

ECOENCEFALOGRAFIA

TESIS



Presentada a la Facultad de Ciencias
Médicas de la Universidad de San Carlos.

por

RAUL ALFONSO GARCIA SALAS HERNANDEZ

En el acto de su investidura de

Médico y Cirujano

Guatemala, Junio de 1970.

PLAN DE TESIS

INTRODUCCION

HISTORIA

I ULTRASONOGRAFIA

- A) CONCEPTOS GENERALES
- B) CARACTERISTICAS DEL ULTRASONIDO
- C) FORMAS DE REGISTRO

1.- MODO A

2.- MODO B

3.- SOMOGRAMA ULTRASONICO

V APLICACIONES DEL ULTRASONIDO

Y APARATO Y TECNICA EMPLEADOS

VI ECOENCEFALOGRAMA NORMAL

- A) DESCRIPCION
- B) ECO DE LINEA MEDIA
- C) ANALISIS
- D) ESTADISTICAS

VII ECOENCEFALOGRAMA ANORMAL

- A) BASES MORFOLOGICAS
- B) ASPECTOS GENERALES DE TRAUMATISMOS DE CRANEO Y HEMATOMAS
- C) ECO DE HEMATOMA
- D) ECO DE TUMOR
- E) OTROS ECOS

VIII MATERIAL Y METODO

- A) ARTERIOGRAFIA CAROTIDEA
- B) EXPERIENCIAS ECOENCEFALOGRAFICAS

IX RESULTADOS

X CONCLUSIONES

XI INDICE TECNICO

XII BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El número de personas que sufren traumatismos craneanos es bastante elevado, y éstos se suceden a diario, en la calle, en el trabajo, en la casa, etc. Los cuadros clínicos que estas personas presentan al llegar a los servicios de emergencia de los hospitales, varían desde una simple conmoción cerebral hasta los más complicados como los hematomas intracraneanos, que llegan a poner en peligro la vida de los pacientes.

Un aspecto interesante y que llama la atención, es el hecho de que muchos casos de conmoción cerebral son dados de alta después de un minucioso examen neurológico, sin tener la certeza absoluta de que un proceso más serio puede estar incubándose u organizándose dentro del cráneo, como una colección sanguínea por ejemplo.

Los hechos anteriores pude comprobarlos en el año 1968, cuando tuve oportunidad de trabajar como Interno Fijo en la Sección de Neurocirugía del Hospital General San Juan de Dios, y muchas veces, los casos se perdían fatalmente, por falta de un diagnóstico precoz.

En el mes de Octubre de ese mismo año, el Dr. Carlos de la Riva asistió a un cursillo sobre Ecoencefalografía en Francia, y se entusiasmó con la técnica, que a pesar de tener ya 13 años de estarse utilizando en otras latitudes, todavía tiene sus recios adversarios. Ese entusiasmo me fue contagiado y decidimos hacer un trabajo en el que se demostrara el valor de la ecoencefalografía en el diagnóstico de hematomas intracraneanos, como un procedimiento auxiliar, no como un sustituto.

El primer paso fue analizar el número de pacientes estudiados con arteriografía carotídea, después de haber sufrido un traumatismo craneano, y que habían sido evaluados por la Sección de Neurocirugía durante el año 1968.

Se localizaron los nombres de los pacientes y se obtuvo finalmente una lista de 50 arteriogramas, practicados en Emergencia, o aún de pacientes ya hospitalizados que ameritaron un estudio de contraste, la mayoría de los cuales tuve la oportunidad de efectuar personalmente.

Con esto se logró determinar el tiempo transcurrido desde el traumatismo o empeoramiento hasta el momento en que se diagnosticó con certeza la causa de la sintomatología de los pacientes.

En segundo lugar, se consultó la literatura disponible y debo hacer notar que la mayor parte fue proporcionada por el Dr. Juan Carranza,

seleccionado como revisor del trabajo, en virtud de que recién regresaba de los Estados Unidos de Norte América, de hacer una especialización afín con el mismo. La tarea fue laboriosa, pero se salió adelante, obteniendo así referencias bibliográficas útiles.

La tercera parte, prácticamente la final, fue el trabajo realizado en el Hospital Roosevelt, con los Drs. De la Riva y Carranza, contando con la colaboración de los Jefes de los Departamentos respectivos.

Finalmente, nuestra esperanza, es que la Ecoencefalografía tome su lugar entre las armas diagnósticas con que cuenta la Neurología y la Neurocirugía, como un método auxiliar o complementario, y que pueda difundirse dentro del campo de la Medicina Guatemalteca, como lo ha hecho en otras partes del mundo.

II HISTORIA

Históricamente la ciencia de la energía en biología principia con la observaciones de Spallanzani en 1794 y Jurine en 1796, sobre el vuelo ciego de los murciélagos (47), los cuales lo hacen sin ningún problema en el interior de las cavernas que habitan (24), merced a la disposición anatómica de sus orejas que les permite la recepción de ecos reflejados en las paredes y objetos extraños.

Fue utilizado el ultrasonido durante el tiempo de guerra para la detección de submarinos, aviones, etc.. Los usos que se le han dado en tiempo de paz incluyen entre otros, la localización de bancos de peces, la medición de profundidades marinas, examen de materiales, evaluación del contenido de grasa en la carne del ganado (24), en laboratorios y fábricas de productos químicos para producir emulsionados de líquidos que corrientemente no se mezclan bien, en máquinas de lavar ropa (66), en la práctica industrial para localizar grietas en los metales (30, 75), etc., etc.

El uso de estas ondas sonoras, inaudibles para el oído humano, en Neurología, se remonta más allá de unos 30 años (24,47), iniciándose con los hermanos Dussik de Bad Ischl, Austria, quienes en 1937 intentaron delimitar las estructuras cerebrales con ayuda del ultrasonido. Este método se llamó Hiperfonografía (36), pero desafortunadamente no tuvo el éxito deseado, especialmente después de las observaciones de Güttner, Fiedler y Pätzold, sobre la imagen similar a la forma de los ventrículos, producida por las variaciones de los huesos del cráneo.

En 1942, uno de los Dussik intentó detectar lesiones intracraneales.

En la técnica empleada por él, sumergían en un baño de agua, tanto la cabeza del paciente, como las sondas emisoras de ultrasonido empleadas. Fue abandonada por incómoda y poco práctica. Según la Doctora T. Planiol, investigadora francesa (54), la idea original de Dussik era determinar la forma y posición del sistema ventricular.

En 1950, Wild, Howry, Kikuchi y Donald (41), utilizando el llamado B-scan, pero sin hacer uso de radioisótopos, demostraron la posibilidad de obtener tomogramas de diferentes partes del cuerpo.

A partir de esa fecha el método —la ecoencefalografía— ha sido aceptado como complementario en Medicina, sobre todo después de exámenes roentgenológicos (75).

En ese mismo año (1950), French y colaboradores (51), intentaron nuevamente y con un mejor método delinear las estructuras cerebrales por medio del ultrasonido.

Un año después Kikuchi y Tanaka, empleando el método descrito por French y col., dieron un paso más adelante, tratando de identificar las estructuras observadas con una pulsación ultrasónica, durante actos quirúrgicos en cerebros humanos de personas vivas (51). Estos mismos investigadores publicaron en el año 1952, un importante trabajo, cuyo título original es: "Detection of intracranial anatomical abnormalities by ultrasound" (24). Por esa misma fecha, Bliss y Howry, utilizaron isótopos radioactivos en el diagnóstico de lesiones cerebrales (30).

Wild y Reid (51), en el año 1952 también, diseñaron aparatos especiales para detectar masas en otras partes del cuerpo, en los que se sumergía la parte examinada en un líquido.

En 1955, la Comisión de Energía Atómica Americana (36) demostró que la técnica de la Ecoencefalografía como hasta el momento se había estado llevando a cabo, no podía ser utilizada en cráneos intactos, por la atenuación sufrida por el ultrasonido al atravesar el hueso. La técnica se mejoró y se utilizó cerebro expuesto (por craneotomías operatorias) para las investigaciones, con mejores resultados.

Pero la ecoencefalografía como se conoce hoy día, para la investigación de las estructuras de la línea media dentro del cráneo, se atribuye a los estudios de Leksell, quien planteó la posibilidad de diagnosticar hematomas y tumores cerebrales por medio de este

método (11, 24, 37, 51, 54), siendo él quien acuñó el término de ECOENCEFALOGRAFIA (7, 36, 37), en el año 1955, que se respeta por razones históricas.

Esta técnica se difundió al Viejo Continente a partir del año 1956 (7). Ter Braak, Grandia y De Vlieger (37), en 1959, reportaron en los casos de hematomas extracerebrales, una pequeña deflección que precedía al eco final, que ellos denominaron Eco de Hematoma (Eco-H) que atribuyeron a la interfase entre tejido cerebral y sangre.

Investigando las estructuras del plano medio sagital responsables del eco de línea media (Eco-H), Gordon (1959) y De Vlieger y Ridder, en el mismo año, reportaron un doble eco, correspondiente a la fisura del tercer ventrículo y un simple eco a un nivel más alto, correspondiente al septum pellucidum. Esto fue confirmado por Jeppsson en infantes en 1960 (14), y por Ter Braak, Creeze, Grandia y De Vlieger en 1961, usando ultrasonido y pneumoencefalografía en forma simultánea.

Desde Junio de 1962, se ha utilizado la ecoencefalografía como un método rutinario para el examen de pacientes con traumatismos craneanos, en diferentes hospitales y centros de investigación de diversas partes del globo (37, 42).

Force, Ford y Ambroze en 1963 (14, 24) describieron los ecos producidos por las paredes del tercer ventrículo, relacionándolos con estudios de aire e interfase curva, utilizando el Modo A para su registro. Ambroze en 1963, sugirió la posibilidad de una mejor técnica que permitiría localizar las paredes de los ventrículos laterales. Una investigación más sistematizada fue llevada a cabo por Ford y McRae (1966), pero siempre con técnicas unidimensionales (modos A y B).

Más recientemente (1967), Feuerlin y Dilling estudiaron los promedios de anchura del tercer ventrículo en sujetos normales a diferentes edades con el Modo A de Presentación.

Con la esperanza de obtener límites más precisos del sistema ventricular cerebral tanto en casos normales como en los patológicos y con la idea de obtener una vista tomográfica del cerebro, se desarrolló el denominado B-scan (1965), que no es más que la unión de varios puntos luminosos como los que se ven en el Modo B y que se analizarán más adelante. Esta técnica introducida por Galicich, Lombroso y Matson, se mejoró posteriormente en 1967 (Howard, Galicich y Matson), y finalmente por Erba y Lombroso en 1968, obteniéndose de esta manera y ya con mejores aparatos y técnicas una cuidadosa interpretación de sonogramas bidimensionales a niveles

múltiples (14).

Los datos anteriores son algunos de los obtenidos en la corta historia de la ecoencefalografía, como un método auxiliar en el diagnóstico de las lesiones que ocupan espacio dentro del cráneo o bien que han producido un cuadro de dilatación o distorsión de los ventrículos cerebrales. Se ha trabajado en esta importante rama de la investigación, en forma cada vez más sistematizada en los últimos años y se han llevado a cabo interesantes congresos y simposium, de los cuales se obtuvieron datos valiosos para el presente trabajo.

Creemos que esta parte de la historia es solo el principio, como en toda rama científica que se inicia, y que posteriormente las investigaciones confirmarán o negarán los conceptos que se aceptan en la actualidad.

En nuestro país, recién se han dado los primeros pasos, y cabe al asesor de este trabajo ser el precursor de la Ecoencefalografía en Guatemala. El método se ha aplicado tanto a pacientes ambulatorios como a los que se encuentran hospitalizados, a los de clientela privada como a los que asisten a centros asistenciales, habiendo presentado sus primeras experiencias en el XX Congreso Nacional de Medicina celebrado en el mes de Noviembre de 1969 y en el Congreso Centro Americano de Pediatría celebrado en Diciembre de ese mismo año en esta ciudad capital.

Se tienen ya varios casos estudiados, y la técnica empleada se ha ido mejorando paulatinamente, adquiriendo la experiencia necesaria para la interpretación correcta de los ecoencefalogramas.

El Dr. J. Carranza, recibió su equipo completo de ultrasonido diagnóstico en el mes de Junio de 1970, el cual piensa utilizar no sólo en Neurología sino también en otras ramas de la Medicina, principalmente la Obstetricia.

Esperamos que la técnica se conozca bien, y se popularice dentro de la Ciencia Médica Guatemalteca, y que a la vez ésta se beneficie, estudiando mejor los casos y llegando a diagnósticos más exactos.

III ULTRASONOGRAFIA

A) CONCEPTOS GENERALES

Basándose en el mismo principio por el que se utiliza el dedo para palpar y examinar, la ultrasonografía, o sea el registro e interpretación de las variaciones en las propiedades ultrasónicas de los tejidos vivos (47), examina los órganos internos que son inaccesibles a la palpación manual tradicional.

Junto a otros métodos de estudio: Rayos X, rayos gamma, rayos infrarojos, luz visible, impedancia eléctrica, transductores o sondas incorporadas a prótesis (I.T.)*, etc. el ultrasonido se ha incorporado en la investigación de la morfología de los órganos internos (62), y lo ha hecho en grande pues las aplicaciones que se conocen constituyen ya un gran adelanto en la investigación moderna.

La ecoencefalografía es el registro gráfico de la resonancia del ultrasonido al atravesar tejidos que tienen distintas densidades dentro del cráneo.

El método de la ecoencefalografía se funda en el fenómeno físico de la piezoelectricidad (I.T.): un cristal convenientemente contruido al cual se aplica una diferencia de potencial eléctrico de alta frecuencia, es capaz de entrar en vibración y producir un haz de ultrasonido que se propaga por los medios materiales (54).

Este fenómeno físico es una propiedad que presentan ciertos materiales en la naturaleza, por ejemplo el cuarzo, la sal de Rochelle, el sulfato de litio, etc. Significa que al aplicar presión sobre estos elementos se desarrolla una corriente eléctrica. El efecto contrario también se presenta; es decir, el cristal cambia de forma o es susceptible de hacerlo cuando se le aplica un campo eléctrico (56).

En pocas palabras, entran en vibración al recibir un eco y generan energía eléctrica.

Es un procedimiento que ha sido utilizado en la detección de lesiones intracraneanas que ocupan espacio, y en el diagnóstico de la dilatación ventricular.

Es un examen extremadamente útil en la investigación neurológica tan significativo como la detección de una glándula pineal calcificada en una radiografía frontal de cráneo (99% de pacientes-7)

* I.T.: Índice Técnico. Capítulo XI.

La técnica es simple, y el uso del equipo y la forma en que se utiliza, se aprenden con cierta facilidad, y no hay duda que neurólogos, neurocirujanos y radiólogos, así como otros especialistas se interesarán y le encontrarán algún valor.

El ultrasonido, restringido al paso del eco en una sola dirección no ofrece más información que la localización de una superficie que se refleja en un plano. Su valor en Neurología, por esa razón se limita virtualmente a detectar desviaciones en las estructuras localizadas en la línea media del cráneo (I.T.) (48).

Mientras más gruesa sea una estructura, se necesita mayor energía de un haz de ultrasonido para atravesarla, pero entonces aumentará la difracción (I.T.) (2), pero disminuirá la resolución (I.T.).

Por esta razón, mientras más gruesos los huesos del cráneo de una persona, mayores serán las limitaciones para la investigación neurológica con el ultrasonido, disminuyendo la penetración y la resolución de las ondas ultrasonoras (47).

Sin embargo, la principal ventaja del ultrasonido reside en su capacidad para distinguir interfases (I.T.) entre objetos de diferentes densidades, que es más sensitiva que la de los rayos X (15), pudiendo ser utilizado para visualizar estructuras internas en virtud de sus propiedades de colocarse en ondas de movimiento que penetran profundamente dentro del cuerpo y que luego son reflejadas (I.T.) por la interfase colocada entre los distintos medios (47).

