

11245
2 ej. 51

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



Facultad de Medicina
División de Estudios Superiores de Postgrado
Curso de Especialización en Traumatología y Ortopedia
Hospital de Traumatología y Ortopedia
"Magdalena de las Salinas"
I M S S

EPIFISIODESIS CON ULTRASONIDO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Especialista en Traumatología y Ortopedia

P R E S E N T A

DR. ELIAS ARMANDO JIMENEZ CRUZ

MEXICO, D. F.

1988



FALLA DE ORIGEN



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.

I N D I C E

PRIMERA PARTE

FOTOCOLO DE TESIS:

Introducción	Pag:	1
Antecedentes Científicos		2
Planteamiento del Problema		4
Hipótesis. Definición de Variables		5
Hipótesis Alternas		6
Hipótesis de Nulidad		7
Objetivos		8
Material y Métodos		9
Hoja de Registro		12

SEGUNDA PARTE

EL ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES:

Definición	13
Técnica-Aparato	14
Formas de aplicación	15
Dosis	17
Efectos biológicos	18
Indicaciones	18
Contraindicaciones, efectos indeseables, cuidados	21

TERCERA PARTE:

Resumen de actividades	Pags	27
Resultados esperados		29
Bibliografía		30

PRIMERA PARTE

PROTOCCOLO DE TESIS

INTRODUCCION

Existe una gran variedad de padecimientos de etiología - muy diversa que originan discrepancia de longitud de los miembros pélvicos, como los son: Anomalías congénitas del sistema esquelético, alteraciones tumorales del esqueleto, infecciones de huesos y articulaciones, enfermedad de Legg-Calvé-Perthes, - deslizamiento de la epífisis femoral capital, traumatismo, enfermedades neuromusculares.

El tratamiento de las discrepancias de miembros pélvicos se ha realizado mediante los siguientes métodos:

- 1.- Aumento al tacón o suela del zapato para discrepancias de 3 cms. ó menos.
- 2.- Suprimir o retrasar el crecimiento de la extremidad más larga (jaro epifisiario ó epifisiodesis).
- 3.- Acortar la extremidad más larga.
- 4.- Alargar la extremidad más corta, mediante corticotomía ó osteotomía y distracción ósea.

Los métodos enunciados a excepción del punto uno son quirúrgicos, no libres de complicaciones y riesgo anésteico.

Basándonos en el hecho, de que el ultrasonido está contra indicado en niños, por lesionar la fisis de crecimiento, Este estudio, al mostrar los resultados y conclusiones, servirán de base para realizar estudios ulteriores, en otras especies de animales, cuya finalidad futura, será extrapolar los resultados a humanos, utilizando al ultrasonido, como método alterno de - tratamiento no invasivo, en la discrepancia de longitud de los miembros pélvicos, de menor costo que los hasta ahora existentes.

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

La epifisiodesis es un método, mediante el cual se obtiene un paro epifisiario, ó 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 metafisis, (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 discrepancias en extremidades pélvicas, para lo cual hemos pensado en el uso del ultrasonido, por las razones que a continuación exponemos, como método definitivo en el cierre de las fisas.

El uso del ultrasonido, ha sido contraindicado para su aplicación sobre las fisas de crecimiento, ya que ésta 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 anevación es confirmada en los reportes de Tohen (17).

El ultrasonido consiste en oscilaciones mecánicas de elevada frecuencia, que caen fuera de la percepción del oído humano, ó sea, mayor de 16 kilohertz de frecuencia, (1,4,9,10,11, 17).

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 en la medicina, (1,3,4,5,10,11,15,17).

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 tejido tumoral, (2,4,6,17).

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 reponen de problemas ortopédicos, cuando se utilizan dosis de 0.5 a 4 - watts/cm², (8,12,15).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿ Existe algún método no invasivo que fusione la placa de crecimiento ?.

