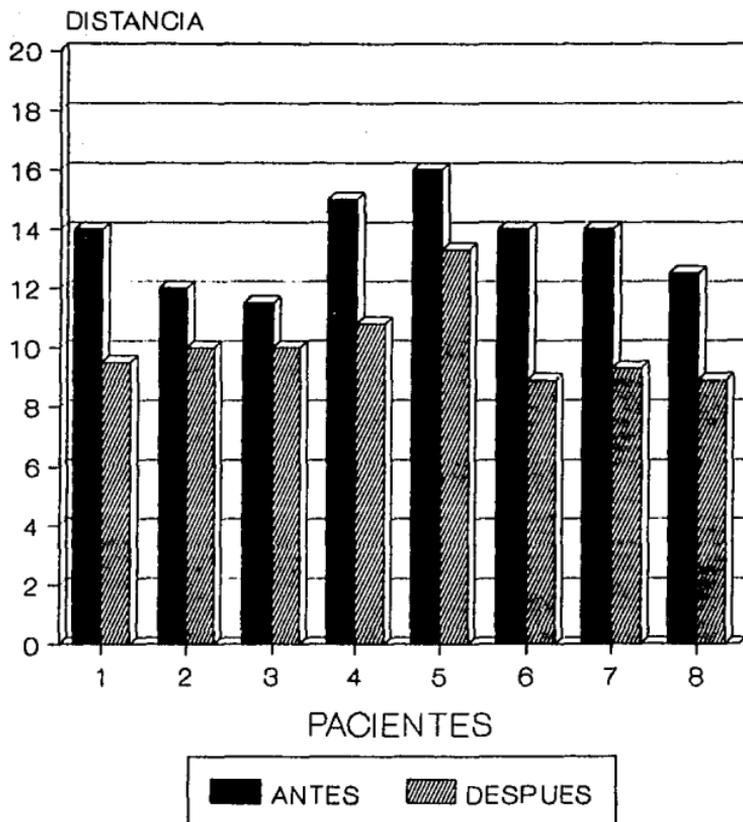
DIAGRAMA DE CAJAS-ALMORCES, 8 PACIENTES

Fig. 1-1



## DISTANCIA INTERMALEOLAR ANTES Y DESPUES

Fig. 1-2



Esto se puede observar en una forma más objetiva en el diagrama de cajas y alambres representado en la figura 2-1 - donde además se observa que el eje clínico aumenta a el valor nominal ( $172^\circ - 175^\circ$ ) hablando globalmente de nuestra muestra.

Además en la gráfica 2-2 se presenta la variación para cada paciente en el eje clínico antes y después de la aplicación de la terapéutica con ultrasonido. Aquí se puede observar que en todos los casos existió un aumento hacia el valor nominal ( $172^\circ - 175^\circ$ ) significativo, lo que indica científicamente que el tratamiento que aplicamos dió excelentes resultados.

### 3.- EJE RADIOGRAFICO

#### ANALISIS DE RESULTADO PARA 2 MUESTRAS

Muestra estadística	Num. de Observaciones	ERA	ERD
		14	14
	Promedio	164.786	169.643
	Varianza	9.41209	5.01648
	Desviación Standard	3.06791	2.23973
	Media	165.5*	120*