La transmisión del ultrasonido se hace por pulsaciones o "paquetes de ondas", extremadamente cortas. Estas pulsaciones son similares al quantum simplex de la energía de las oscilaciones electromagnéticas; es decir, que la energía no es continua sino que se propaga como múltiplos de una cantidad elemental.

Cuando se utiliza el ultrasonido en mapeo de tejidos, se necesita que exista la mayor resolución (I.T.) posible para que cada uno de sus elementos produzca su propia señal reflejada. El diagnóstico con ultrasonido depende del poder de resolución que se consiga, y para eso se requieren sondas (I.T.) adecuadas y receptores que logren una buena adaptación, etc. (6).

Por su longitud de onda y por estar sujeta a una difracción (I.T.) considerable, la energía del ultrasonido nunca puede igualar la resolución que se obtiene con los rayos X; por otro lado, como consecuencia de su propiedad de rebotar en las interfases (I.T.), puede revelar estructuras generalmente no vistas con métodos radiológicos. También está libre de radiación ionizante (47).

que es reflejada de 0 transmitida a diferentes partes del cuerpo (es un factor importante en ultrasonido diagnóstico). Si no hay diferencias de impedancia no habrá energía reflejada. Sólo las interfases entre las estructuras que presenten diferencia en la impedancia acústica al foco de ultrasonido, reflejarán ecos.

La impedancia acústica (I.T.) depende de las características físicas del medio o tejido que se encuentra en la trayectoria del haz de ultrasonido (45).

Si la interfase está en ángulo recto con la señal transmitida, el eco será reflejado directamente hacia el cristal, el cual actúa como receptor, sin embargo, una interfase que no esté en ángulo recto dispersará la señal y sólo pequeñísimos ecos regresarán a la fuente de origen (24).

En un ultrasonograma, las estructuras gruesas corresponden a la interfase de dos didintas sustancias corporales: grasa, músculo, hueso, etc. Dentro de estas sustancias uniformes, hay estructuras acústicas finas. La piel y el tejido graso se caracterizan por reflexiones a través de un tejido de "granulación" denso y uniforme. Los músculos producen sólo líneas de contorno. El cartilago no produce eco. Cuando la intensidad es lo suficientemente fuerte para penetrar las regiones óseas, éstas se convierten también en productoras de eco (41), como sucede en Ecoencefalografía.

El ultrasonido no es homogéneo como un haz de rayos sino que es más sensitivo al final de su campo cercano; se transmite a través de los sólidos, líquidos y gases pero no a través del vacío (36), a pesar de que algunos autores (45), refieren que la propagación del ultrasonido a través de los gases o el aire es pobre o nula, obteniendo por lo tanto casi un cien por ciento de reflexión (I.T.).

Las ondas que interesan en Medicina son las longitudinales y las transversales (I.T.). Como las ondas longitudinales se propagan en cualquier medio que posea elasticidad de volumen, pueden ser transmitidas a través de varios medios.

Por el contrario, las transversales sólo se propagan en un medio que posea elasticidad de forma o sea que pueden propagarse en sólidos y semisólidos. Desde su punto de vista acústico, los tejidos corporales poseen propiedades líquidas y por esa razón permiten la propagación de ondas longitudinales. Las estructuras óseas son sólidas y transmiten los dos tipos de ondas. Un sólido puede transmitir los dos tipos de ondas a la vez.

antennadas que tiene una partícula en movimiento y que es paralela a la dirección de la propagación de la onda sonora. En las ondas transversales, el movimiento de la partícula es en una dirección normal (a 90°) a la de la onda de propagación. Una forma de ilustrar ésto es examinar el movimiento de una cuerda o un lazo que es rítmicamente agitado (56). La dirección del movimiento de la onda es a lo largo del lazo, pero el movimiento real de la partícula sería en sentido vertical, es decir desplazamiento hacia abajo y arriba.

La elasticidad de forma la presentan sólo los sólidos y los líquidos muy viscosos; por lo tanto, sólo estos medios pueden transmitir las ondas transversales. La sonda emisora de ultrasonido, siendo piezoeléctrica (I.T.), responde a las ondas mecánicas que le son reflejadas y produce una señal eléctrica que puede ser amplificada e inscrita. La energía que no regresa a esta sonda emisora se pierde o disipa por atenuación (I.T.); o sea que el sonido disminuye en intensidad a medida que se propaga a través del medio, porque la velocidad del sonido es directamente proporcional a la raíz cuadrada del módulo elástico del medio acústico e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la densidad de masa (11).

Es decir, que la velocidad depende de las propiedades elásticas y de la densidad del medio. Así la velocidad longitudinal del sonido en el agua es de 1495 m/seg. a 25°C . La velocidad en los tejidos corporales se aproxima a la del agua, pero varía según la estructura o consistencia de cualquier tejido específico. Otras cifras de velocidad del sonido que interesan en el presente capítulo son: 1502 m/seg. en el L.C.R. a 22°C . A la misma temperatura, el sonido se transmite con una velocidad de 1570 m/seg. en la sangre, a 1532 m/seg en el cerebro normal (en fresco), a 1474-1490 m/seg. en cerebro conservado y a 3380 m/seg en el hueso.

La forma en que se produce el ultrasonido es la siguiente: la energía eléctrica pulsada es enviada al cristal piezoeléctrico (I.T.) y es convertida en pulsos ultrasónicos de 1 a 5 microsegundos de duración, 50 a 1000 veces por segundo. El eco se refleja al transductor, haciéndose la recepción del mismo durante los períodos de silencio. La frecuencia es de 1 a 15 megaciclos por segundo (Megahertz).

Con mayores frecuencias, la longitud de onda es más corta, el poder de resolución es mayor y la penetración más baja. En cambio con frecuencias menores, la longitud de onda (I.T.) es mayor, el poder de resolución (I.T.) es menor y la penetración es mayor (45).

El voltaje usado para la técnica de ultrasonido está entre 0.04 y 0.004 watts por centímetro cuadrado. Esta cantidad está muy por debajo de 3 watts por cm² usada en terapia por calor en Medicina Física. Estudios experimentales realizados han llegado a la conclusión de que es inocua para el paciente (28,30), tanto desde el punto de vista funcional como desde el morfológico (45).

En los aparatos de ultrasonido, empleados para los exámenes, un registrador de tiempo o timer, periódicamente activa un pulsador que entonces aplica un voltaje a la sonda productora de ultrasonido (I.T.), que produce un rayo corto. Al mismo tiempo que el timer activa el pulsador, comienza un haz electrónico a "barrer" una pantalla osciloscópica de izquierda a derecha produciendo la llamada línea basal.

Durante el período de tiempo que tarda la descarga ultrasónica en pasar, se recoge e inscribe por método electromagnético, el eco de estas ondas a nivel de distintos planos. Únicamente después que el eco ha sido identificada y sólo cuando la pulsación ha terminado por completo, se envía la siguiente pulsación de ondas (75).

El manejo de la señal obtenida requiere comprender las relaciones entre el tiempo, la velocidad de las ondas y la distancia recorrida por el rayo de ultrasonido. Esta velocidad se asume que es ó se mantiene constante. Es por esta razón, que el tiempo transcurrido desde la activación de la sonda, hasta que se obtiene el eco (I.T.), es proporcional a la distancia de la fuente productora de eco al transductor o sonda.

En el organismo, las pulsaciones de energía sonora se reflejan en los interplanos tisulares por ser superficies de densidad distinta, fenómeno que se compara al del eco que refleja una montaña. Cuando la energía que generan estas pulsaciones ultrasonoras llega a traspasar varios interplanos, se obtiene una sucesión de ecos provenientes de cada interfase. Wild (76) ha comparado este hecho físico, al que se observaría si fuera posible, con las ondas sonoras de un grito, al traspasar varias montañas de una cordillera oyéndose el eco de cada montaña a medida que el sonido progresara.

La energía inicial del grito iría decreciendo gradualmente hasta desaparecer, y en la misma forma el eco; PERO LA VELOCIDAD DEL SONIDO PERMANECERÍA CONSTANTE CUALQUIERA QUE FUERA LA INTENSIDAD DEL ECO.

B.) CARACTERÍSTICAS DEL ULTRASONIDO

El ultrasonido es un haz de energía no ionizante, propagada a través de los tejidos en forma de ondas de presión mecánica. Tiene

propiedades de reflexión, refracción, difracción, absorción y difusión o dispersión (I.T.) (45).

La energía de las ondas ultrasónicas es puramente mecánica; en realidad, sólo difieren de las ondas sonoras por la frecuencia de las vibraciones que tienen la propiedad de penetrar los tejidos conservando las leyes de transmisión y reflexión; es decir que siempre se cumplen los postulados de que la reflexión del sonido ocurre en interfases de tejido y depende de:

1. Angulo de incidencia de la interfase tisular al "foco",
2. Diferencias en la impedancia acústica específica (I.T.), determinada por la elasticidad y densidad del tejido,
3. Superficie de la interfase tisular,
4. Textura de superficie de la misma interfase (45), y
5. Distancia de la interfase reflectora por efecto de absorción (36).

La naturaleza física de la energía de las ondas ultrasónicas es totalmente diferente de la energía electromagnética de la radiación, y el radar. Esta diferencia se aprovecha justamente como auxiliar del diagnóstico radiológico (75).

Por definición, son inaudibles para el hombre, aunque pueden ser percibidas por algunos animales; el límite de frecuencia audible, es de 16,000 ciclos por segundo (Hertz), que puede variar según el poder auditivo de cada persona. Otros autores hablan hasta de 20,000 ciclos por segundo como límite audible (2, 66).

Las propiedades físicas de las ondas ultrasónicas pueden prestarse a una interpretación equivocada; es por esa razón que se especifican a continuación como base del trabajo presentado.

En primer lugar, las ondas ultrasónicas comparten las mismas propiedades físicas de las ondas acústicas perceptibles por el oído humano. Por consiguiente, las ondas ultrasónicas, no son, en sentido estricto, supersónicas: dentro del mismo medio, unas y otras son transmitidas a la misma velocidad, y ambas requieren un vehículo para la transmisión. La vibración de partículas que originan las ondas en determinados materiales es una característica esencial de propagación acústica y por esta razón no es posible para el sonido pasar a través del vacío.

Las ondas ultracortas pueden ser de baja o alta intensidad; las primeras no provocan cambio permanente en los materiales que atraviesan, son empleadas como medio de diagnóstico. Las segundas ocasionan cambios irreversibles (calor, excavación, etc.) y tienen

aplicación en medicina y dentistería.

Resumiendo, diremos que las cuatro características especiales (75) de las ondas ultrasonoras son:

1. inaudibles.
2. Pueden dirigirse en determinada dirección como un haz de sonido y en "foco".
3. Por ser ondas de corta longitud pueden emplearse en el examen de pequeñas cantidades de material o para investigación de pequeñas variantes en su estructura.
4. Debido a su alta frecuencia, pueden emplearse en la investigación física de fenómenos asociados con períodos de tiempo extremadamente cortos.

C) FORMAS DE REGISTRO O PRESENTACIONES

Para generar y recibir el ultrasonido y para procesar la información en una forma fácil de interpretar, se necesita de aparatos electrónicos complejos (10), aunque básicamente constan de un generador de ultrasonido, una sonda o transductor (I.T.) y un osciloscopio, al que puede adaptarse una cámara fotográfica para dejar un registro gráfico de la estructura o estructuras que se están examinando.

Para la construcción de un transductor hay que tomar en cuenta varios factores entre los que se describen el coeficiente de acoplamiento mecánico eléctrico, el coeficiente mecánico, el coeficiente de transmisión lateral, la impedancia y el coeficiente de sensibilidad (56). Puede construirse de cuarzo cristalino, sulfato de litio, cerámica polarizada, metaniobato de plomo, titanato de bario, titanato zirconato de plomo (10, 56, 75).

El cristal de cuarzo tiene, además de la propiedad de propagar la onda ultrasónica, la de oír el eco de las mismas ondas. Las ondas emitidas por un cristal pueden ser recogidas por otro cristal y en esta forma medir la longitud de onda o "pulso" y el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción. Más aún, la energía ultrasónica del cristal puede ser transmitida y recibida como eco por el mismo cristal. En el ecoencefalograma, no se mide la distancia real de la sonda a la superficie reflectora, sino el tiempo utilizado por el ultrasonido en pasar a través del medio (36).

Con estas sondas o transductores se hace el examen de la región asegurando el contacto directo entre la piel y el aparato, con aceite, solución salina (75), petrolato (51), glicerol de almidón y polietilenglicol (54); se ha empleado el aquasonic, una jalea soluble en agua (36), el agua, la glicerina, gelatina (36), etc.

El espesor del cristal determina el voltaje máximo que puede aplicarse y la frecuencia vibratoria que puede obtenerse; esta última es variable desde 1 a 2.25 megaciclos y según el Dr. J. Carranza pudiendo llegarse a una frecuencia de 10 MHz (10), aunque según los distintos tejidos que se examinen la variación de frecuencia es más amplia; así tenemos los siguientes datos (38):

cabeza	1-3 MHz
corazón y próstata	2-4 MHz
abdomen	2-6 MHz
pecho	4-8 MHz
riñón, hígado(expuestos)	4-8 MHz
ojo	4-10 MHz

Según Planiol (54) en la cabeza deben utilizarse frecuencias vibratorias de 1 MHz en adultos, pudiendo llegar hasta 4 MHz en niños.

Con una resolución de 1.5 mm. debe utilizarse 1 MHz y por consiguiente para obtener una resolución de 0.15 mm. debe emplearse una frecuencia de 10 MHz.

La frecuencia en megahertz (1.000,000 ciclos por seg.) multiplicada por el diámetro activo de la sonda emisora de ultrasonido en pulgadas es aproximadamente igual a la unidad, y mientras el haz de rayos es más estrecho, la divergencia es menor.

Después de los datos anteriores puramente técnicos pasamos a describir brevemente las 3 formas de registro o presentaciones conocidas en la actualidad:

1. Modo A
2. Modo B
3. Somograma ultrasónico (B-scan)

Estas 3 formas de registro puede darlas el mismo aparato, con sólo cambiar un control manual o bien pueden ser distintos aparatos diseñados especialmente.

1.- MODO A

Los ecos obtenidos son de baja intensidad y se registran en el tubo de rayos catódicos, como deflecciones verticales de un "barrido" horizontal. Con este tipo de registro, una sola dimensión puede determinarse, o sea la distancia entre el transductor (I.T.) y la interfase productora de eco (28, 48).

Este procedimiento se ha utilizado en Neurología para determinación de desviaciones de la línea media (27, 42, 57), y en años recientes también para localizar los límites del sistema ventricular y para detectar lesiones que ocupan espacio dentro del cráneo.

Esta es la representación usada en ecoencefalografía, para medir el diámetro biparietal de la cabeza fetal, para medir el diámetro anteroposterior del hígado y de la vejiga, y en cirugía para localizar cuerpos extraños y cálculos (10).

Resumiendo podemos decir (45) que en el Modo A se ven los siguientes elementos:

- a) Modulación de amplitud
- b) La intensidad del trazo es constante.
- c) el eco se registra como desplazamientos verticales del trazo o espigas.
- d) la altura del desplazamiento vertical es proporcional a la fuera del eco.
- e) la distancia horizontal a lo largo del trazo es proporcional a la profundidad o distancia de la interfase reflectora.

Puede utilizarse una sola sonda, que es a la vez transmisora y receptora, o bien dos sondas separadas (10).

2. MODO B

En esta presentación se cambia la amplitud por la intensidad y entonces los ecos reflejados en las interfases se registran como puntos brillantes, los que corresponden también a un espesor conocido de tejido cerebral, analizado con onda ultrasónica de ida y regreso (47).