HIPOTESIS

El ultrasonido aplicado en conejos, en etapa de crecimiento a dosis de 0.5 a 3 watts/cm² entre siete y catorce sesiones de cinco minutos cada una, cada tercer día, afecta la fisis de crecimiento, si es aplicado sobre ésta.

DEFINICION DE VARIABLES

- a).- Método no invasivo: Técnica que no utiliza cirugía.
- b).- Cierre de fisis o placa de crecimiento: Es la trabeculación ósea ininterrumpida de metafisis a epifisis, la cual se demuestra mediante estudios radiográficos.

HIPOTESIS ALTERNA

El ultrasonido aplicado en conejos en etapa de crecimiento, a dosis de 0.5 a 5 watts/cm² entre siete y catorce sesiones de cinco minutos cada una, cada tercer día, afecta la final de crecimiento, al ser aplicada sobre ésta, en el 95% de los casos.

HIPOTESIS DE NULIDAD

El ultrasonido aplicado en conejos en etapa de crecimiento a dosis de 0.5 a 3 watta/cm² entre siete y catorce sesiones de cinco minutos cada una, cada tercer día, no afecta la finis de crecimiento en más del 95% de los conejos al ser aplicada sobre ésta.

OBJETIVOS

- 1.- Comprobar si el ultrasonido, es un medio no invasivo, eficaz en el tratamiento de la discrepancia de miembros pélvicos, en cuanto a su longitud en un futuro.
- 2.- Determinar la dosis mínima, para destruir el disco de crecimiento en conejos en la etapa final de su desarrollo, sin daño a estructuras vecinas con el uso del ultrasonido.
- 3.- Analizar radiográficamente la placa de crecimiento previo al uso del ultrasonido, así como al término de las sesiones y al desarrollo esquelético definitivo de los conejos.
- 4.- Analizar la placa de crecimiento, bajo microscopio, para determinar histológicamente el efecto de las ondas sonoras sobre ésta.
- 5.- Este es un estudio preliminar, que en caso de corroborarse la hipótesis planteada, servirá de base para estudios ulteriores, en otras especies animales (rata, perro), cuyo objetivo final, podría ser de utilidad para extrapolar resultados a humanos.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio, se realizó en el Bioterio de la Jefatura de Control de Calidad del I.M.S.S. proporcionándonos 56 conejos de raza "Nueva Zelanda", de 6 semanas de edad, que corresponden a la etapa de destete. Los progenitores de estos conejos, son de calidad controlada, lo que garantizó que los animales estuvieran en condiciones óptimas para su estudio. Los conejos se dividieron en 6 grupos de 6 y se guardaron en jaulas individuales, con control por el personal médico veterinario del mismo, de acuerdo a las normas establecidas para su conservación, así como evitar factores extrínsecos que pudiesen alterar el resultado.

Con fines de identificación, a cada conejo se le realizó un tatuaje, con su número correspondiente en la oreja izquierda a los machos (33) y en la oreja derecha a las hembras (3).

Se utilizó un aparato de ultrasonido Megason XV modelo 115 (propiedad de los autores).

Cada grupo de conejos fué sometido a oscilaciones ultrasónicas empleando dosis, frecuencia, tiempo de aplicación indicadas con fines terapéuticos, 6 sea de 0.5, 1.5 y 3 watts/cm² durante 5 minutos por sesión, cada tercer día, siendo el número de sesiones de siete o de catorce, de acuerdo al esquema siguiente:

	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES
GRUPO 1	0.5W	7				
GRUPO 2	0.5W	14				
GRUPO 3			1.5W	7		
GRUPO 4			1.5W	14		
GRUPO 5					3W	7
GRUPO 6					3W	14

HOJA DE REGISTRO

ANIMAL No:

FECHA DE INICIO:

FECHA DE TERMINO:

DOSIS: WATTS

No: DE SESIONES:

SACRIFICADO: SI NO

ESTUDIO HISTOLOGICO:

FINAL DE SESIONES:

FINAL DEL CRECIMIENTO:

SCMATOMETRIA AL FINAL DEL CRECIMIENTO:

OBSERVACIONES:

De esta manera, los grupos 1, 3, y 5 requirieron de dos -
semanas para concluir las sesiones de aplicación. Los grupos 2,
4 y 6 requirieron de 4 semanas.