Diferencia entre medias = - 4.85714

Relación de varianza = 1.87623

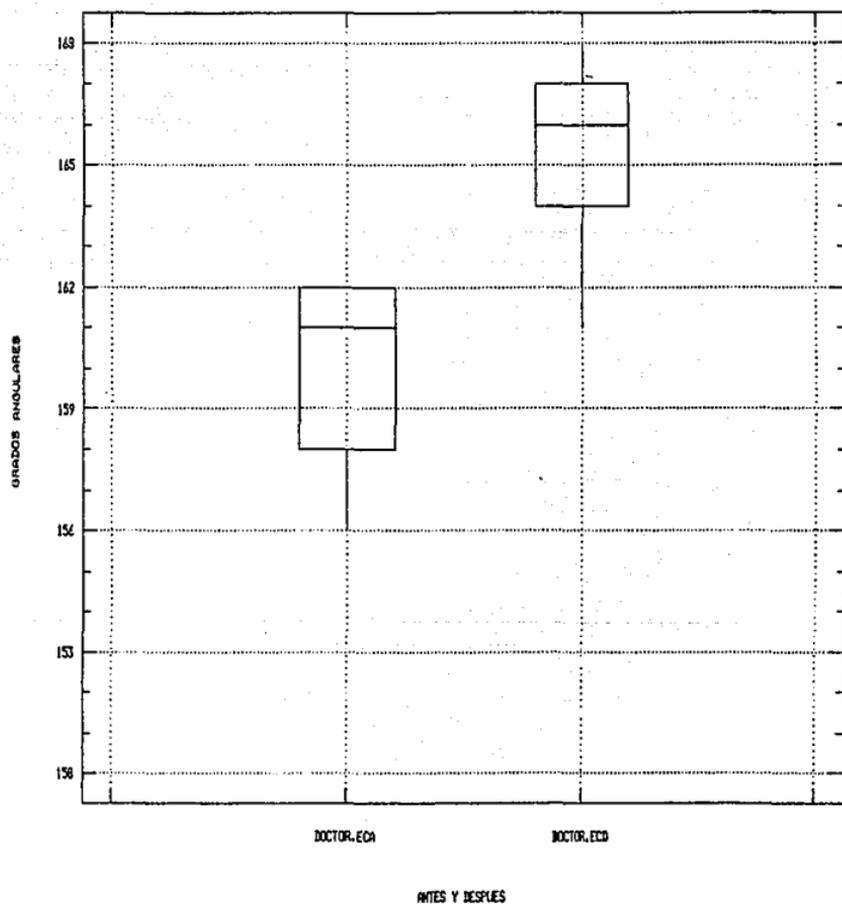
Hipótesis probada de  $H_0 = \text{Dif} = 0$  computado t estadística  
= - 4.78446

Hipótesis de  $H_0$  Vs Alternativa = Negativa

Alpha = 0.05 por lo tanto se rechaza  $H_0$  (hipótesis nula)

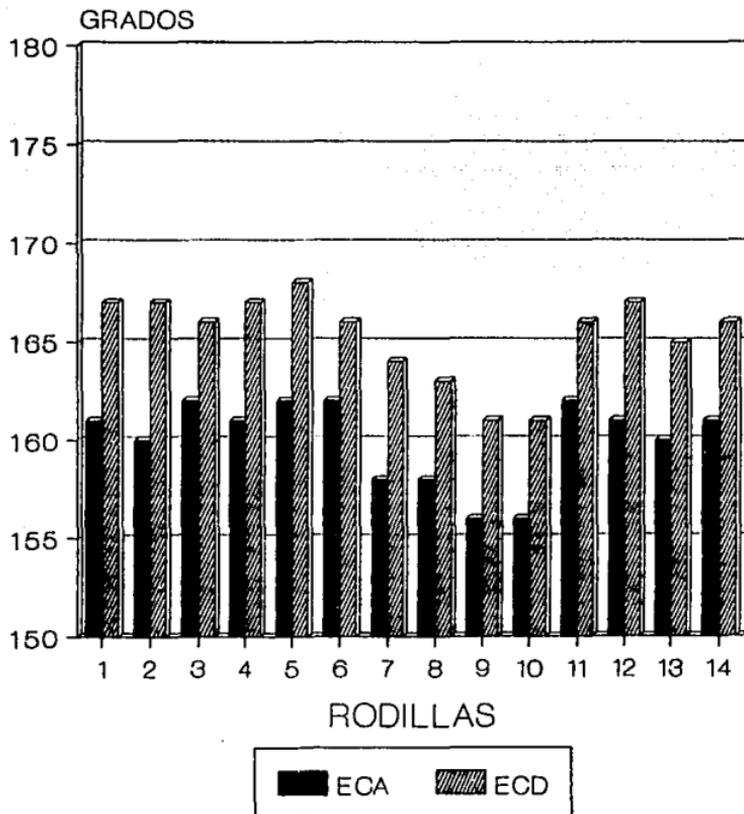
Se planteó la hipótesis de que el eje radiográfico antes del tratamiento es igual al eje radiográfico después del tratamiento es decir  $ERA - ERD = 0$  Vs la hipótesis alternativa de que - si ha sufrido algún cambio.

Fig. 2-1



# EJES CLINICOS ANTES Y DESPUES GRADOS ANGULARES

Fig. 2-2



Se probó con un estadístico T la diferencia entre la media a un nivel del 95% de confiabilidad como podrá observarse en los resultados del paquete computacional; se rechaza la hipótesis nula esto es: EL TRATAMIENTO ORIGINA CAMBIOS EN LA MEDIDA.

Esto se puede observar en una forma más objetiva en el diagrama de cajas y alambres representado en la figura 3-1 -- donde además se observa que el eje radiográfico aumenta en relación a un valor nominal ( $172^\circ - 175^\circ$ ) hablando globalmente de nuestra muestra. Además en la gráfica 3-2 se presenta la variación para cada paciente en el eje radiográfico antes y después del tratamiento con ultrasonido. Aquí se puede observar que en todos los casos existió un aumento considerable en relación con el eje radiográfico nominal.