En esta forma de registro, la intensidad de los puntos es proporcional a la fuerza de los ecos y la distancia horizontal a lo largo del trazo es proporcional a la profundidad (o distancia) de la interfase reflectora. El transductor se mantiene fijo igual que en el Modo A. Se usa para la determinación de profundidad y/o movimiento de una interfase (I.T.) reflectora no fija (45).

Agregando un modulador de tiempo-movimiento (TM) puede estudiarse el patrón de movimiento de la válvula mitral, de la pared ventricular del corazón y de las pulsaciones intracraneanas (10).

3.- SOMOGRAMA ULTRASONICO (B-Scan)

Este registro no es más que varios modos B unidos hasta formar una imagen, un tanto igual a un tomograma realizado con rayos X, en que muestra un corte transversal en el plano de movimiento del haz ultrasónico. Aquí la sonda no se va a mantener fija en un punto, sino que ya sea unida a un brazo o bien incorporada a un sistema especial, se moverá mecánicamente en una dirección que es perpendicular al haz de ultrasonido. Se tiene entonces una presentación bidimensional y las superficies estudiadas pueden entonces fotografiarse.

Esta forma de registro se utiliza para obtener cuadros anatómicos. La manera de hacerlo es trasladar el cristal en un movimiento compuesto de tal manera que los puntos vistos en el osciloscopio correspondientes a cada eco, se unen para delinear la estructura que está siendo estudiada (10).

IV APLICACIONES MEDICAS DEL ULTRASONIDO

Se han necesitado algunos años para desarrollar la técnica del ultrasonido, y hasta ahora es posible ver su potencial diagnóstico en muchas áreas de la ciencia médica. La técnica puede conducir a una investigación en masa en un futuro no muy lejano. Por supuesto hay cosas que el ultrasonido no puede hacer pero serán factibles gracias a los esfuerzos por mejorarla.

Con este tipo de ondas pueden detectarse masas en el tórax, en el abdomen y en el espacio retroperitoneal, que hayan sido o no, localizadas previamente con rayos X o a veces sólo con el examen médico, pudiéndose hacer la distinción si contienen líquido o son sólidas (52), dependiendo de si presentan interfases en las que se refleje el sonido (53).

Los órganos o sistemas que tienden a ser estudiados o ya lo están siendo con esta técnica son el hígado, riñón, bazo, vejiga, estómago, mamas, útero grávido (10, 30). Futuras aplicaciones diagnósticas del ultrasonido incluirán indudablemente el examen del páncreas, traumatismos deportivos, incluso los que hayan sido negativos para los Rayos X, cirugía plástica y la detección de tumores ocultos (10).

Sin embargo, antes de que el ultrasonido se convierta en un procedimiento diagnóstico de rutina en un hospital promedio o calificado, deberá mejorarse el equipo, las técnicas y los

procedimientos así como la interpretación de patrones anormales, etc.

El mérito principal reside en suplementar las técnicas radiológicas, al recoger diferencias de densidad que puedan relacionarse con lesiones patológicas en regiones anatómicas no fácilmente visualizables con la radiología.

En términos generales se le llama Ultrasonografía al método por medio del cual se recogen e interpretan las variaciones en las propiedades ultrasónicas de los tejidos vivos (47).

En las páginas siguientes se analizan brevemente las aplicaciones médicas del ultrasonido, procurando no entrar en detalles de técnica alguna, sino dando someramente una información de su utilización en el estudio de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano.

En Oftalmología se ha utilizado para remoción de cuerpos extraños y para el diagnóstico de desprendimiento de retina (15).

En Dentistería se ha utilizado para la visualización de la estructura interna de los dientes (65).

En Neurología, fuera de los traumatismos craneanos que es el objeto del presente trabajo y que por consiguiente serán analizados con mayor atención posteriormente, se han hecho adelantos considerables.

Lombroso y col. (47) lo han aplicado en el diagnóstico de hidrocefalia y proporciona datos interesantes en cuanto a las medidas de los elementos del sistema ventricular se refiere. Usando el B-scanning encontraron los siguientes valores promedio en una serie de 780 casos, y que transcriben por considerarlos importantes:

- A) Tercer ventrículo: 4-7 mm. ancho
- B) Cuernos anteriores de los ventrículos laterales: 7-8 mm. ancho, encontrando que una asimetría de 2-3 mm. es normal.
- C) Cuerpo de los ventrículos laterales: diametro transverso 20-24 mm. generalmente simétrico. En R-N o menores de 1 año mide 15 a 18 mm.
- D) Complejo trígono-cuerno temporal: 7-12 mm.
- E) Índice cerebral de Mantle (BMI) se refiere a atrofia del cerebro y/o dilatación ventricular:

dist. línea media - eco tabla int. cráneo	·	1/4 diámetro
dist. eco lejano - eco cuerno temp. lat.	·	de la cabeza

Erba y Lombroso (14) hacen una determinación mucho más exacta de los límites de los ventrículos laterales, llegando a obtener un coeficiente de correlación entre ultrasonido y pneumoencefalografía

de 0.97 a 0.99.

La técnica del ultrasonido se usa no sólo para el diagnóstico sino para la evaluación posterior al tratamiento quirúrgico o médico de la hidrocefalia, suministrando además una información adicional a la proporcionada por los rayos X (75) y la centelleografía ventricular (*).

Se ha desarrollado la Pletismoencefalografía, en que las pulsaciones intracraneanas del sistema ventricular varían de posición y tamaño durante el ciclo cardíaco en forma diferente en casos de cefalea vascular, cefalea por contracciones musculares, cefalea post-traumática, arteriosclerosis cerebral, malformaciones arteriovenosas traumatisms agudos de cabeza, e hipertensión intracraneana, haciendo el diagnóstico diferencial, el tratamiento y la evolución de cada caso. (43).

Se ha medido el grosor de la corteza cerebral por medio del ultrasonido y puede considerarse un método comparable a la Pneumoencefalografía según Geletneky (36).

También puede hacerse la detección de malformaciones, quistes aracnoideos, lesiones quísticas y atróficas, disrafias quísticas, etc. (36).

En los casos de atrofia cerebral se ha visto un cuadro bastante característico que consiste en:

- 1- doble eco de las paredes del tercer ventrículo dilatado;
- 2- desplazamiento del eco de línea media hacia el lado de la lesión; y
- 3- presencia de picos laterales, constantes o no, que preceden al eco final y que pueden interpretarse sólo en contadas oportunidades. El ecoencefalograma es un estudio inicial y siempre deberá complementarse.

Puede hacerse el diagnóstico diferencial entre accidentes cerebro vasculares trombóticos y hemorrágicos, 24 a 48 horas después del cuadro inicial o aún antes, por el desplazamiento del eco-M (36).

Kazner y Kunze hablan de detectar lesiones de fosa craneal posterior (51).

(*) Carranza, Dr. J., Comunicación personal. Mayo 1970

En casos de heridas craneanas por proyectiles, se utilizó durante la 2a. Guerra Mundial el localizador de metales Berman, pero éste era incapaz de detectar hueso; ahora con la introducción de la ultrasonografía y el eco operatorio es posible detectar fragmentos óseos dentro de las heridas y facilitar así su extracción (32).

La Ecocardiografía es el registro gráfico de los ecos de ultrasonido reflejados en las interfases cardíacas (63). En 1964, Edler y Hertz introdujeron el ultrasonido en el diagnóstico de las afecciones cardíacas (4), y un año después el mismo Edler hizo el primer intento de diagnosticar derrames pericárdicos, pero desafortunadamente no describió su método en forma adecuada. Utilizó el modo B de presentación. Feinhembbaum (16) utilizó el modo A en el diagnóstico de derrames pericárdicos en los albores del uso del ultrasonido en Cardiología.

En casos de derrame pericárdico (61), el complejo cardiopulmonar representado por el límite de interfases entre la pared cardíaca y el aire de los alveolos pulmonares se divide, dando dos ecos, el primero de los cuales corresponde a la pared posterior del corazón y el segundo al límite interfacial pericardio-pulmonar. El derrame se ve entonces como una zona libre de eco, limitada por dos señales osciloscópicas. Para comprobar esto, se han hecho experimentos con perros (16), inyectando solución salina en el saco pericárdico, observando la imagen anteriormente descrita. Goldberg (20), ha obtenido eco de derrame pericárdico en la pared anterior del corazón en un 50o/o de los casos.

Este eco puede ser erróneamente interpretado por una serie de lesiones patológicas que pueden simularlo, entre las cuales se cuentan, la hipertrofia cardíaca, lesiones de parénquima de lóbulo inferior del pulmón izquierdo, atelectasia pulmonar, derrame pleural (16, 20, 34, 75).

La asociación de ultrasonido, rayos X y fluoroscopia dan casi un 100o/o de seguridad en el diagnóstico de derrames pericárdicos (20). Esto se ha confirmado además con rastreo con albúmina marcada con ^{131}I , pericardiocentesis, cirugía o autopsia. (39).

Además del diagnóstico de derrame pericárdico (15, 16, 30), que nos parece una aplicación importante, puede determinarse la inclinación o declive en mm. por seg. de la válvula mitral, y así por su movimiento determinar el grado de estenosis (15) o cual es la lesión que domina, si aquella o si se trata de una insuficiencia mitral (64).

Si el movimiento es muy rápido puede deberse no sólo a una insuficiencia mitral sino a un defecto en el tabique ventricular o a un

ductus arterioso permeable (63).

Para concluir con el campo del sistema cardiovascular, diremos que el ultrasonido se ha empleado en el diagnóstico diferencial entre derrame pericárdico y cardiomegalia; dilatación de la aorta abdominal y aneurisma; y ostium secundum y defectus primum (63), en la determinación del tamaño de la aorta y grosor de las paredes así como en la localización y relaciones de las arterias renales (22), en la detección de movimientos de la pared arterial en casos de arteriosclerosis y cambios en el diámetro de la pared así como los movimientos del corazón (5), medición de la presión arterial usando un alternador con principio de Doppler (I.T.), en casos de niños o adultos shockeados, en quienes no puede detectarse la presión arterial porque los vasos muy pequeños o espásticos no generan aparentemente, ruidos de Korotkoff lo suficientemente fuertes para auscultarse con un estetoscopio (35), y aun han podido ser examinados pacientes graves en tienda de oxígeno, que no pudieron ser evaluados radiológica o fluoroscópicamente como en el caso de los derrames (68).

El ultrasonido puede ser un arma valiosa en el diagnóstico de la embolia pulmonar, asociada a los rayos X, centelleografía pulmonar, electrocardiografía y determinaciones serológicas de enzimas (25). Además con la ecografía pulmonar pueden detectarse procesos infecciosos por el aumento en el eco producido. Se nota marcada interferencia y aumentan las posibilidades de error por las costillas, músculos y principalmente con los movimientos respiratorios: al inspirar disminuye la fuerza del eco, se dispersa; y al espirar, sucede lo contrario (60).

En el diagnóstico de derrames pleurales el ultrasonido ha encontrado también un lugar preferente, sobretudo para dirigir las punciones torácicas, al encontrar una zona libre de eco interpuesta entre los ecos pulmonares y los de la pared torácica (34).

En el abdomen, y particularmente con el útero grávido, es en donde la técnica ha encontrado una gran aplicación.

Ian Donald fue el primer investigador que utilizó el ultrasonido en Ginecología y Obstetricia en 1958 (69).

Entre sus aplicaciones, se incluye el diagnóstico del embarazo múltiple (58, 69, 70, 73), con reportes hasta de la séptima semana de gestación (69), mola hidatidiforme (58, 69, 73, 75), habiendo sido demostrado un eco clásico del embarazo molar cuando la gestación no lleva más de 10 semanas, se ha visto (23), que cada estructura

vesicular de la mola produce un eco, dando un cuadro totalmente diferente al eco que se obtiene de un embarazo normal.

Se ha utilizado también en el diagnóstico precoz del embarazo, para detectar quistes dermoides, carcinomatosis ovárica (75), desarrollándose la llamada ginecografía ultrasónica, y el diagnóstico de hidramnios resulta fácil con esta técnica (69, 73).

El ultrasonido ha sido un método auxiliar en el diagnóstico de malas presentaciones (75), malas posiciones, malformaciones gruesas (Hidrocefalia, quistes congénito, etc), tamaño fetal, índice de crecimiento y desarrollo (58).

La placenta puede localizarse en cualquier posición en que se encuentre en la pared uterina, correlacionándola con la misma pared, con el producto de la concepción y con el abdomen materno (58, 69). Por medio de la placentografía ultrasónica puede establecerse entonces el diagnóstico de placenta previa o implantación baja de la misma (73).

En cuanto al producto de la gestación se refiere, el ultrasonido ha sido utilizado en varios aspectos; por ejemplo, puede hacerse diagnóstico de madurez fetal por medio de la cefalometría, midiendo el diámetro biparietal (3, 13, 15, 21, 26, 70, 73) con variaciones de 1.4 a 1.9 mm. con respecto al diámetro real.

Las aplicaciones prácticas de esto, se ven en el manejo de partos en podálica, diagnóstico de hidrocefalia, indicación de cesárea (13), localización de la cabeza fetal en casos de duda, determinación del peso fetal (21), medición de la circunferencia torácica con el modo B de presentación, y relacionándola con la cefálica para determinar el desarrollo fetal (70).

Al hacer esta medición, puede decidirse una conducta conservadora o no en casos de diabetes, sensibilidad Rh, enfermedades renales crónicas, toxemia, cesárea previa, hemorragias del tercer trimestre, ruptura prematura de membranas (3, 26), pudiéndose también determinar con el ultrasonido cuando se trata de una simple amenaza de aborto, de un aborto fallido, o bien de un caso de amenorrea asociado a obesidad o a un útero fibromatoso, llegándose a determinar la vida fetal en un 100% después de la 17 semana con aparatos de efecto Doppler (I.T.) (46).

Otra gran aplicación que se le ha encontrado al modo B de presentación es en casos de metástasis hepáticas o cerebrales de tumores pélvicos malignos (73), y en casos de aborto incompleto, se ha utilizado para detectar restos placentarios y decidir una conducta

quirúrgica o conservadora (69).

Robinson y colaboradores (58) demostraron que con el método del temporizador de agua en la ultrasonografía de intensidad modulada o sea el Modo B, es posible obtener ecogramas de la anatomía fetal intraútero. El corazón fetal, los pulmones, los riñones, la vejiga y los genitales masculinos pueden visualizarse junto con el tronco fetal. En la cabeza, el cráneo, las órbitas óseas, el foramen magnum y la fosa craneal posterior, pueden distinguirse de los huesos faciales y también se distingue la hoz del cerebro y un eco de línea media (Eco-M fetal.)

Además se ha diagnosticado cirrosis y ascitis con ultrasonogramas en cortes transversales (75).

La vejiga es una estructura ideal para aplicación de las ondas ultrasonoras ya que la orina las transmite bien y permite la visualización de las paredes vesicales por medio del eco. Puede estimarse entonces el volumen de orina residual en la vejiga, o para detectar la presencia y cantidad de orina en la vejiga de un paciente oligúrico. Esto elimina el peligro de producir infección y la molestia de la cateterización.

El ecograma vesical registra picos grandes o múltiples picos pequeños, indicando así si hay o no orina residual (28). El ultrasonido ha probado ser particularmente útil en detectar orina residual en pacientes que van a ser sometidos a operaciones de trasplante renal, ya que la infección producida por cateterismo sería de tomarse en cuenta en vista del uso de drogas inmunosupresivas (28, 29).