La aplicación del ultrasonido se hizo en la rodilla, cu-
yas fisis aportan el 75% del crecimiento longitudinal de las ex-
tremidades pélvicas (7,14).

La extremidad sometida a la acción ultrasónica fue la de-
recha y la izquierda se utilizará como control en todos los gru-
pos. Cada conejo fue estudiado radiológicamente previamente a -
la aplicación del ultrasonido, al final de las sesiones, así co-
mo al crecimiento esquelético definitivo. El estudio radiológi-
co incluyó tanto la extremidad expuesta al ultrasonido, como la
no expuesta comparativamente.

La mitad de los conejos de cada grupo (10), fueron sacrifi-
cados al término de las sesiones, con el fin de estudiar a nivel
histopatológico las fisis expuestas al ultrasonido, así como las
contralaterales no expuestas para estudio comparativo.

La mitad restante (10), serán estudiados, de igual forma
a los anteriores, al término de su crecimiento esquelético (25
semanas de edad), previa esmatometría, para valorar clinicamen-
te, si es que existe discrepancia de longitud y de cuanto es é-
ta. Se comprobará radiológicamente el término de crecimiento.

Para poder manipular al conejo, previo estudio radiográfi-
co, se le aplicó Clorhidrato de Ketamina del laboratorio Parke
Davis, a razón de 80 mg/kg I.M. dosis única.

El apoyo radiográfico fue proporcionado por el servicio de
radiodiagnóstico del hospital de Ortopedia "Magdalena de las Sa-
linas" I.M.E.S.

Apoyo histológico con microscopía electrónica y de luz —
fue proporcionado por el laboratorio de histopatología de la —
Universidad "La Salle" D.F.

Cada conejo fue registrado en una hoja especial anotando —
el número de sesiones y fechas de aplicación, mediciones, obser-

vaciones. A esta hoja se anexarán los estudios radiográficos y los reportes histopatológicos. Un modelo de hoja de registro - en anexada.

Los resultados del estudio serán procesados para su validez por el método de Chi cuadrada, de donde se derivarán las conclusiones correspondientes.

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 como es el hueso. La onda longitudinal se - transforma en transversa en la interfase músculo hueso. A su pa so, el ultrasonido hará oscilar a las partículas por las que pa sa (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 con densar como la luz, y por lo tanto, pueden ser absorbidas, re- flejadas, refractadas y difractadas. Se reflejan sobre superfic ies lisas y compactas.

EFFECTOS BIOLÓGICOS:

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

MECANICO:

Efecto primordial y fundamento del ultrasonido; se desplie

ga 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 absorbido en los tejidos. En las interfaces 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 piezoelectrico; 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 cam

po, 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 masaje 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, aceites, 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 pequeñas y es difícil de controlar. Cuando se utiliza, se emplean intensidades pequeñas de 0.1 a 1 watt/cm².

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 watta/cm², 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 perióstio; 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 watta/cm², cuando se usa el método intermitente es la tolerada. Si usamos el método estacionario, debemos de cuidarnos utilizando intensidades menores de - 1 wat/cm². Se recomiendan intensidades de 0.5 a 1.5 watta/cm² para condiciones inflamatorias; de 1.5 a 2.5 watta/cm² 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 uti

lizar 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 postoperatorio.

C:

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

D:

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

INDICACIONES:

ESPECÍFICAS:

Contracturas articulares resultantes de tensión de estruc-

turas 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 esguince, 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 subperiosteal 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 (osteoblastomas) 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 defectos óseos intencionalmente formados.

Feron 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 químicos;

A: TÉRMICO.

Aumento de temperatura debido a la absorción de energía no nora a su transformación a calor.

B: MECÁNICO.