Esto concluye que estadísticamente el resultado de la terapéutica con ultrasonido es positivo en forma excelsa.

Como un análisis más se contempla una tabla para los ejes radiográficos y clínicos mostrando la diferencia significativa antes y después del tratamiento y observamos la variación significativa.

En el mismo paquete estadístico se realizó una prueba para verificar si existía alguna correlación entre el grado de captación del material radioactivo y la corrección en el eje clínico y radiográfico (fig. 3,3 y fig. 3,4) no encontraron ningún efecto.

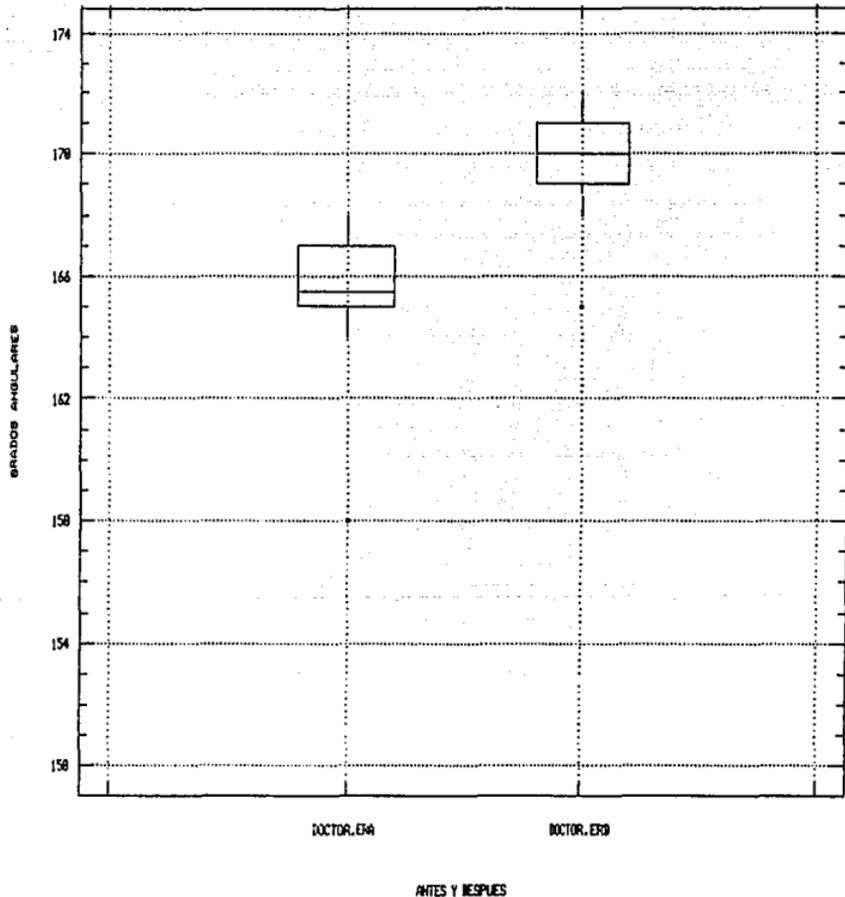
Una posible causa es quizá la diferencia en la edad sea de nuestra muestra, ya que con esto aumenta el diámetro de la fisis.