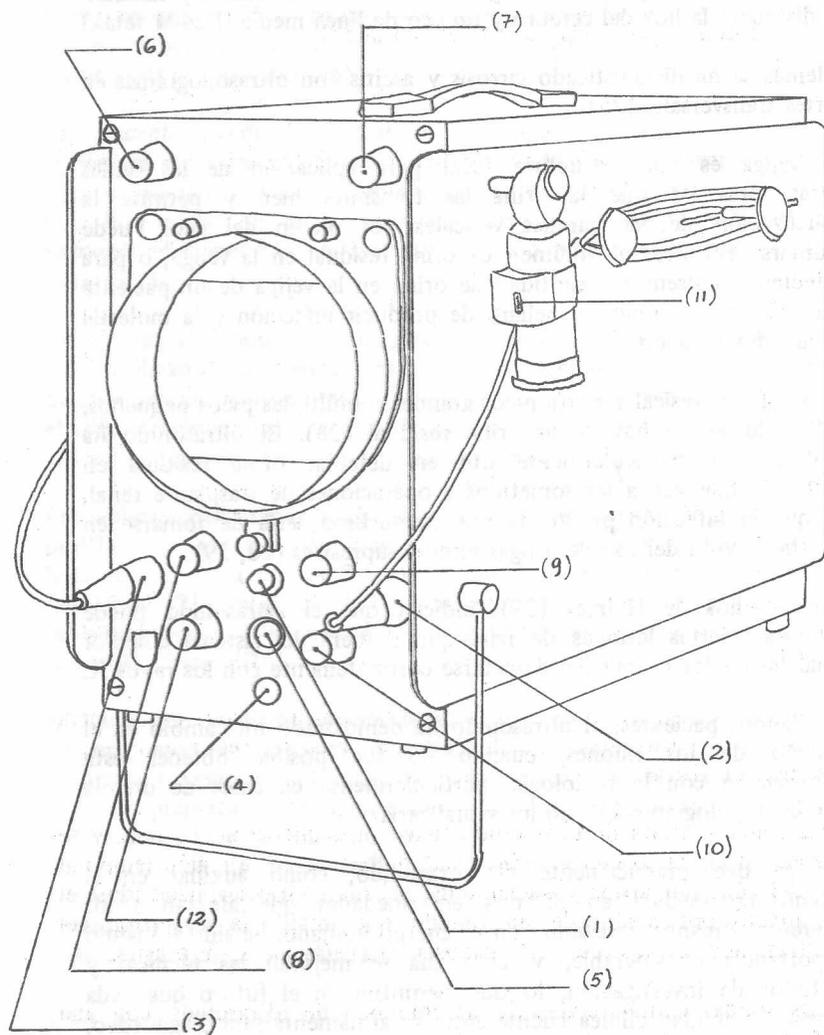
Los estudios de Holmes (29), indican que el ultrasonido puede delimitar ciertas lesiones de parénquima fuera del sistema colector renal las cuales no pueden detectarse corrientemente con los rayos X.

En algunos pacientes, el ultrasonido ha demostrado un cambio en el tamaño de los riñones, cuando no fue posible obtener esta información con la radiología, particularmente en casos de uremia donde el pielograma I.V. no los visualizaría.

Así es que prácticamente el ultrasonido, como auxiliar en el diagnóstico médico en diversas enfermedades que afectan a los diferentes órganos y sistemas en el cuerpo humano, ha sido tomando importancia considerable, y cada día se mejoran las técnicas y métodos de investigación, lo que permitirá en el futuro que cada hospital o unidad clínica cuente entre su armamentarium diagnóstico, con un equipo de ultrasonido para todas las ramas de la ciencia médica.

V APARATO Y TECNICA EMPLEADOS

El aparato utilizado en el presente trabajo es un ECHOVAR TR, detector de ultrasonido totalmente transistorizado, de fabricación francesa, que se esquematiza a continuación con la descripción de los controles de mando.



En la parte anterior encontramos:

- 1.- un foco luminoso que indica si el equipo está conectado.
- 2.- y 3.- lugares de conexión de las sondas derecha e izquierda.
- 4.- conexión del pedal para la cámara fotográfica.
- 5.- lugar para conectar el obturador de la cámara fotográfica.
- 6.- botón para colocar en "O" el eco inicial.
- 7.- botón que permite graduar el trazo del eco correctamente.
- 8.- botón para regular la potencia del aparato. Regula la potencia de las emisiones.
- 9.- botón de sensibilidad que permite regular la amplificación del eco recibido.
- 10.- y 11.- botones que permiten eliminar ecos parásitos. El 10 se encuentra en el aparato mismo y el 11 sobre la sonda derecha.
- 12.- botón que permite encender o apagar la iluminación de la pantalla de rayos catódicos.

En las caras laterales tiene varios ganchos que permiten sostener el alambre y las sondas.

La parte posterior del aparato, nos presenta un tomacorriente, un interruptor eléctrico, un seguro o fusible y una palanca para alternar el equipo según la corriente empleada (110 o 220 v.)

Por delante de la pantalla de rayos catódicos, se coloca una cámara fotográfica Polaroid que permite fotografiar las imágenes del eco que se desea registrar.

La sonda emisora de ultrasonido tiene un diámetro de 16 mm. y se pone en contacto con el cráneo habitualmente en la región temporal a 2-3 cms. por arriba y adelante del pabellón auricular, haciéndose el contacto por medio de un líquido que impide la dispersión del ultrasonido. En los casos estudiados se empleó jalea K-Y o agua.

Las sondas emiten una serie de impulsos de ultrasonido con una duración de un microsegundo y que se repiten cada milisegundo, y a una frecuencia de 1.5 MHz.

La pantalla de rayos catódicos tiene una escala graduada de 0 a 18 que permite medir las distancias del eco.

Para efectuar el examen se colocan dos sondas emisoras de ultrasonido, una del lado derecho y otra en el lado izquierdo, en puntos simétricos, las que aparecerán en la pantalla de rayos catódicos en líneas distintas. Generalmente el trazo de arriba corresponde a la sonda colocada en el lado izquierdo y el de abajo a la sonda del lado derecho (en otros aparatos es al contrario).

TECNICA:

A) Condiciones para el examen:

1. encender el equipo
2. colocar el botón 8 en intensidad "3"
3. llevar el botón de sensibilidad (9) al máximo.
4. llevar el botón 10 al mínimo de potencia.
5. llevar el eco inicial sobre el "0" de la escala, manipulando el botón 6.
6. comprobar el buen funcionamiento del equipo por la aparición de un eco potente sobre la pantalla de rayos catódicos.
7. evitar que el cuarto de examen sea muy luminoso.
8. la cámara se graduará con foco 16 y 1/8 seg. de velocidad.

B) Forma de hacer el examen:

1. colocar el botón de sensibilidad (9) en máximo
2. poner el botón de umbral (10) en "0"
3. colocar el eco inicial sobre el "0" de la escala por medio del botón 6.
4. poner una capa de líquido sobre la cabeza del paciente y en la sonda para lograr un buen contacto.

5. colocar la sonda sobre el cráneo del paciente, ligeramente por encima de la oreja.
6. poner el eco contralateral por medio del botón 7 al final de la escala.
7. si fuera necesario puede disminuirse la potencia del equipo, o aumentar la sensibilidad o el umbral.
8. tomar una foto cuando se obtenga un eco satisfactorio oprimiendo el pedal de la cámara.

Al tomar un ecoencefalograma hay ciertos factores que pueden alterar el trazado y que deben tomarse en cuenta; y son los que señalan Hansen y Holmes (24):

1. Los transductores o sondas deben cubrirse completamente con un lubricante para eliminar el aire que pueda existir entre éstos y la piel. De otra manera, una señal fuerte no será transmitida dentro de la cabeza.
2. La sensibilidad de la máquina debe ser lo más baja posible, para obtener sólo los ecos más fuertes. Una sensibilidad muy alta, proporciona ecos fuertes, múltiples, difíciles de diferenciar y por ende, de interpretar.
3. Los ecogramas de personas que tengan asimetría creanana o defectos quirúrgicos, por la influencia en el trazo, deben interpretarse con reservas.
4. Debe estarse seguro de que se está registrando un eco de línea media, porque a veces puede inscribirse un eco fuerte, proveniente del ventrículo lateral.
5. Otras veces el eco es muy débil debido a inclinación del tercer ventrículo o a difusión de la señal por otras interfaces.
6. El eco de línea media es más difícil de obtener en casos de traumatismos muy severos del cerebro.
7. Si el eco tiene pulsaciones es más seguro que sea el eco -M-.
8. Cuando hay un verdadero desplazamiento de línea media los dos ecos de línea media deben de cabalgar sobre la línea de calibración.

A) DESCRIPCIÓN

En el ecoencefalograma tomado con aparatos unidimensionales ó aún con el sistema de dos transmisores, emisor y receptor de las ondas, cuando éstas con una frecuencia determinada, son enviadas al cráneo, hay 3 interfases que producen un eco importante: la tabla externa del cráneo, la tabla interna y un eco de línea media (24), repitiéndose los mismos ecos del otro lado.

Según otros autores (36) los 3 ecos representan, el primero la piel y el hueso, el segundo el eco de línea media, y el tercero es el llamado eco final.

Los investigadores franceses (54) agregan los ecos intermedios al registro gráfico de un ecoencefalograma normal, y que pueden detectarse dependiendo de la resolución de la sonda y/o de la experiencia de la persona que interpreta o realiza el ecograma.

El llamado eco por transparencia se obtiene utilizando las dos sondas (derecha e izquierda) en forma simultánea y el cual aparece en la pantalla del osciloscopio como una deflexión de la línea de la pantalla y que permite conocer el centro exacto del cráneo. Es muy útil ya que permite medir con exactitud el desplazamiento o situación del eco medio.

B) ECO DE LÍNEA MEDIA (ECO-M)

Probablemente, el uso más popularizado del ultrasonido en Neurología y Neurocirugía, sea la detección de la línea media del cerebro (27, 42, 57). Este examen provee un método simple de determinar si existe o no una desviación de la línea media debido a una lesión que esté ocupando espacio dentro del cráneo (15).

La determinación del eco-M siempre debe hacerse antes del estudio ecoencefalográfico general, para evitar confusiones.

Si al hacer el examen se encuentra una desviación del eco de línea media de más de 2 mm. puede sugerir la posibilidad de una lesión ocupando espacio en la vecindad de uno de los hemisferios cerebrales (37). Si llega a 3-4 mm. representa ya un signo francamente positivo, autorizando al neurocirujano a efectuar un estudio arteriográfico (36) a pesar de que arriba de 3 mm. es ya significativo para algunos autores (24).

Los elementos que determinan el eco-M pueden ser una o varias de las estructuras intracraneanas colocadas en el plano sagital,

dependiendo a veces de la inclinación de la sonda emisora de ultrasonido y de su localización sobre el cráneo. Así parece ser que al aplicarla en el borde superior y anterior de la oreja, lo que se registra es una o las dos paredes del tercer ventrículo en forma de eco simple o doble. Aparentemente éste es el más fácil de obtener (24).

Movilizando la sonda dos centímetros por arriba del primer punto, se obtiene otra señal de línea media. Aquí es más difícil y probablemente corresponde septum pellucidum. En esta posición se obtienen ecos intermedios provenientes de las paredes de los ventrículos laterales. En una tercera posición, intermedia y a uno o dos centímetros por detrás, la glándula pineal es la responsable de la resonancia que inscribe el eco de línea media.

Sin embargo, entre todos los trabajos revisados, no se encuentra que haya existido un acuerdo con respecto a los elementos que determinan el eco-M, por lo que preferimos dejar hablar a cada uno de los autores en el resumen siguiente:

- 1.- Cuerpo pineal, cuando la sonda se coloca bitemporalmente. Jeppson, 1961 y Fisher, 1966 (36).
- 2.- Cuerpo pineal y parte posterior del tercer ventrículo. Schiefer (36).
- 3.- Pineal calcificada, paredes del tercer ventrículo y septum pellucidum (24).
- 4.- Glándula pineal, paredes del tercer ventrículo, septum pellucidum, fisura interhemisférica (7).
- 5.- Cuerpo pineal. Leksell (33), McRae, 1965 (36).
- 6.- Epísis calcificada, paredes del tercer ventrículo, fisura interhemisférica, hoz del cerebro, septum pellucidum. Schiefer, Kazner y Bruckner (36).
- 7.- Cuerpo pineal en adultos, y en niños: paredes del tercer ventrículo, parte posterior del septum pellucidum y mayor o menor parte de la porción inferior de la fisura interhemisférica. Jeppson (33, 36).

Un caso reportado por W. Firnhaber (36) y M. Djawdan en Göttingen, demostró que la pineal estaba claramente desplazada hacia un lado, a pesar de existir un eco de línea media en su sitio.

- 8.- Septum pellucidum. Gordon (33).
- 9.- Septum pellucidum y paredes del tercer ventrículo. Lithander, 1961; Ter Braak, 1961; Ford, Firnhaber (36), Gordon, 1959 (33).
- 10.- Porción posterior del tercer ventrículo (7).
- 11.- Tercer ventrículo. Tanaka y Wagai, 1964 (36).
- 12.- Fisura cerebral longitudinal. De Vlieger y col., Newell (33).

C) ANALISIS

El reconocimiento del eco de línea media lógicamente no puede depender sólo de su posición en la línea media sagital sino que también depende de otras características. Generalmente es la señal más fuerte que se origina en la porción central del trazo (7). Cuando el trazo es normal o hay sólo un ligero desplazamiento de las estructuras de la línea media, puede tener una muesca o verse doble.

El eco de línea media puede a menudo ser reconocido por la distribución simétrica de otros ecos alrededor o a los lados de él. Una pulsación generalmente se nota en el eco de línea media en forma coincidente. Sin embargo, éste no es un signo confiable ya que otros ecos con pulsación pueden ser vistos (44).

Cuando la sonda es rotada ligeramente, por lo general aparece como la señal más dominante y persistente.

Otro factor importante en el reconocimiento del eco-M es su relación con la señal de control de transmisión. Esta señal es una medida ultrasónica del diámetro de la cabeza entre los dos puntos de los cuales se hicieron los ecos izquierdo y derecho. El diámetro es igual a la distancia de la sonda al plano medio sagital y de regreso, pero es necesario que no haya asimetría de la cabeza. Así es que a éste representa una predicción teórica de la localización del eco de línea media. Si las estructuras mediales no están desplazadas, los ecos de línea media de ambos lados de la cabeza y la señal de transmisión deberán estar a la misma altura en el osciloscopio (7). Esta señal de transmisión es el llamado eco por transparencia de que hablamos anteriormente.

Como un criterio final, para un examen adecuado, el eco (de regreso), debe equidistar del transductor, asegurando lo más posible que las dos ondas sonoras fueron coincidentes (7)

La determinación del eco-M es de valor en todos los pacientes

traumatizados, especialmente en aquellos sin una glándula pineal calcificada, y en los cuales se sospecha que tengan alguna colección sanguínea intracraneal (7).

El signo de desplazamiento del eco de línea media nos capacita a escoger el lado en que debe practicarse un estudio angiográfico, aún en ausencia de signos clínicos, como suele suceder a menudo.

La demostración de una desviación del eco-M puede ser suficiente para hacer la diferencia entre hematoma y edema cerebral postcontusional en la mayoría de los casos, si el tiempo, extensión y velocidad de desarrollo del hematoma se toman en cuenta, aunque este hallazgo ecoencefalográfico es sólo un signo indirecto de lesión que está ocupando espacio dentro del cráneo y si debe o no ser evacuada (36)

Con respecto al eco de línea media hay dos últimos aspectos importantes que deben señalarse; en primer lugar, en el caso de los hematomas subdurales agudos, la desviación se desarrolla tan rápidamente como en los hematomas epidurales, por lo que la mayoría de las veces no puede hacerse un diagnóstico diferencial del tipo de hemorragia por medio de la ecoencefalografía.