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

de ultrasonido a 1 watt/cm². Este resultado ponía en evidencia - que la reacción localizada, era debida a cavitación y la difusa a un efecto térmico.

Lehman refiere destrucción completa y uniforme del centro de la raíz de cebolla con 110 watta/cm² 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 se lectividad 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 porción posterior de las extremidades inferiores. Las lesiones histológicas - aparecieron 10 a 15 minutos posteriores a la aplicación de ultra sonido, siendo la temperatura máxima alcanzada de 36 grados centígrados en la médula.

D:

Hueso: Con intensidad moderada de 2 a 5 watta/cm², el efec

to es térmico. El calentamiento que ocurre en la interfase múscu lo hueso, en un turgo 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 ul trasonido; altas temperaturas, pueden producir daño en médula y corteza ósea en menos de dos minutos, con dosis de intensidad no dermda.

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

Maintz refiere osteogénesis a distancia de un sitio de — fractura intencional experimental, ó sea, en hueso intacto, pero refiere que se requieren de dosis cercanas a nivel de destruc— ción, 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 presentadas posterior a exposición con ultrasonido; esto ocurría entre los 23 y 110 días después de la aplicación. Las fracturas ocu rrieron con intensidades de 10 a 25 watts, siendo a razón de 15 watts las más frecuentes. A 5 watts no se presentaron 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 fracturas; otro ha — llazgo consistió en retardo de la consolidación de un defecto — en ventana producido en fémur de perros (54 de 64). Fibrosis me dular con necrosis cortical fué el hallazgo histológico más fre cuente en el estudio de Ardan. Los signos tempranos de necrosis consistieron en picnosis de los osteocitos. Signos tardíos consistieron en desaparición de estas células con picnosis y ero— sión vascular de los sistemas haversianos. El hecho de que la —

necrosis cortical hace más susceptible al hueso a fracturarse, se debe tomar en cuenta cuando manipulamos alguna articulación después de haber sometido a terapia con ultrasonido.

Fisis: Muchos autores mencionan el efecto del ultrasonido en la placa epifisaria, el cual es destructivo, mencionando — que el ultrasonido no debe ser aplicado sobre éstas; se menciona acortamiento subsiguiente. La susceptibilidad puede ser a cualquier dosis.

Otros órganos: Didier menciona que el ultrasonido a altas 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 inquémica, por el riesgo de necrosis debido a la incapacidad del flujo sanguíneo de contrarrestar el aumento de la demanda metabólica (oxígeno).

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

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

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

No se debe aplicar sobre tumores malignos, por aceleración

del proceso y aumento de metástasis.

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

TERCERA PARTE

RESUMEN DE ACTIVIDADES

RESULTADOS ESPERADOS

RESUMEN DE ACTIVIDADES

Para este estudio de investigación, se utilizaron 36 conejos raza "Nueva Zelanda", de 6 semanas de edad, en buen estado de salud, proporcionadas por el Bioterio de la Jefatura de Control de Calidad del I.M.S.Z., con los cuidados requeridos para su conservación en estado óptimo, de acuerdo a las normas establecidas por el personal médico veterinario del mismo.

Se utilizó un aparato para aplicación de Ultrasonido Megason modelo 115

A los conejos para fines de identificación, se les realizó un tatuaje con su número respectivo en la oreja izquierda a los machos (33), y en la oreja derecha a las hembras (3).

Los dividimos en 6 grupos de 6 y se guardaron en jaulas individuales.

Cada grupo se sometió a oscilaciones ultrasónicas, empleando dosis, frecuencia, tiempo de aplicación, durante 5 minutos — por sesión, cada tercer día. El número de sesiones fue de 7 ó de 14 de acuerdo al esquema siguiente:

	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES
GRUPO 1	0.5 W	7				
GRUPO 2	0.5 W	14				
GRUPO 3			1.5 W	7		
GRUPO 4			1.5 W	14		

	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES	DOSIS	SESIONES
GRUPO 5					3 W	7
GRUPO 6					3 W	14

De esta manera los grupos 1,3 y 5, requirieron de 2 semanas para concluir las sesiones de aplicación. Los grupos 2,4 y 6, requirieron de 4 semanas.