EJE PANORAFICO ANTES Y DESPUES,

8 PACIENTES 14 RODILLAS, CAJAS-CLAYBRES

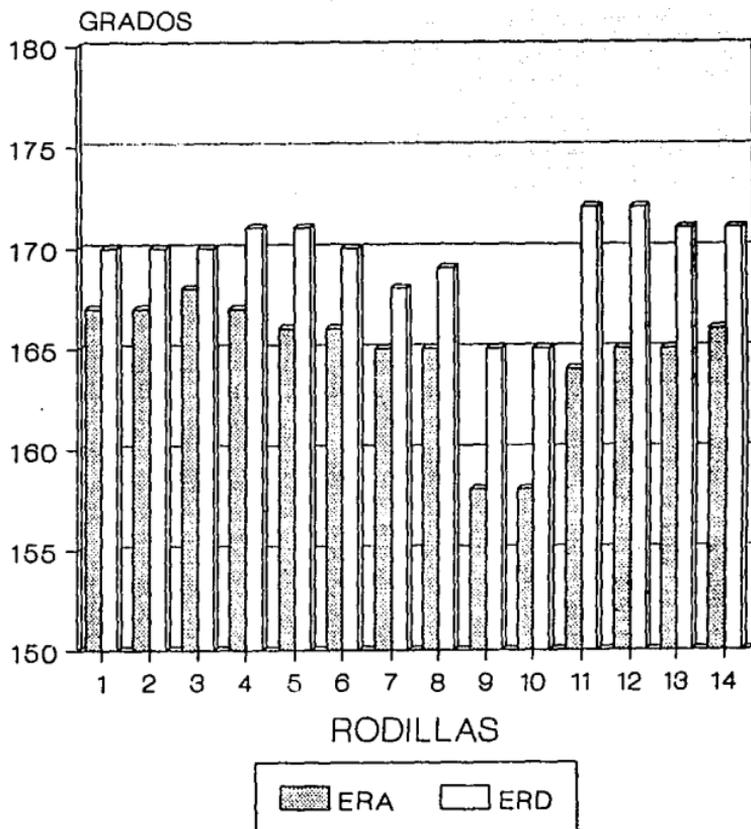
40

Fig. 3-1



## EJES RADIOLOGICOS ANTES Y DESPUES GRADOS ANGULARES

Fig. 3-2

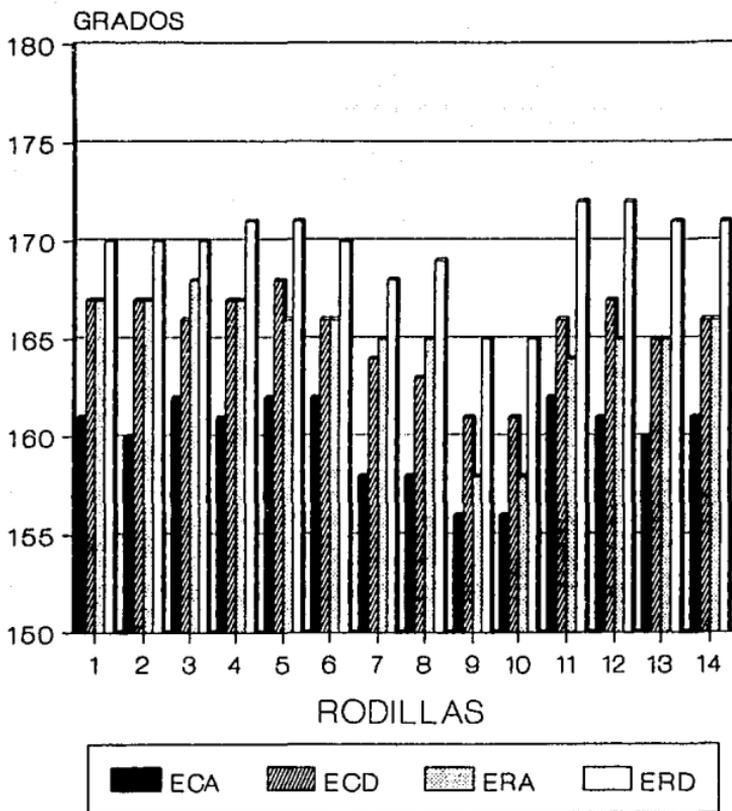


JUAN REYES GARCIA

DICIEMBRE DE 1991

# EJES CLINICOS Y RADIOLOGICOS ANTES Y DESPUES, GRADOS ANGULARES

Fig. 3-2 b



## GRAFICA BIDIMENSIONAL DE DIFERENCIA EN

EL EJE CLINICO Y PORCENTAJE DE CAPTACION

Fig. 3-3