El segundo aspecto es que la amplitud del eco de línea media disminuye al haber hipertensión intracraneana y aumenta en casos de dilatación del sistema ventricular.

D) ESTADISTICAS

De todos los autores consultados para el presente trabajo, se obtuvieron datos estadísticos, que nos parecieron interesantes por lo que se tabularon de acuerdo a desviaciones del eco-M, haciendo ver el o/o de error de cada uno de los autores.

(VER CUADRO EN LA SIGUIENTE PAGINA)

Autor	Año	No. de casos	Eco-M corr.	desv. error	Eco-M corr.	nl. error	No. Evaluación Ecoencefal.	Total error o/o
1 De Vlieger Ridder	1959	47	21	--	24	2	--	4
2. Jefferson	1959	50	14	3	28	5	--	16
3. Jeppsson	1960	262	91	1	168	2	--	1
4. Lithander	1960	150	57	--	93	---	--	--
5. Jeppsson	1961	432	189	2	231	10	--	2.8
6. Lithander	1961	373	121	7	227	9	9	6.7
7. Taylor, Newell Karvaunis	1961	278	86	1	162	17	12	11
8. Jefferson	1962	229	60	27	146	13	3	10
9 Ford, Ambrose	1963	867	297	24	517	29	--	6.2
10. Schiefer Kazner Brückner	1963	520	126	1	391	---	2	1
11. Friedman Thien	1964	67	62	--	---	5	--	7.5
12. Barnows, Dyck Kurze	1965	159	42	1	108	8	--	5
13. Brinker, King Taveras	1965	287	51	7	228	1	--	2.8
14. Kessler	1965	103	23	3	75	2	--	4.8
15. Lapayowsker Christen	1965	358	44	7	302	5	--	3.4
16. Jefferson, Hill	1966	100	92	--	---	5	3	8
17. Schiefer Kazner	1966	1603	382	6	1199	1	15	1.4
18. White	1966	310	11	4	268	--	27	10
19. Fischer, Revol Munier, et. al	1967	1000	244	4	741	8	3	1.5

De las series analizadas, nos llaman la atención dos: la número 17 y la 19 por el número alto de casos analizados y en los que por consiguiente se disminuye el error en forma considerable.

VII ECOENCEFALOGRAMA ANORMAL

A) BASES MORFOLOGICAS

El ecoencefalograma identifica superficies reflectoras de sonidos dentro del cráneo y las desviaciones de estas estructuras de los límites considerados como normales (36). Estos desplazamientos pueden ser producidos por un **aumento de volumen**; es decir, la aparición de un tumor, una hemorragia, etc. por un aumento en el volumen cerebral consecutivo a edema cerebral, o bien a una **disminución de volumen**; o sea, lesiones **atróficas** que conducen a una pérdida de tejidos y por consiguiente alteraciones en las superficies reflectoras.

Las lesiones que ocupan espacio afectan el ecograma así:

- 1.- desplazamiento de la línea media
- 2.- desarrollo de nuevas interfases en los límites del tumor.
- 3.- desarrollo de reflexiones dentro del tejido tumoral.
- 4.- hidrocefalia obstructiva (tercer ventrículo, cuernos temporales)

Las lesiones atróficas que afectan el ecoencefalograma son:

- 1.- sistema ventricular aberrante.
- 2.- hidrocefalia simétrica o asimétrica.
- 3.- hidrocefalia externa.

Como regla general, en el caso de desplazamientos debidos a lesiones que ocupan espacio, debemos considerar primero que difieren de lesiones en cavidades corporales esencialmente elásticas como tórax y abdomen. Esto se debe a la pared rígida del espacio intracraneano descrita en la literatura inglesa como "water-tight box".

Es por esa razón que un tumor desplaza los otros elementos dentro del cráneo, reduciendo el volumen de líquido cefaloraquídeo o sangre, atrofiando el cerebro mismo o aún herniándolo fuera del cráneo a través del foramen magnum.

Durante el desarrollo de una lesión como las que estamos contemplando, los ventrículos adyacentes son los primeros en desplazarse y estrecharse, o más específicamente los espacios de reserva del surco aracnoideo y las cisternas se llenan con tejido cerebral, con la consiguiente producción de "hernias cerebrales".

La pared externa del espacio intracraneano es rígida en adultos pero elástica en niños; es por esta razón que la hidrocefalia que aparece en los primeros años de vida es seguida de un agrandamiento de la cabeza también. El efecto contrario sucede en personas adultas por la atrofia cerebral inicial (la primera pérdida de peso aparece a los primeros 25 años de edad), de tal manera que el volumen de los "espacios de reserva" mencionados anteriormente es mayor que en una persona de 20 años.

Por las razones arriba enumeradas, se comprende el por qué se necesita más tiempo antes de que aparezcan signos generales de aumento de la presión intracraneana ya que un nuevo volumen puede ser asimilado por los espacios del líquido cefalorraquídeo después de que el mismo líquido ha sido forzado a salir. Esto es verdad para las áreas frontal y en parte para la temporoparietal, pero no para la fronto basal o temporobasal y el lóbulo occipital, ya que la atrofia raramente comienza ahí. Finalmente la colocación dentro del cráneo, es decir, la separación de los dos hemisferios, por la hoz del cerebro, que sólo puede ser moderadamente desplazada a su borde más profundo, es importante.

La hoz del cerebro es más fácilmente desplazada en la región frontal que en la parietal por ejemplo, por las distancias que guardan en relación al cuerpo calloso.

B) ASPECTOS GENERALES DE TRAUMATISMOS DE CRANEO Y HEMATOMAS.

Esta parte del trabajo tiene vital importancia en el desarrollo del mismo, ya que presenta generalidades sobre los traumatismos craneanos, así como modificaciones del ecoencefalograma en los diferentes tipos de hematomas.

El interés del ecoencefalograma se centra en los pacientes de emergencia y en aquellos con traumatismos recientes, admitidos en los servicios de Neurocirugía, en los cuales debe decidirse la conducta a seguir en forma inmediata.

En casos dudosos y especialmente en niños, adquiere una gran importancia, ya que sucede muchas veces que la sintomatología no es clara. En cambio con este examen podemos tener una seguridad más a favor o en contra de que exista una colección sanguínea dentro del cráneo: es fácil de practicar, requiere una mínima colaboración del paciente, lleva alrededor de 5 a 20 minutos y la seguridad y veracidad de sus resultados han sido confirmados por docenas de investigadores (15), por lo que hoy día todo traumatismo craneano debería ser

examinado con ecoencefalografía.

La utilidad del examen no se limita únicamente al ingreso del paciente al hospital sino para seguir los cambios en la evolución, sobretodo si el paciente empeora, y en el dado caso de que los familiares o el paciente mismo rehusaran una intervención quirúrgica, aún puede seguirse el caso con estudios ecoencefalográficos seriados.

El reconocimiento temprano de hemorragias intracraneales principalmente de hematomas intracerebrales, que acompañan a los traumatismos craneanos es cuestión de vida o muerte para el paciente.

Para tomar un ecoencefalograma es importante el factor tiempo: es decir, el momento en que debe practicarse para poder detectar desviaciones del eco de línea media, pero también es de hacer notar que la evaluación y el diagnóstico diferencial de un ecoencefalograma sin conocer la historia del paciente sería extremadamente difícil por lo que una vez más se insiste que una historia clínica tomada al ingreso del paciente al hospital, suministrada por él mismo o por los familiares nunca deja su lugar a ningún examen o procedimiento por perfectos que éstos sean.

Los hematomas epidurales que se desarrollan en forma aguda pueden colocarse frontal, parietal o parietooccipitalmente dependiendo de la línea de fractura y de la ruptura de una rama de la arteria meníngea media. Los desplazamientos varían en forma proporcional. En contraposición el hematoma subdural agudo, especialmente el crónico y encapsulado, debido a una laceración traumática de una arteria cortical tiene predilección a localizarse sobre la unión de los lóbulos temporal, frontal y parietal.

Usando la ecoencefalografía es posible diagnosticar hematomas epidurales en un período de tiempo en el cual aún no están presentes signos de localización neurológica.

Los hematomas intracerebrales traumáticos se asocian a edema perifocal, para producir una lesión que ocupa espacio reconocido por una desviación de línea media y ocasionalmente por ecos adicionales de la superficie externa del mismo hematoma, como veremos más adelante al hablar de ecos anormales.

En un buen número de hematomas puede existir un desplazamiento tardío del eco de línea media (Eco-M), que puede deberse a dos factores: en primer lugar, a que el hematoma se desarrolla muy lentamente, y en segundo lugar puede deberse al edema asociado, el cual puede desviar las estructuras intracraneanas de la línea media. Después que el hematoma ha sido evacuado, el eco-M regresa a lo

normal después de algunos días, sin pasar de 15 a 20 días (36).

Sin embargo, hay casos en los cuales, se hace necesario un estudio de contraste para llegar a un diagnóstico correcto en pacientes que han sufrido un traumatismo de cráneo. E. Kazner (36, pp. 106-107) y otros autores (51), tomando en cuenta la historia, los hallazgos clínicos y ecoencefalográficos, mencionan las indicaciones de un arteriograma carotídeo, basados en grandes series de pacientes evaluados:

- 1.- si existe una desviación del eco-M de 2 a 6 mm. y un eco de hematoma (Eco-H), diferente, no puede obtenerse;
- 2.- si la desviación del eco-M es de 6.5 a 8 mm., típico de hematomas, pero no hay eco de hematoma ni puede localizarse clínicamente el lado de la hemorragia y
- 3.- si clínicamente se sospecha que haya hematoma a pesar de hallazgos ecoencefalográficos normales.

La arteriografía carotídea puede evitarse generalmente, en casos agudos, si la desviación del eco-M excede de 8 mm., típico de hematoma, aún si no hay eco-H, ya que todas las colecciones de sangre que causan tal desplazamiento pueden ser evacuadas con una craneotomía temporoparietal.

Las contraindicaciones de la arteriografía carotídea según el mismo autor son:

- 1.- si un hematoma ha sido localizado exactamente por medio del ultrasonido (a pesar de no registrarse eco-H), pero la hemorragia puede localizarse en base a los hallazgos clínicos y rayos X de cráneo, y además ya existen signos de herniación tentorial, Y EL PACIENTE HAYA PERDIDO LA CONCIENCIA.

- 2.- Si hay una desviación de línea media típica de hematoma.

Un factor limitante, y que deben comprenderlo los médicos en general y los especialistas, es que sólo un médico familiarizado con este procedimiento puede proceder de acuerdo con estos principios. En casos de duda, la alternativa es siempre la arteriografía carotídea.

Naturalmente, que la arteriografía carotídea tiene siempre sus peligros como señalara Kunze en 1967 (36, pp.160), entre los más frecuentemente encontrados están la hemiparesia, hemianopsia y afasia temporales o permanentes, y en el EEG (Electroencefalograma), se nota disminución de las ondas alfa y aparición de ondas delta.

En los casos estudiados de arteriografía carotídea y que sirvieron de base para este trabajo, ninguno presentó reacción al medio de contraste (Hypaque 50o/o) o problemas durante el procedimiento.

C) ECO DE HEMATOMA

Además de las interfases normales, puede existir una interfase productora de eco, entre el cerebro y un hematoma subdural o tumor (24).

Este eco está dado por la pared proximal, según Schiefer, Kazner y Brückner, y por la pared distal del hematoma a la sonda emisora de ultrasonido según Barrows, Dick y Kunze (36).

A pesar de que la diferencia en la propagación de sonido a través del cerebro y la sangre es muy pequeña, puede producirse un eco, al reflejarse el ultrasonido en la interfase entre esos dos medios.

Hay diferencias marcadas entre el eco de hematoma intracerebral y el del extracerebral. El reconocimiento de los ecos de hematoma es más simple con acumulaciones de sangre extracerebral por la reflexión extra, sencilla, que precede al complejo del eco final, aunque existen otras fuentes que determinarán el tal eco extra en el ecoencefalograma. Sin embargo, ciertos signos diagnósticos algunas veces hacen más fácil el reconocimiento de eco del hematoma. Por el contrario, el diagnóstico e interpretación del eco de hematoma intracerebral es mucho más difícil, a pesar de que muchas de estas lesiones producen ecos especiales.

Los autores japoneses, así como De Vlieger (36), describen los ecos de hematoma como irregularmente agrupados.

El valor diagnóstico del eco de hematoma (Eco-H) en colecciones extracerebrales es puesto en duda por varios autores como Jeppson y Lithander (36) quienes argumentan que similares reflexiones, se encuentran en sujetos sanos. Ellos creen que el origen de estos ecos son los girus o circunvoluciones y las impresiones digitales. En la misma referencia, de Vlieger opina que incluso la cisura de Silvio puede producir un eco extra.

Los siguientes factores son importantes en el reconocimiento de los ecos de hematoma, haciendo a veces difícil el diagnóstico:

- 1.- La presencia de reflexiones extra que preceden al complejo de eco final en el sujeto normal (más frecuente en área laterofrontal). Sin embargo, los siguientes hechos ayudan al diagnóstico:

- a) la presencia de desviación del eco-M que puede correlacionarse con el lado del eco extra.
 - b) la amplitud del eco final es MAS BAJA del lado del hematoma que en el sano, ya que parte de la energía ultrasónica se ha reflejado de la superficie del hematoma,
 - c) la superficie de un hematoma extracerebral es mucho mayor que la de una cisura, un girus o una impresión digital. Es por esta razón que un eco-H puede encontrarse sobre un área mayor.
- 2.- El factor tiempo debe tomarse en cuenta para tomar el ecoencefalograma.
 - 3.- la localización del hematoma es también de gran importancia. Las regiones más difíciles de detectar son la frontal y la occipital. Este problema se soluciona en parte con sondas que contienen cristales diagonalmente colocados o bien con el sistema de cristales transmisor y receptor separados.
 - 4.- La experiencia del investigador debe tenerse muy en cuenta. Según distintos autores la frecuencia con que se ha diagnosticado eco de hematoma varía desde un 65 - 68 o/o hasta 90 - 95 o/o. Pag. 90, Ref. 36.

Los autores japoneses (36) mencionan el diagnóstico de traumatismos craneanos con ecoencefalografía, basados en 3 puntos importantes:

- 1.- desviación del eco del tercer ventrículo (Eco-M),
- 2.- detección de Eco-H, y
- 3.- aumento de la atenuación ultrasónica (ver I.T.).

Es importante hacer notar que la desviación del eco del tercer ventrículo depende de la localización del hematoma y si éste cubre o no la cisura de Silvio. Esta desviación es más marcada en hematomas intracerebrales.

Los hematomas epidurales tienen una reflexión adicional marcada. En cambio, los hematomas subdurales agudos tienen una reflexión pequeña o a veces ésta está ausente.

En casos de hematoma subdural agudo se notan cambios marcados en el eco de tercer ventrículo. Probablemente estos casos se asocian a un hematoma epidural y/o edema cerebral.

Cuando se observa en el ecoencefalograma, un eco de hematoma asociado o no a un **eco-M desviado**, debe pensarse en un hematoma intracerebral. Hay dos clases de eco-H vistas en la pantalla osciloscópica: en el caso de colecciones epidurales y subdurales, se registra un eco agudo, único; en cambio en los intracerebrales se registra un eco característico, continuo y agudo.

En todo examen realizado en un paciente que haya sufrido un traumatismo de cráneo, debe tratarse de obtener reflexiones de la superficie del hematoma posible, aplicando la sonda directamente por arriba de la oreja.

Tales reflexiones o eco, preceden al eco final. Inclinando la sonda sin perder contacto con el cuero cabelludo, una gran área del hemisferio opuesto es "barrida" por el haz de ultrasonido. Esta técnica es capaz de detectar hematomas epidurales en áreas relativamente grandes por medio del eco-H. La excepción a esto la constituyen los hematomas frontales, occipitales y en menor grado las hemorragias temporobasales que no son perpendiculares al haz de ultrasonido (37).