La extremidad sometida a la acción ultrasónica fué la derecha y la izquierda se utilizará como control en todos los grupos.

Cada conejo se estudió radiológicamente previamente a la aplicación de ultrasonido y al término de las sesiones.

Para la manipulación del conejo, previa al estudio radiológico, se aplicó clorhidrato de ketamina, a dosis de 80 mg/kg I.M. dosis única.

La mitad de los conejos de cada grupo (18), previo control radiográfico, al término de las sesiones, se sacrificaron, con el fin de estudiar a nivel histopatológico las fisis expuestas al ultrasonido, así como las contralaterales no expuestas de manera comparativa.

Quedamos por el momento pendiente del sacrificio de los últimos 18 conejos, ya que estamos en espera del crecimiento esquelético definitivo (23 semanas de edad), realizar el estudio radiográfico final, radiometría, para observar si existe ó no discrepancia de longitud de las extremidades y de cuanto es ésta, sacrificarlos para su estudio histopatológico final, hacer los -

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

estudios comparativos correspondientes, con la primera mitad sacrificada y exponer posteriormente los resultados y conclusiones de los 36 conejos estudiados.

RESULTADOS ESPERADOS

En base a las investigaciones expuestas en este trabajo — por diferentes autores, así como lo que actualmente hemos realizado, esperamos confirmar el daño a la fisis y el consiguiente — detenimiento del crecimiento. Como las dosis utilizadas son terapéuticas, obtendremos un resultado veraz, que nos permitirá saber lo práctico ó impráctico de este método, de acuerdo a los — hallazgos que encontremos, para que así demos por concluido — nuestro estudio, que servirá de base para estudios ulteriores en otras especies animales (ratas, perros) y en un futuro extrapolar los resultados a humanos, si en que se considerase conveniente, como un método alterno de tratamiento no invasivo, en la disproporcancia de miembros pélvicos.

Este trabajo está en etapas de investigación.

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 therapeutic physical agents. *Am J Phys Med* 1960; 39:51-62.
- 2.- Ardan NI, Janes JM, Herrick JF. Changes en bone after exposure re 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; 39A: 394-402.
- 4.- Baldes EJ, Herrick JF, Ströbel CHF. Biologic effects of ultrasound. *Am J Phys Med* 1958; 37:111-21.
- 5.- Bender LF, Herrick JF. Histologic studies following exposure of bone to ultrasound. *Arch Phys Med Rehabil* 1954; 35:559-9.
- 6.- Bender LF, Herrick JF, Krusen FH. Temperatures produced in - bone by various methods used in ultrasonic therapy. *Arch — Phys Med Rehabil* 1955; 34:424-33.
- 7.- Campbell WC. Acortamiento de extremidades En: *Cirugía Ortopédica* Tomo II. 6a ed. Panamericana Argentina 1980: 1517-47.
- 8.- Cartee RE, Powe TA, Gray BW, Hudson RS, Kuhlert DL. Ultrasonographic evaluation of normal boar testicles. *Am J Vet Res* 1986; 47:2543-48.
- 9.- Cotta H. Terapéutica Ultrasonora En: *Tratado de Rehabilitación* Tomo II. 1a ed. Labor España 1974: 124-27.
- 10.- Dunn F. Physical mecanisn of the action of intense ultrasound on tissue. *Am J Phys Med* 1948; 37:148-51.
- 11.- Gail TH. Basic physics of therapeutic ultrasound. *Physiotery* 1978; 64:100-03.
- 12.- Inaba T, Inoue A. Use of echography in rats for pregnancy — diagnosis. *Jpn J Vet Sci* 1985; 47(3):523-25.
- 13.- Peron DL, Kitamura K, Carniol PJ, Schknecht HF. Clinical — and experimental results with focused ultrasound. *Laryngoscope* 1983; 93:1217-21.