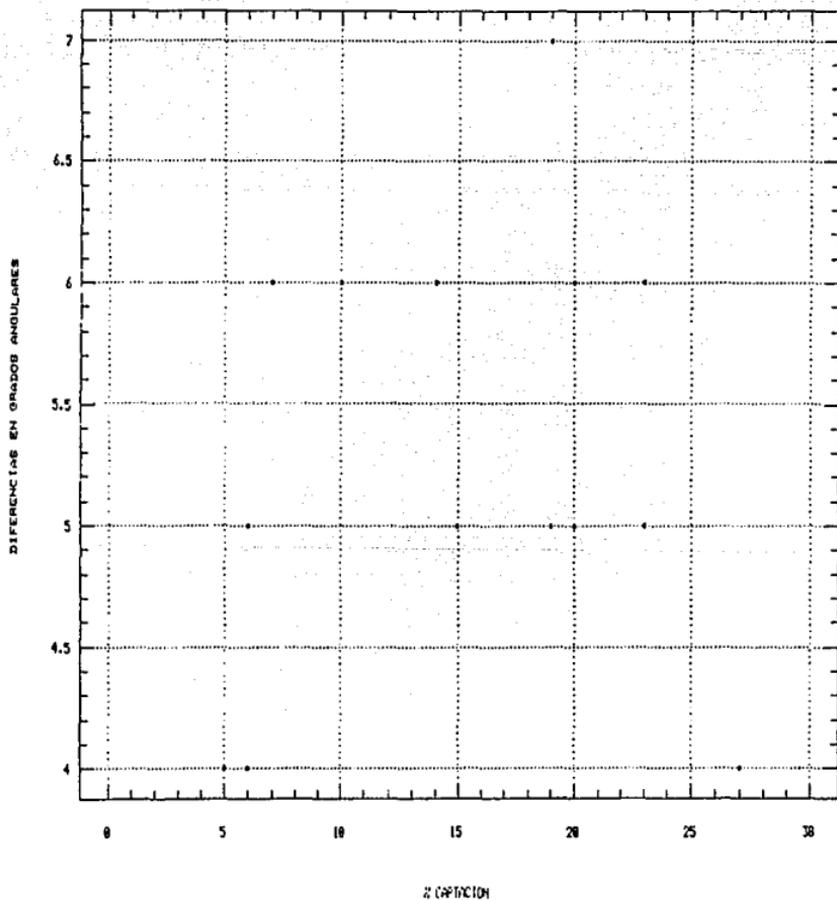
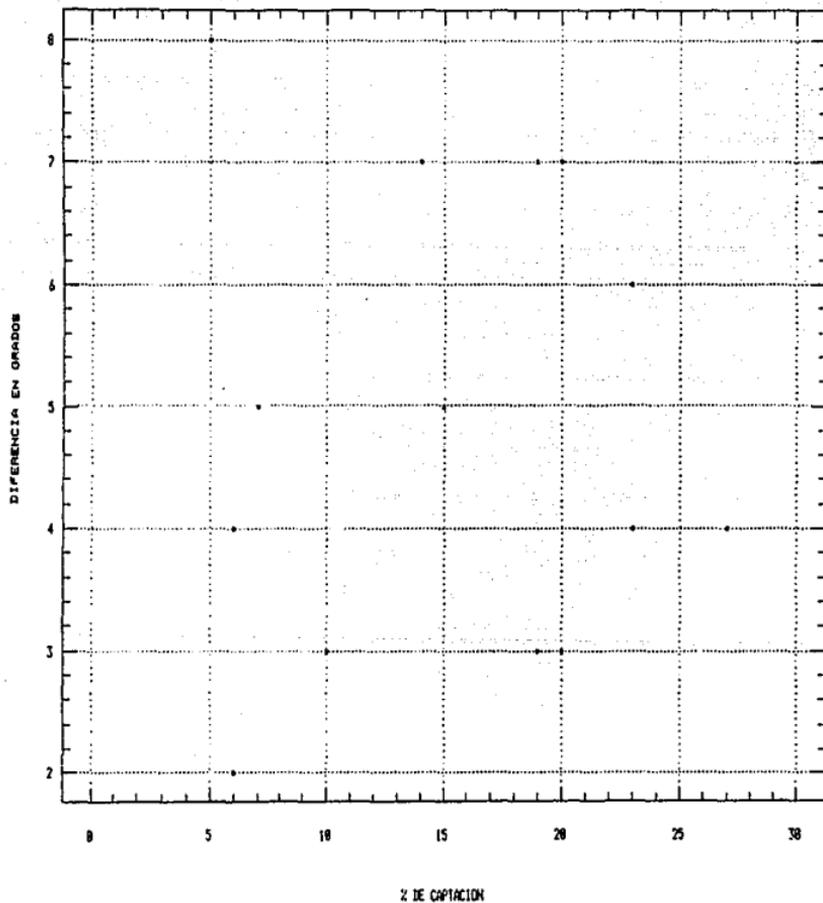
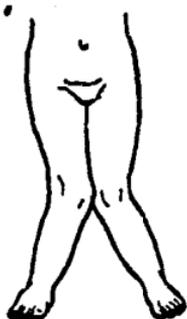


Fig. 3-4



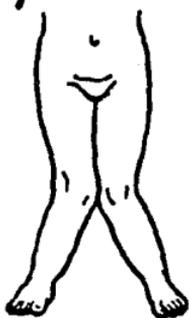
**GRAFICAS E  
ILUSTRACIONES.**

Figura 1



Deformidad en valgo

Figura 2



## Clasificación de Morley

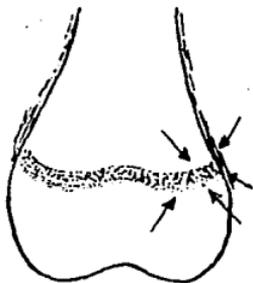
- GI. Distancia intermaleolar -2.5 cm
- GII. Distancia intermaleolar 2.5-5 "
- GIII. Distancia intermaleolar 5-7.5 "
- GIV. Distancia intermaleolar 7.5 o +