De la dirección en la cual la reflexión del hematoma se produce, y tiene su amplitud máxima, es posible determinar la posición exacta y el centro de la hemorragia. El grueso del hematoma puede estimarse, midiendo la distancia del eco-H al eco final.

D) ECO DE TUMOR (ECO-T)

El ultrasonido ha sido ampliamente utilizado por varios autores para la detección de tumores tanto del plano sagital como de la base del cráneo.

Se ha llegado a hablar de un eco-tumor formado por múltiples deflecciones de ultrasonido originado de interfases creadas por variaciones en la densidad del tejido dentro de una masa intracraneana que pueda tener cavitaciones, necrosis, hemorragias o calcificaciones (Dick y col. -36-), dependiendo de la impedancia acústica (I.T.) de las interfases y que puedan reflejar mayor o menor sonido.

Los autores japoneses han llegado más allá (36), tratando de especificar el tipo de tumor, por su reflejo ultrasónico.

Se han utilizado frecuencias hasta de 15 megaciclos con un cristal de titanato de bario o sulfato de litio, y aparentemente los tumores tienen una impedancia acústica diferente y dependiendo de esto podría deducirse el tipo de tumor con el ultrasonido (30).

Los tejidos biológicos tienen propiedades elásticas. El sonido atraviesa los tejidos de consistencia dura a una mayor velocidad. En un órgano que es homogéneo y que tiene densidad de masa, el sonido se propagará más lentamente en el tejido relativamente fácil de ser comprimido que en el tejido tumoral duro del mismo origen.

Resumiendo podemos decir que mientras más marcada es la diferencia en compresibilidad entre tejidos malignos y benignos, entre un tejido sano y uno atrofiado, **mayor será el eco de la interfase.**

De las características ecoencefalográficas de los tumores pueden esquematizarse los datos que nos hacen diagnóstico de lesiones tumorales dentro del cerebro, de la siguiente forma:

- 1.- desviación del eco de línea media, que será variable dependiendo del tamaño y de la localización del tumor,
- 2.- detección del eco de tumor intracraneano (Eco-T), y
- 3.- aumento o disminución de la atenuación ultrasónica (I.T.).

La probable diferenciación de los tumores se hace por las variaciones en la impedancia, la velocidad del sonido, la densidad, la atenuación y el índice de reflexión (I.T.) Los autores alemanes no están de acuerdo y muestran cierto escepticismo al respecto.

E) OTROS ECOS

Además de los ecos analizados con anterioridad, pueden aparecer otros que en ocasiones pueden tener un valor definido, pero a veces sólo sirven para confundir al que interpreta un ecograma.

Los ecos que no corresponden a línea media no se les da un valor exacto, pero sí alertan por anomalías presentes (36, 44).

Cuando se aumenta la sensibilidad de los aparatos, entonces pueden aparecer ecos adicionales como los de la interfase ventrículo lateral-cerebro, etc. Cada uno de éstos es capaz de reflejar ultrasonido si están en ángulo recto con la sonda emisora, cuando ésta se aplica a uno de los lados de la cabeza (24).

Los ecos intermedios (54), pueden originarse de las paredes de los cuernos frontales y temporales de los ventrículos laterales, ó del fondo de la cisura de Silvio; estas reflexiones hacen más difícil la interpretación del ecoencefalograma. Son menos evidentes y marcados que el Eco-M y pueden desaparecer calibrando correctamente el aparato. En el caso de ecos laterales, anchos, puede sospecharse el

diagnóstico de hidrocefalia, que se confirmaría siempre con pneumoencefalografía.

Las lesiones que ocupan espacio dentro del cráneo pueden afectar el sistema ventricular y de esta manera dar ecos de las diferentes partes de dicho sistema (36), los cuales constituyen una razón más para ayudar en el diagnóstico de un hematoma o un tumor, cuando se han registrado ecos H o T en el osciloscopio.

Pero pueden existir otras condiciones patológicas intracraneanas que pueden producir ecos adicionales, como por ejemplo tumores cerebrales que contienen calcio, o quistes (36).

La ecoencefalografía clínica y experimentalmente ha demostrado que el **eco final**, puede ser bastante variable, observándose desde 1 a 5 reflexiones o espigas en el trazo. Esto puede también causar problemas, como mencionáramos anteriormente, cuando se analizan los complejos de eco final de hematomas extracerebrales, planos y especialmente en el caso de hematomas epidurales, la duramadre produce una *reflexión* que precede el eco final.

VIII MATERIAL Y METODO

A) ARTERIOGRAFIA CAROTIDEA

Se revisaron los archivos de las secciones de Emergencia, Neurocirugía y Rayos X del Hospital General San Juan de Dios durante el año 1968, encontrándose las papeletas de 40 casos, en los cuales se realizaron un total de 50 estudios arteriográficos.

Los casos estudiados fueron tabulados en forma adecuada y de ahí se analizaron los resultados que servirían de comparación con el método de ultrasonido.

Los pacientes se escogieron de acuerdo a un antecedente traumático y que hubieran sido llevados al servicio de emergencia por unidades asistenciales (bomberos, Cruz Roja, etc.) en estado de *inconciencia* o bien que la hubieran perdido en el momento del golpe y llegaran con cuadros de desorientación u otros signos neurológicos. En la serie también se incluyeron pacientes que estaban internados en el hospital y que en su historia tuvieron un antecedente *traumático* pero no era éste el motivo de su *hospitalización*: en un momento dado fue llamada la sección de Neurocirugía para evaluarlos y se indicó un estudio de *contraste*.

La tabulación que se hizo comprendía el nombre del paciente, su edad, sexo, número de historia clínica, los datos principales de la historia y la impresión clínica, la conclusión radiológica, el resultado quirúrgico si hubo operación o la devolución del caso si se decidió dar tratamiento médico, y lo más importante, la cronología del paciente desde que ingresó al hospital hasta que se le dió alta o bien falleció, con los datos siguientes:

- 1.- fecha del traumatismo o empeoramiento,
- 2.- fecha de ingreso
- 3.- fecha en que se realizó el arteriograma,
- 4.- fecha en que repitió el examen cuando las condiciones del caso lo ameritaron,
- 5.- fecha de egreso; y
- 6.- tabulación final, *analizando* el tiempo transcurrido desde el traumatismo o empeoramiento hasta el día en que se practicó el estudio arteriográfico, obteniendo porcentajes de los días que transcurrieron en detrimento de la vida del paciente

RESULTADOS DEL ESTUDIO ARTERIOGRAFICO:

- 1.- Un 20o/o de los exámenes hubo necesidad de repetirlos (10 casos) con intervalos desde 1 día a 1 mes, divididos así:

1 día	1 caso
2 días	1 caso
3 días	2 casos
5 días	1 caso
7 días	1 caso
9 días	1 caso
21 días	1 caso
22 días	1 caso
31 días	1 caso

De éstos 10 casos, el 50 o/o fueron normales, y sólo en el otro 50 o/o (5 casos) parece haberse justificado repetir el examen.

- 2.- El tiempo transcurrido desde el traumatismo hasta el día en que se realizó el arteriograma *fue* variable, desde menos de 24 horas hasta poco más de un mes.

0 días	15 estudios
1 día	8 estudios
2 días	2 estudios
3 días	5 estudios
4 días	4 estudios
5 días	1 estudio
6 días	1 estudio
7 días	2 estudios
8 días	3 estudios
11-20 días	4 estudios
21-30 días	3 estudios
más de 30 días	1 caso
No especific.	1 estudio

Puede notarse que el 60o/o de los casos se realizó dentro de las primeras 72 horas, el 50o/o en las primeras 48 horas y sólo el 23o/o de los casos cae dentro de las primeras 24 horas.

Por otra parte se obtuvieron cifras al respecto del resultado de los exámenes realizados en estos primeros 3 días, así:

24 horas: 1 insatisfactorio, 11 anormales y 3 normales
 48 horas: 0 insatisfactorio, 6 anormales y 2 normales
 72 horas: 1 insatisfactorio, 0 anormales y 1 normal.

- 3.- En relación a confirmar la impresión clínica de cada caso, los resultados fueron los siguientes:

a) positivos	26 estudios	52 o/o
b) dudosos	7 estudios	14o/o
c) normales	17 estudios	34o/o

- 4.- De los 50 arteriogramas analizados, en el 80o/o de los casos (40 estudios) se practicaron para descartar o confirmar el diagnóstico de lesión que ocupaba espacio dentro del cráneo, y el resto por problemas de tipo vascular pero siempre con el antecedente de un traumatismo.
- 5.- De los 40 pacientes, fueron intervenidos 19 (47.50 o/o), de los cuales fallecieron 7 (36.84 o/o) y fueron dados de alta en buenas condiciones 12 (63.16 o/o del total).
- 6.- De los pacientes operados, se confirmó el diagnóstico radiológico en un 100 o/o (3 casos negativos tanto desde el punto de vista radiológico como quirúrgico pero que fueron intervenidos por el estado general del paciente o por duda).

- 7.- De la serie total fallecieron 13 (32.50 o/o), 7 después de intervención quirúrgica y 6 después de tratamiento médico.
- 8.- De los pacientes que fallecieron, en 4 de ellos se diagnosticó bronconeumonía (30.77o/o) como causa de la muerte, y en el resto se atribuyó al estado general malo de los casos y a las condiciones mismas del paciente por el traumatismo craneano.

B) EXPERIENCIAS ECOENCEFALOGRAFICAS.

A partir del mes de Agosto de 1969 hasta la fecha se iniciaron las primeras experiencias con este método paraclínico, habiendo practicado un número de exámenes que asciende a 75, tanto en pacientes de clientela privada, como en los que se encuentran hospitalizados.

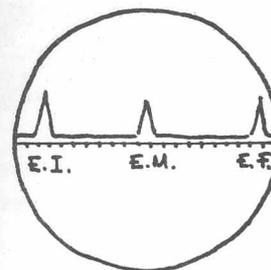
El examen a veces ha sido fácil y sencillo, de interpretación rápida, pero en otros ha sido necesario pasar largo rato con el paciente o repetirlo en otra oportunidad para poder obtener un trazo satisfactorio.

Ninguno de los pacientes estudiados ha manifestado ninguna alteración durante el procedimiento.

A continuación se muestran algunos esquemas de qué es lo que buscó al efectuar el examen y casos clínicos que enseñan gráficamente los resultados, pudiendo compararse unos con otros.

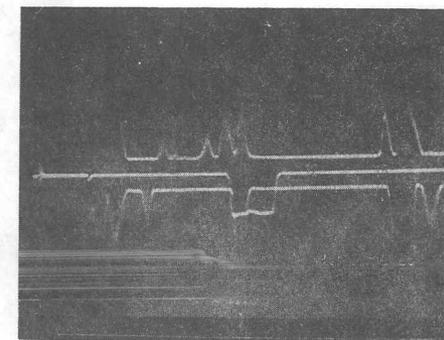
Los casos analizados son:

- 1.- Ecoencefalograma normal.
- 2.- Hematoma subdural.
- 3.- Tumor intracraneano.
- 4.- Bloqueo de fosa posterior e hidrocefalia.



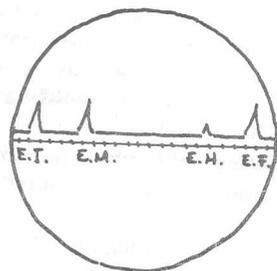
- 1.- Esquema de un ecoencefalograma normal, en el cual se ven el eco inicial, el eco medio y el eco contralateral.

- 2.- Ecoencefalograma normal. En la línea superior eco con sonda del lado izquierdo, muestra ecos iniciales, eco medio y el eco contralateral. Pueden verse algunos ecos accesorios. En la línea de abajo el eco con la sonda colocada del lado derecho con su eco inicial, eco medio y contralateral. La línea del centro muestra el eco por transparencia que permite localizar exactamente la línea media del cráneo.

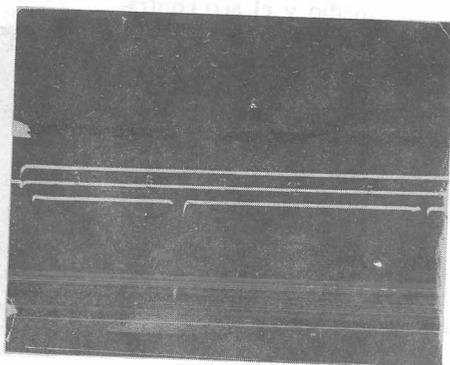




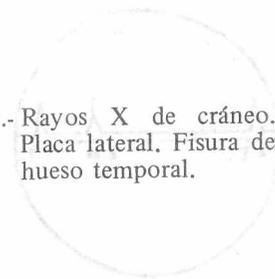
1.- Esquema de un ecocéfalo en caso de un hematoma subdural: se ve el eco inicial, el eco contralateral y el eco mediano que está desplazado hacia el lado opuesto del hematoma.
El eco-H corresponde al eco dado por las paredes del hematoma.



2.- Eco del lado derecho muestra desviación del eco medio hacia la derecha, por la presencia de un hematoma subdural.



3.- Rayos X de cráneo. Placa lateral, Fisura de hueso temporal.

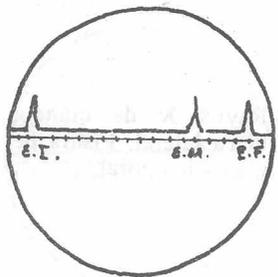


4.- Arteriograma carotídeo: vasos corticales distantes de la tabla interna por presencia de hematoma subdural.

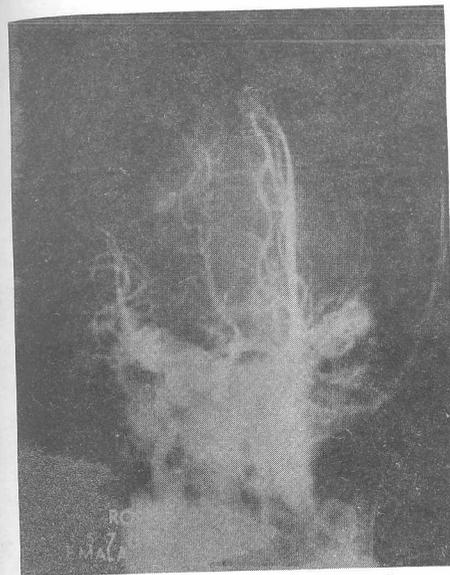
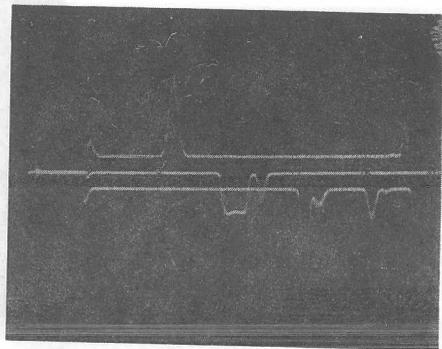




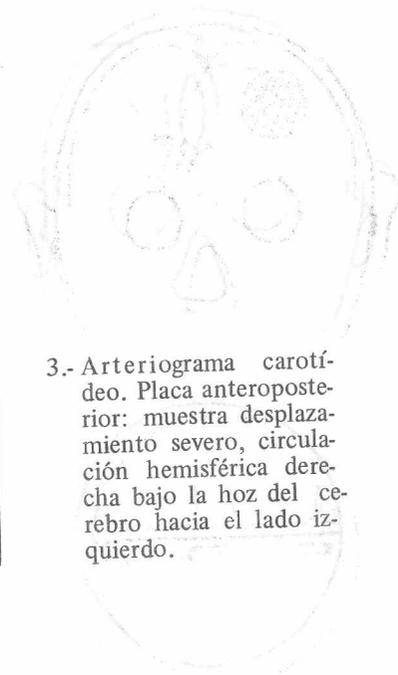
1.- Esquema de un tumor cerebral frontoparietal derecho, que desplaza severamente el eco mediano hacia el lado izquierdo.