Figura 3



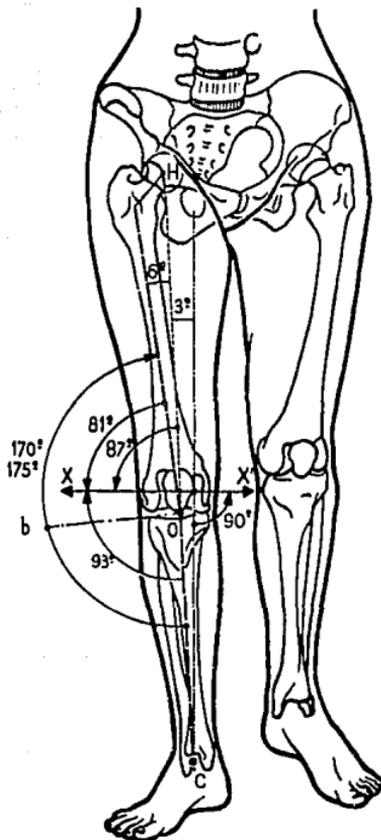
Aparato Megasón M-115

Figura 4



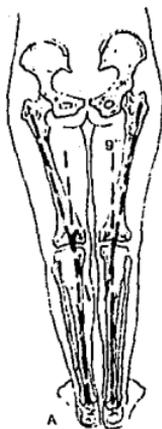
Fisis medial distal de fémur

Figura 6

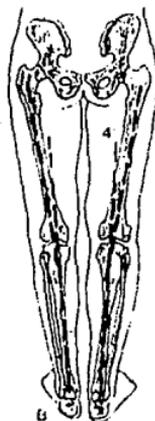


Eje clínico

Figura 7



Mujer



Hombre



Gene valgo

	EDAD ESQUELETICA (ANOS)		DESVIACION ESTANDAR - (MESES)	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer
Sesamoide del pequeño aductor	13	11	10,4	11,9
Sesamoide del gran aductor	13,5-14	12	10,7	10,2
DP 1, fusión casi completa				
DP 2-5, fusión parcial en varones	15	13	11,3	10,6
DP, toda fusionada				
PP, fusión parcial	15,5	13,5	-	-
DP, toda fusionada				
MP, fusión parcial	16	14	12,9	11,3
PP, fusión casi completa				
DP, toda fusionada				
MP, toda fusionada	17	15	13	9,2
PP, toda fusionada				
Radio, fusión parcial	18	16	-	7,3

DP = epífisis falange distal  
 MP = epífisis falange media  
 PP = epífisis falange proximal

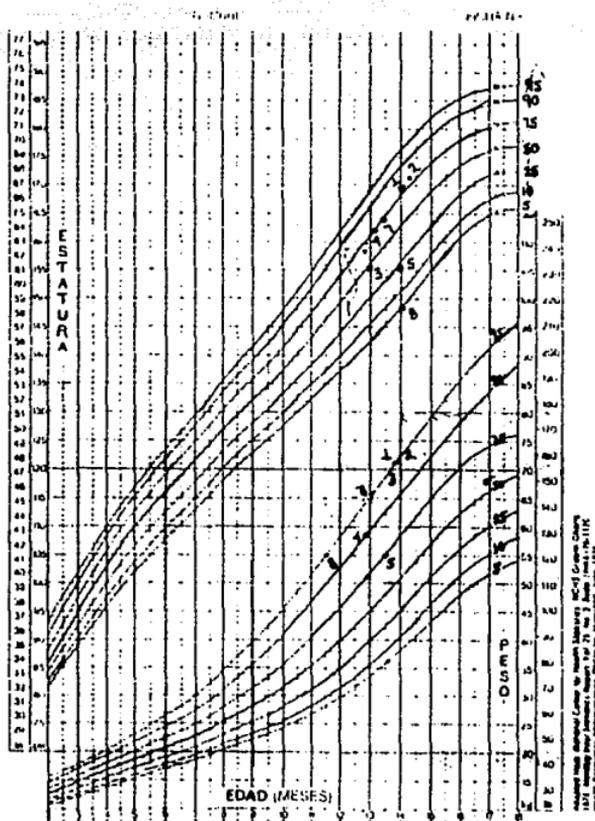
Figura 8

RELACION DE PESO Y TALLA EN PACIENTES  
TRATADOS

Pac.	Peso antes	Peso después	Talla antes	Talla después
1	75 kg.	82 kg.	1.69 mts.	1.72 mts.
2	75 kg.	79 kg.	1.68 mts.	1.71 mts.
3	68 kg.	72 kg.	1.50 mts.	1.54 mts.
4	65 kg.	67 kg.	1.59 mts.	1.63 mts.
5	50 kg.	54 kg.	1.50 mts.	1.55 mts.
6	54 kg.	59 kg.	1.60 mts.	1.64 mts.
7	68 kg.	69 kg.	1.56 mts.	1.60 mts.
8	50 kg.	55 kg.	1.40 mts.	1.45 mts.

Figura 9.

Figura 9.



ESTATURA Y PESO SEGUN LA EDAD NIÑOS de 2 a 18 años de edad

Figura 9.

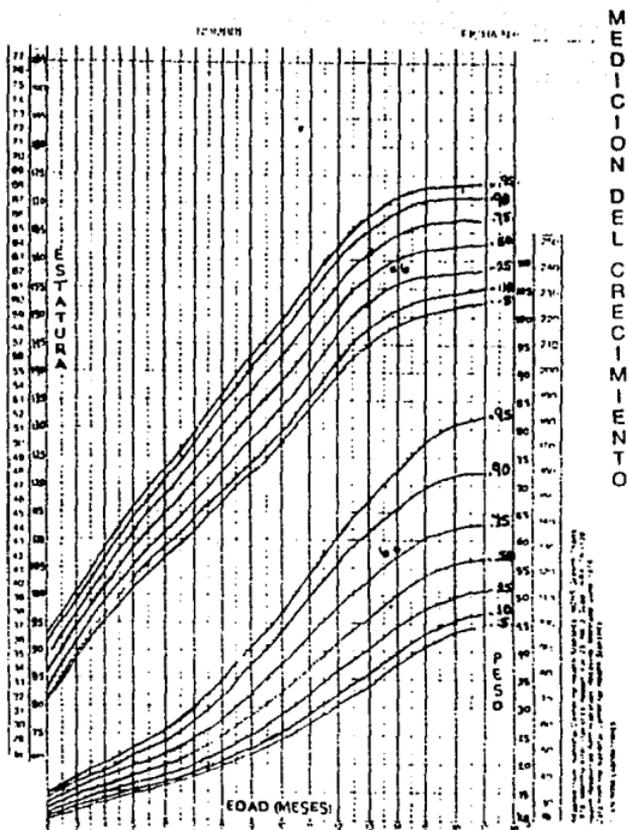


Figura 11



Gamagrafia representativa

Tabla de Green-Anderson.