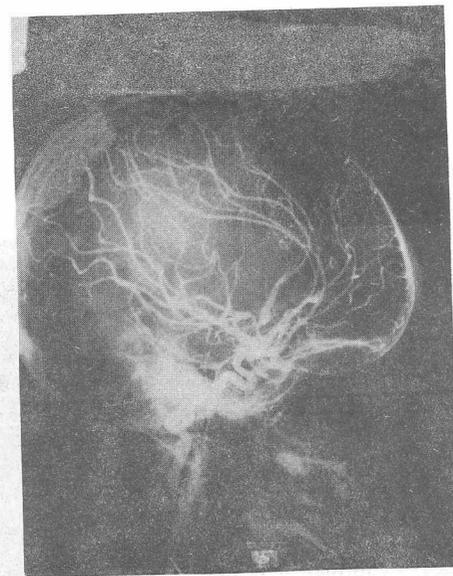
2.- Ecoencefalograma: en la línea superior el eco con la sonda de lado izquierdo muestra el eco mediano desviado hacia la izquierda; la del lado derecho o sea el trazo inferior, muestra el eco-M desviado también a la izquierda.

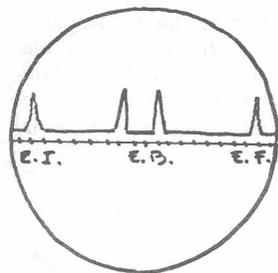


3.- Arteriograma carotídeo. Placa anteroposterior: muestra desplazamiento severo, circulación hemisférica derecha bajo la hoz del cerebro hacia el lado izquierdo.



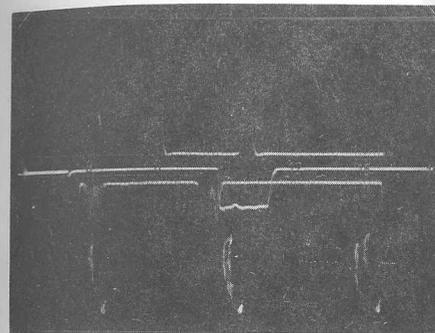
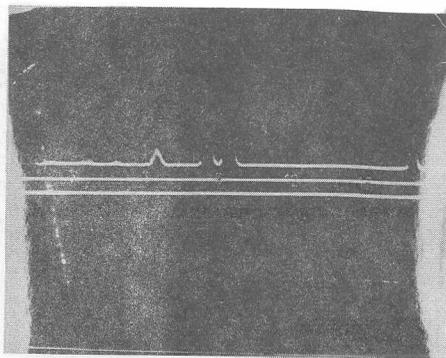
4.- Placa lateral: hidrocefalia.



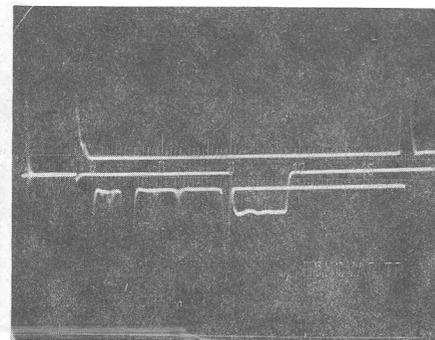


1.- Esquema que muestra la forma del eco-M, bigeminado, en casos de hidrocefalia.

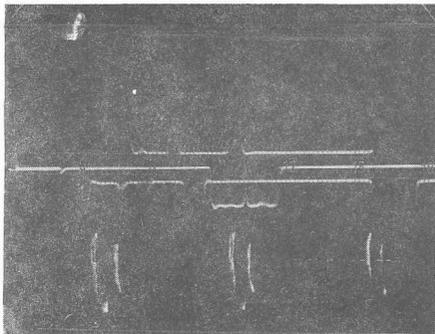
2.- Ecoencefalograma: eco bigeminado en un caso de hidrocefalia por tumor de fosa posterior.



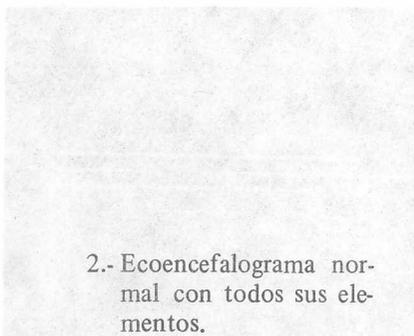
1.- Eco de hematoma: se nota desplazamiento del eco mediano hacia el lado derecho.



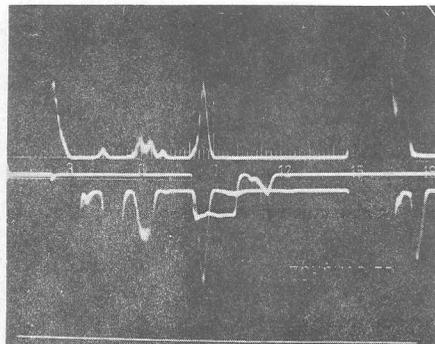
2.- Eco de tumor cerebeloso: eco-M sin desplazamientos.



1.- Eco de hematoma: desplazamiento hacia el lado derecho.



2.- Ecoencefalograma normal con todos sus elementos.



IX RESULTADOS

Se efectuaron 50 ecoencefalogramas en pacientes de diferentes edades.

En 24 de ellos (48o/o) existía el antecedente de traumatismo craneano y el resto presentaba cuadros diferentes, aunque siempre dentro del campo neurológico. Se incluyen en la serie varios ecos realizados a manera de ensayo.

Se detallan a continuación los casos que sirvieron de base para nuestro estudio:

A) Ecoencefalogramas de ensayo:

- 1.- A.L.F.N., sexo femenino de 18 años de edad. Eco normal.
- 2.- P.S., sexo femenino de 40 años de edad. Eco normal.
- 3.- R.G.S., sexo masculino de 26 años de edad. Eco normal.
- 4.- E.C.h., sexo masculino de 45 años de edad. Eco normal.
- 5.- R.L., sexo masculino de 15 años de edad. Eco normal.
- 6.- R.C.P., sexo masculino de 25 años de edad. Eco normal.
- 7.- A.G.S.H., de 25 años de edad, sexo masculino. Eco normal.
- 8.- Recién nacido prematuro, de 35 días de edad, producto de parto distócico gemelar, nacido por cesárea segmentaria transperitoneal y que pesó 3 lbs. 12 1/2 oz. Eco insatisfactorio.
- 9.- Recién nacido prematuro, de 5 días de edad, producto de parto eutócico simple, que pesó 3 libras 10 oz. Eco insatisfactorio.

B) Ecoencefalogramas en traumatismos de cráneo:

- 1.- A.L.V., sexo femenino, de 4 años de edad, sufrió traumatismo craneano. El eco realizado después del examen físico no demostró desviaciones. La paciente fue controlada ambulatoriamente sin complicaciones.
- 2.- G.P. de M., sexo femenino, de 70 años de edad, se le practicó un ecoencefalograma después de un traumatismo craneano, el cual no demostró anomalías.

- 3.- S.K., sexo masculino, de 4 años de edad. Traumatismo craneano. Eco normal.
- 4.- B.M., sexo femenino, de 23 años quien consultó por cefalea fuerte después de haber sufrido un traumatismo craneano. El eco efectuado no demostró desviaciones de la línea media.
- 5.- P.R., sexo femenino, de 15 años de edad, en quien la sintomatología y el examen neurológico hicieron sospechar un hematoma subdural. El ecograma cerebral fue normal y sólo se observó a la paciente. Evolución satisfactoria.
- 6.- J.B. de 32 años de edad, quien después de haber sufrido un traumatismo craneano fue examinado radiológicamente. Las radiografías no demostraron ninguna lesión. Por persistencia de las molestias posttraumáticas se le efectuó un ecoencefalograma el cual demostró una desviación de 2 cms. de la línea media. Después de efectuar un arteriograma carotídeo del lado correspondiente, se evacuó un hematoma subdural.
- 7.- P.H., sexo masculino, de 20 años de edad. Traumatismo craneano. Eco normal.
- 8.- R.D.V., sexo masculino, de 28 años de edad, quien 8 días antes de la consulta había sufrido un traumatismo craneano. Por la sintomatología que presentaba se le efectuó un ecoencefalograma el cual demostró una desviación de 3 cms. de la línea media. El arteriograma carotídeo correspondiente demostró la presencia de una colección subdural. Se intervino quirúrgicamente y se confirmó el diagnóstico.
- 9.- R.C. sexo masculino de 14 años. Traumatismo craneano. Eco normal.
- 10.- L.A.L., sexo masculino, de 3 años de edad. Traumatismo craneano. Eco normal.
- 11.- C. de M. de 50 años de edad quien sufrió un traumatismo craneano. El eco inicial fue normal, pero en vista de que 48 horas después persistían las molestias, se le efectuó un nuevo estudio; esta vez el ecoencefalograma demostró una desviación de 2 cms. Se le hizo su estudio de contraste y se comprobó la presencia de un hematoma subdural. Fue trepanada y evacuado el hematoma.
- 12.- S.I., sexo femenino, de 21 años de edad. Traumatismo craneano. Eco normal.

- 13.- F.E.M., sexo masculino, de 4 años de edad quien sufrió un traumatismo craneano. Un estudio radiográfico simple de cráneo demostró una fractura en el lado derecho. Se le efectuó un ecoencefalograma el cual fue normal. Se le observó y su evolución fue satisfactoria.
- 14.- B.C., sexo masculino, de 22 años de edad que sufrió un traumatismo severo de cráneo produciéndose una contusión grado IV. El eco tomado fue normal.
- 15.- S.C., sexo femenino, de 22 años, que consultó por traumatismo craneano. Las radiografías de cráneo mostraron fractura de region parieto-temporal izquierda. El eco fue normal.
- 16.- M. del C.C., sexo femenino, de 6 años de edad, quien después de traumatismo de cráneo presentó hemiparesia derecha. El eco encefalograma fue normal.
- 17.- C.C., sexo masculino, de 7 años. Traumatismo craneano. Ecoencefalograma normal.
- 18.- A.P., sexo femenino, de 36 años. Traumatismo craneano. Eco normal.
- 19.- T. Ch. de sexo femenino, de 11 años. Traumatismo craneano. Ecoencefalograma normal.
- 20.- D.R., sexo masculino, de 24 años de edad, quien sufrió un traumatismo craneano. El eco fue normal. Dos días después se repitió el examen y se encontró desviación de 1 cm. por lo que se le hizo un arteriograma carotídeo bilateral, el cual no demostró ninguna patología, por lo que se dejó en observación. Posteriormente se repitió el eco y éste se encontró normal.
- 21.- R.U., sexo masculino, de 40 años Traumatismo de cráneo. Eco fue normal.
- 22.- J.M., sexo masculino, de 8 años quien sufrió un traumatismo craneano. El eco demostró desviación de 2 cms. por lo que se hizo un arteriograma del lado correspondiente. En sala de operaciones se confirmó el diagnóstico de hematoma subdural.
- 23.- C.N., sexo masculino de 24 años de edad, quien 8 días antes había sufrido un traumatismo de cráneo. El eco demostró una desviación de 2.5 cms. Se hizo arteriograma, confirmándose el diagnóstico de hematoma subdural en sala de operaciones.

- 24.- P.M.R.C., sexo femenino, de 24 años de edad, quien sufrió traumatismo craneano. El ecoencefalograma demostró desplazamiento de 3 mm. a la derecha, por lo que se decidió dejarla en observación pese a no presentar signos neurológicos de focalización.

Por la poca experiencia con el procedimiento y por el bienestar de los pacientes, no se efectuó trapanación craneana en ninguno de los casos, sin antes haber efectuado un estudio de contraste y demostrado la presencia de colecciones sanguíneas.

C) *Ecoencefalogramas en otras afecciones neurológicas:*

- 1.- C.S., sexo femenino, de 49 años. Cefaleas. Eco normal.
- 2.- C.L.R., sexo femenino, de 22 años. Cefaleas. Eco normal.
- 3.- I.C. de V., sexo femenino, de 22 años. Cefaleas. Eco normal.
- 4.- A.M.Q.Ch., sexo femenino, 28 años. Jaqueca vascular. Ecoencefalograma normal.
- 5.- C.S., sexo masculino, de 22 años, con diagnóstico de epilepsia tipo gran mal y en quien se sospechó un tumor cerebral. El ecoencefalograma fue normal. Se dió tratamiento médico.
- 6.- B.L.G., sexo femenino, de 22 años de edad que padecía de cefaleas y en quien se sospechó un tumor de fosa posterior. El eco demostró dilatación ventricular por una imagen bigeminada. Fue explorada encontrándose cisticercosis cerebral y un cuadro de hidrocefalia secundario. La dilatación ventricular se confirmó con ventriculograma.
- 7.- R. de V., sexo femenino, de 70 años de edad. Accidente cerebro vascular. Eco normal.
- 8.- J.M.F., sexo masculino, de 9 años. Parálisis cerebral. Ecoencefalograma normal.
- 9.- E.A., sexo masculino, de 62 años con diagnóstico de meningitis aguda y hemiplejía izquierda. Eco normal.
- 10.- F.D.M.A., sexo masculino, de 48 años de edad, con afaasia motora. Eco-encefalograma normal.
- 11.- M.M.M., sexo femenino, afaasia motora. Eco normal.

- 12.- R.E., sexo masculino, 43 años de edad, con un cuadro de neuralgia sub-occipital. Eco normal.
- 13.- L. de L., sexo femenino de 23 años de edad con un cuadro de epilepsia tipo gran mal, con movimientos Jacksonianos derechos. Eco y arteriograma carotídeo normale.
- 14.- N.R.L., sexo masculino de 11 años de edad con un E.E.G. con alteración difusa, sugestivo de encefalítis. El Ecoencefalograma fué normal.
- 15.- M. de J.X.C., sexo masculino de 4 años de edad, con un cuadro clínico de hipertensión intracraneana. Radiografías de cráneo mostraron separación marcada de las suturas. Un arteriograma carotídeo derecho demostró franco desplazamiento de las arterias hacia el lado izquierdo. El ecoencefalograma mostró un desplazamiento del eco mediano hacia la izquierda también. Pendiente de intervención quirúrgica.
- 16.- J. del P.S. sexo masculino 45 años de edad con diagnóstico de un tumor cerebeloso. El ecoencefalograma demostró un eco-M bigeminado. Por ese hallazgo se efectuó un ventriculograma, el que confirmó el diagnóstico de hidrocefalia. Se intervino quirúrgicamente encontrándose cisticercosis.
- 17.- N.N. de 28 años de edad de sexo masculino, con síndrome cerebeloso derecho. El ecoencefalograma fué normal.

X **CONCLUSIONES**

- 1.- La ecoencefalografía es un método seguro, rápido, simple e inocuo para el estudio de las lesiones intracraneanas, y constituye una contribución en el diagnóstico de esas lesiones y aún se esperan más usos del mismo.
- 2.- Puede ser usado en pacientes ambulatorios y como parte de un examen neurológico de rutina.
- 3.- Puede repetirse en forma indefinida, convirtiéndose el método en eminentemente práctico para evaluar el curso clínico de cada caso.
- 4.- Cuando el tiempo es **factor importante**, como en los casos de traumatismos craneanos, el método suministra a veces suficiente información para un tratamiento inmediato.