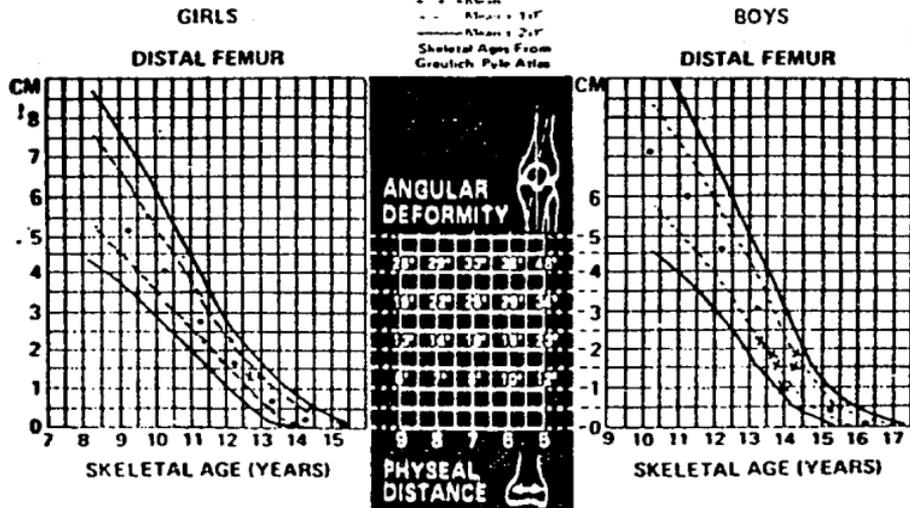


Fig. 12

## CONCLUSIONES

1. Las deformidades angulares de la rodilla son una patología frecuente en los pacientes pediátricos atendidos en el Hospital de Ortopedia de Magdalena de las Salinas.
2. Los métodos invasivos para el manejo de las deformidades angulares de la rodilla traen consigo las complicaciones inherentes a toda cirugía y representa un alto costo día/cama así como equipo especializado.
3. El ultrasonido aplicado a dosis de 3.5 watts/cm<sup>2</sup> en períodos de 5 minutos y durante 10 sesiones continuas lesiona a la fisis de crecimiento.
4. La epifisiódesis por medio de ultrasonido es efectiva y se comprueba dado la menor captación de metildifosfonato-Tc - 99, en un 20% en el gammagrama específico en la fase de recambio.
5. La epifisiódesis por medio de ultrasonido en el paciente ubicado dentro del período llamado "Impulso de crecimiento del adolescente"; a dosis de 3.5 watts/cm<sup>2</sup> durante 5 minutos en 10 sesiones continuas, disminuye la distancia intermaleolar en promedio de 3.5375cm a los 6 meses de aplicado.
6. La epifisiódesis por medio de ultrasonido en el paciente ubicado dentro del período llamado "Impulso de crecimiento del adolescente"; a dosis de 3.5 watts/cm<sup>2</sup> durante 5 minutos en 10 sesiones continuas modifica en promedio 5.2857° el eje clínico, así como modifica el eje radiográfico en promedio 4.8571° a los 6 meses de aplicado.
7. La utilización del ultrasonido para la realización de epifisiódesis es inocua para otras estructuras vecinas.

BIBLIOGRAFIA:

1. Abramson DI, Burnett C, Bell Y, Tuck S, Rejal H, Fleischer CJ: Changes in blood flow, oxygen uptake and tissue temperatures produced by therapeutical physical agents. Am J - Phys Med 1960; 39:51-6.
2. Ardan NI, Janes JM, Herrick JF: Changes in bone after exposure to ultrasonic energy. Minn Med 1954; 37:415-20.
3. Ardan NI, Janes JM, Herrick JF: Ultrasonic energy and surgically produced defects in bone. J Bone Joint Surg 1957; 30A:394-402.
4. Balden EJ, Herrick JF, Stroebel CHF: Biological effects - of ultrasound. Am J Phys Med 1958; 37:11-21.
5. Baker ML, Dalrympe GV; Biological effect of diagnostic ultrasound; A review. Radiology 1978; 126:4479-483.
6. Bender LF, Herrick JF: Histological studies following exposure of bone to ultrasound. Arch Phys Med 1954; 35:555-559.
7. Bender LF, Herrick JF, Krusen FH: Temperatures produced - in bone by various methods used in ultrasonic therapy. -- Arch Phys Med 1953; 34:424-433.
8. Biount WP, Clarke GR: Control of bone growth by epiphyseal stapling: A preliminary report. J Bone Surg 1949; 31A:464.
9. Coleman SH: Lower Limb length Discrepancy In: Lovell WW, Winter RB (eds). Paediatrics Orthopaedics 2nd Ed. Philadelphia: J.B. Lippincott. 1978:781-863.
10. Cotta H: Terapéutica, Tratado de rehabilitación. Tomo 1,- Tomo II 1era Ed. Labor España: 1974; 124-127.
11. Deforester RE: Effects of ultrasound of growing bone. --- Arch Phys Med and Rehab 1953; Jan:21-31.
12. Dunn F: Physical mechanism of the action of intensive ultrasound on tissue. Am J Phys Med 1948; 37:148-151.
13. Gail TH: Basics physics of therapeutic ultrasound, Physiotherapy 1978; 64:100-103.

14. Ilizarov G: Bases científicas del cultivo de tejidos in vivo. 1988.
15. Mayhall WST: Leg lenght discrepancy treated by epiphyseal A 37 years experience. Orthop Rev 1978; 7(4):41.
16. Menelaus MB: Correction of leg lenght discrepancy by epiphyseal arrest. J Bone Joint Surg 1966; 48B:336.
17. Plemister DB: Operative arrestment of longitudinal growt of bones in treatment of deformities. J Bone Joint Surg - 1953; 15:1.
18. Reagan JM, Chatterton CC: Deformities following surgical, epiphyseal arrest. J Bone Joint Surg 1946; 28:265.
19. Ruíz y cols. epifisiodesis con ultrasonido (estudio experimental en conejos) rev. Mex. ortop. y traumatología --- 1989; 3(4): 89-93.
20. Schrimmer RG: Terapéutica por ultrasonido en: Veterinaria práctica clínica en pequeños animales, Kirk PM (ed) 1era Ed. México, Continente S.A. 1970; 46-50.
21. Schriber WJ: Manual of Electrotherapy 4th Ed. Lea and Febiger 1978; 245.
22. Thoen ZA: Medicina física y rehabilitación 2da. ed. México Méndez Oteo, 1980; 155-164.
23. Turek SL: Orthopaedics Vol 2, 4th Ed. Philadelphia. J.B.-Lippincott 1984; 1350.
24. wagner H: Operative Beinverrllangerung. Der Chirurg 1971; - 42:260.