- 5.- Es de gran valor en casos dudosos, con traumatismos craneanos, cuando se sospecha la presencia de colecciones sanguíneas epidurales, subdurales o intracerebrales.
- 6.- El método puede ofrecérsele a pacientes que rehusen estudios de contraste (arteriografía carotídea), pneumoencefalografía, ventriculografía, etc.); el desplazamiento del eco-M ofrece entonces una razón justificada para estudios diagnósticos más elaborados.
- 7.- Los pacientes con molestias subjetivas tales como cefalea o cambios de personalidad pueden ser fácilmente chequeados con ecoencefalografía y si la desviación del eco-M es significativa, hay una fuerte sospecha de lesión orgánica.
- 8.- El examen es fácilmente realizado en niños pequeños, en los cuales, otros métodos diagnósticos incluso el electroencefalograma, requieren la mayoría de las veces, anestesia general.
- 9.- Puede servir de guía para estudios adicionales. Por ejemplo, una desviación a la derecha puede indicar un arteriograma carotídeo izquierdo. Por sospecha de dilatación ventricular se indicará un pneumoencefalograma.
- 10.- Hay dificultad ocasional en obtener un eco de línea media definido.
- 11.- El aparato es compacto y fácilmente transportable, permitiendo el examen en cualquier lugar del hospital: emergencia, en las salas, en sala de operaciones, con menos problemas, que una unidad radiográfica portátil, permitiendo así el examen de pacientes comatosos, o poco colaboradores.
- 12.- El tiempo que se necesita es menor que el requerido para obtener una radiografía simple de cráneo, incluyendo el revelado.
- 13.- Como todas las técnicas de gran precisión y extrema sensibilidad, requiere que la persona que maneja el aparato, tenga conocimientos completos de física ultrasónica, para obtener plena validez de sus resultados.
- 14.- Su utilidad diagnóstica se limita a lesiones que producen desviaciones de la línea media, o en algunos casos dilatación ventricular. En casos de hematoma subdural bilateral, puede no haber desviación a pesar de que la lesión sea grande y

significativa. Con más experiencia puede llegarse a obtener un eco de la interfase cerebro-hematoma y detectarse la presencia de tumores en forma directa por el eco-T.

- 15.- La ecoencefalografía no es medio diagnóstico confiable en la hemorragia intracranéa neonatal. Se ha usado en detectar hidrocefalia.
- 16.- La localización exacta de tumores, pared de hematomas, abscesos, etc., no es posible sólo con el modo-A utilizado.
- 17.- Dado que el método empieza a utilizarse en nuestro medio no es posible todavía sacar conclusiones definitivas del mismo. Sin embargo estamos convencidos de que las conclusiones enumeradas en este trabajo coinciden con nuestro estudio y y creemos que en un futuro cercano podremos ofrecer una estadística satisfactoria. Por el momento nos ha permitido en unos casos que habían sido egresados como simples conmociones cerebrales, diagnosticar la presencia de colecciones sanguíneas subdurales y que tratados rápidamente permitieron devolver la salud a estos pacientes.

XI INDICE TECNICO

Con el objeto de disponer de un sitio en donde se agruparan en orden alfabético, los términos o conceptos más importantes de la tesis, se creo el presente capítulo.

- 1.- AMPERIO: Unidad para medir la cantidad de flujo en una corriente eléctrica. La presión de un voltio fuerza a un amperio a través de una resistencia de un ohmio.
- 2.- AMPLIFICACION: relación entre los niveles sonoros en la salida y entrada de un amplificador. Generalmente se expresa en decibeles.
- 3.- MODO-A: suministra información sobre la profundidad y el tamaño efectivo de la superficie reflectora, utilizado en el presente trabajo.
- 4.- MODO-B: proporciona información de profundidad y posición.
- 5.- ATENUACION: disminución en intensidad de la onda sonora a medida que se propaga en un medio o medios, resultante de la

- energía desviada del haz por difusión o absorción.
- 6.- **BRILLANTEZ:** nivel de luminescencia de una mancha o manchas en el tubo de rayos catódicos.
 - 7.- **DECIBEL:** unidad que representa una relación de potencia eléctrica o de intensidad sonora. Expresa por ejemplo, la relación entre las intensidades de dos sonidos diferentes. En abreviatura dB.
 - 8.- **DEFINICION:** se le llama así a la capacidad de un sistema de separar dos puntos adyacentes en el espacio. En rayos X esto se conoce también como RESOLUCION.
 - 9.- **DIFRACCION:** conjunto de fenómenos que se presentan cuando un movimiento ondulatorio encuentra un obstáculo cuyas dimensiones son del mismo orden que su longitud de onda. La difracción es una nota característica de todo movimiento ondulatorio.
 - 10.- **DISTORSION:** cualquier diferencia entre el sonido producido originalmente y su reproducción. La distorsión se presenta en toda reproducción del sonido, pero en los buenos aparatos se la elimina casi por completo.
 - 11.- **ECO:** sonido que reverbera, que produce resonancia.
 - 12.- **ECO DE LINEA MEDIA:** producido por las estructuras que se encuentran en el plano sagital en el cráneo, cuando se dirige un haz de ultrasonido contra ellas.
 - 13.- **ECO DE HEMATOMA:** producido por las paredes, proximal o distal de un hematoma intracraneano. Asociado a otros signos ecoencefalográficos da el diagnóstico de hematoma.
 - 14.- **ECO DE TUMOR:** serie de reflexiones producidas por la presencia de tejido tumoral dentro del cerebro. Por las características del trazo puede hacerse hasta diagnóstico histológico.
 - 15.- **FENOMENO MAGNETO CONSTRICTIVO:** se refiere al cambio de dimensiones de ciertos materiales en el campo magnético y está sometido a la temperatura, en razón inversa.
 - 16.- **FENOMENO PIEZO-ELECTRICO:** fue descubierto por Curie, y se refiere a la propiedad que tienen algunos cristales como el cuarzo, cuando se someten a un circuito electromagnético o a

- PRESION** de presentar cargas eléctricas opuestas sobre las facetas del cristal, con la consiguiente diferencia de potencial, y ser capaces de dilatación en un sentido y contracción en el otro, de los ejes alternos del cristal.
- 17.- **FILTROS ACUSTICOS:** dispositivos que sirven para eliminar sonidos innecesarios mediante interferencia o atenuación.
 - 18.- **FRECUENCIA:** medida de tono del sonido, o de las vibraciones eléctricas. Se mide en ciclos por segundo.
 - 19.- **IMPEDANCIA:** resistencia de un circuito dado, a una corriente alterna.
 - 20.- **IMPEDANCIA ESPECIFICA:** es el producto de la velocidad del sonido a través de un medio y la densidad de ese medio.
 - 21.- **INTERFASE:** se le llama así al plano o superficie que forman los límites de dos medios adyacentes de impedancias diferentes. Por ejemplo, la formada entre la piel y el hueso del cráneo.
 - 22.- **INTERFERENCIAS:** cuando en un mismo punto del espacio concurren simultáneamente dos o más perturbaciones se produce una interferencia.
 - 23.- **INTENSIDAD DEL SONIDO:** es la propiedad por la cual percibimos un sonido más fuerte o más débil y a mayor o menor distancia del foco sonoro.
 - 24.- **INTERVALO:** el intervalo entre dos sonidos es la relación entre sus frecuencias.
 - 25.- **MATERIAL PIEZOELECTRICO:** es aquél en que la presión modifica la tensión eléctrica.
 - 26.- **MICROSEGUNDO:** millonésimo de segundo.
 - 27.- **ONDA LONGITUDINAL:** la partícula en movimiento sigue la dirección de propagación de la onda ultrasonora en forma gráfica de compresiones y rarefacciones alternadas.
 - 28.- **ONDA TRANSVERSAL:** es una onda ultrasónica en la cual las vibraciones de la partícula son perpendiculares a la dirección de propagación.
 - 29.- **POLARIZACION:** se dice que un movimiento ondulatorio transversal está polarizado en un plano, cuando todas las

partículas vibran en un mismo plano.

- 30.- **POLARIZADOR:** es todo dispositivo que transforma una onda transversal cualquiera en una onda polarizada.
- 31.- **PRINCIPIO DE DOPPLER:** se le llama al aumento aparente en la frecuencia de una onda, lo cual se produce, cuando la fuente se acerca al observador o éste se aproxima a aquella. Por eso, el silbato de una locomotora que se acerca parece más agudo que si se alejara.
- 32.- **REFLEXION:** el porcentaje de energía que es transmitida a través de una interfase, depende de la impedancia de ésta. La energía que no es transmitida se refleja. El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.
- 33.- **REFRACCION:** el cambio de dirección de un haz sonoro a medida que éste progresa de un medio a otro, resultante del cambio de velocidad del segundo medio. La refracción puede ocurrir dentro de un mismo medio, si existen parámetros de refracción dentro de ese medio.
- 34.- **RESOLUCION:** habilidad del sistema en separar señales que se encuentran a diferentes profundidades, o en separar interfases dentro de un objeto.
- 35.- **SENSIBILIDAD:** la capacidad de amplificación del sistema. Una alta sensibilidad indica que el sistema es capaz de amplificar señales muy bajas.
- 36.- **SONDA EMISORA DE ULTRASONIDO (TRANSDUCTOR):** recurso piezoeléctrico usado para convertir energía eléctrica en energía mecánica (transmisor) y viceversa (receptor). Se les llama **SONDAS, UNIDADES DE INVESTIGACION, CRISTALES O CABEZAS.**
- 37.- **SONIDO:** es todo movimiento de tipo elástico que se propaga a través de un medio.
- 38.- **TONO:** cualidad del sonido que depende de su frecuencia.

XII BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adapon, Benjamín D., et. al. Cerebral Ultrasonic Tomography. Radiology, 84 (1): 115 - 121, Jan. 1965.
- 2.- Alonso Marcelo, y Acosta Virgilio. Introducción a la Física. 2a. Ed., Habana, Cuba, Cultural, S.A. 1957. 341 p.
- 3.- Anderson, G.V., and Niswonger, J.W.: Cephalometry with ultrasound. Am. J. Obst. and Gynec. 91: 563, Feb. 1965.
- 4.- Asberg A.G. and Hertz C. H. Ultrasonic pictures of the human heart. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967. p. 322.
- 5.- Baker D. W., Reid J.M. and Simmons V.E. Transcutaneous detection of arterial wall motion using phase lock doppler. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967 p. 325.
- 6.- Baum G. Instrumentation problems in medical ultrasonography. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967. p. 319.
- 7.- Brinker, Ray A., King Donald L. and Taveras Juan. Echo-encephalography. "An extremely useful neurologic screening test". The Picker Transducer 1 (6): 1-2 n.d.
- 8.- Calatayud-Maldonado V., Geletneky C. y Lorenz R. Posibilidades de diagnóstico con el ecoencefalograma. Separata de "Archivos de la Facultad de Medicina de Zaragoza". 13 (1): 61-83. Enero-Febrero 1965.
- 9.- Carlin B., and Coleman D.J. Transducer size and resolution in eye scans. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967 p. 318.
- 10.- Carranza J. Ultrasound diagnostic techniques. Instruction manual. Durham, North Carolina, Duke University Medical Center. Department of Radiology. Division of Nuclear Medicine. Jan. 1969.
- 11.- Dreese Mitchell J. and Netzky, Martin G. Clinical use of Echoencephalography. The Picker transducer 1 (9): 1-2 n.d.

- 12.- Dreese Mitchell J., McGee Francis E. and Harrelson Austin B. Correlative aids in B-scan echoencephalography. *Neurology*, 16 (8): 766-770, Aug. 1966.
- 13.- Durkam James P., and Russo G. Lee. Ultrasonic fetal cephalometry: accuracy, limitations and applications. *Journal of Obstetrics and Gynecology*. 27 (3): March 1966.
- 14.- Erba Giuseppe and Lombroso Cesare T. Detection of ventricular landmarks by two dimensional ultrasonography. *The Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 31: 232-244. 1968.
- 15.- Feinhenbaum Harvey. Diagnostic Ultrasound. *Annals of Internal Medicine*. 65 (1): July, 1966.
- 16.- Feinhenbaum H., Waldhausen, J.A., and Hyde, L.P. Ultrasound diagnosis of pericardial effusion. *J.A.M.A.* 191: 711-714, March 1965.
- 17.- Filipczynsky L. and Groniowski J. T. Visualization of the inside of the abdomen by means of ultrasonics and two methods of measuring ultrasonic doses. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967 p. 320.
- 18.- Flaherty J.J., Clark J. W. and Walgren H. N. Simultaneous fluoroscopic and rapid scan ultrasonic imaging. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967 p. 321.
- 19.- Galicich Joseph H., Lombroso Cesare T., and Matson Donald M. Ultrasonic B-scanning of the brain. *Journal of Neurosurgery*. 22 (5): 499-510. May. 1965.
- 20.- Goldberg Barry B., Ostrum Bernard J. and Isard Harold J. Ultrasonic determination of pericardial effusion. *The Journal of the American Medical Association*. 202(10): 927-930. Dec. 1967.
- 21.- Goldberg Barry B., et. al. Ultrasonic fetal cephalometry. *The Picker Transducer*. 1(3): 1 n.d.
- 22.- Goldberg Barry B., Ostrum Bernard J. and Isard Harold J. Ultrasonic Aortography. *The Picker Transducer*. 1(8): 1-2 n.d.
- 23.- Gottesfeld Kenneth R., et. al. Diagnosis of hydatidiform mole by ultrasound. *Picker Transducer* 1(17):1-2 Sept. 67.

n.d. No date

- 24.- Hansen Lowell H., and Holmes Joseph H. Echoencephalography in a large city hospital. *Rocky Mountain Medical Journal*. 63(1): 34-39 Jan. 1966.
- 25.- Hess Harry J. Reflected ultrasound in the detection of pulmonary embolism. *A. J. Cardiology*. 21(1): 103-104 Jan. 1968.
- 26.- Hibbard, L.T., and Anderson, G.V.: Clinical Applications of ultrasonic fetal cephalometry, *Obst. & Gynec.* 29: 842, Jun. 1967.
- 27.- Hockey, A.A.: Echoencephalography, *J. Indiana State Med. Assoc.* 59:342. Apr. 1966.
- 28.- Holmes, Joseph H. Ultrasonic studies of the bladder. *The Journal of Urology*. 97: 654-663 Apr. 1967.
- 29.- Holmes Joseph H. Ultrasonic studies of the bladder and kidney. Diagnostic ultrasound, proceedings of the first International conference, Univ. of Pittsburgh, Plenum Press. 1966. pp. 465-480.
- 30.- Holmes Joseph H. Ultrasonic Medical diagnostic techniques. "Digest" Dunedin, New Zealand, Univ. of Otago. 1964.
- 31.- Holmes, Joseph., et. al. Ultrasonic contact scanner for diagnostic application. *The American journal of medical electronics*. 4(4): 147-152 Oct. Dec. 1965.
- 32.- Jackson, Frederick E., Hussey, Michael, and Relyea, Donald. Utilization of pulsed sonic beams (Echoencephalography) for detection of fragments of bone indriven to the brain. *Military Medicine*. 130(11): 1107-1109, Nov. 1965.
- 33.- Jeppson Stig. Echoencephalography. IV: Evaluation of its usefulness for diagnosing intracranial expansivities and an investigation into its sources. *Acta Chirurgica Scandinavica. Supplementum* 272: 143-145. 1961.
- 34.- Joyner Jr., Claude R., Herman, Ronald J. and Reid, John M. . . . Reflected ultrasound in the detection and localization of pleural effusion. *The Picker Transducer* 1(13): 1-2, June 1967.
- 35.- Kardon, M.B., et. al. Indirect measurement of blood pressure

- using doppler-shifted ultrasound. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967. p. 324.
- 36.- Kazner, E. Schiefer, W., Zülch, K.J., eds. Proceedings in Echo-Encephalography. International symposium on Echo-encephalography. Erlanger, Germany. April 14th and 15th, 1967. N.Y. Springer Verlag, Inc. 1968. 258 p.
- 37.- Kazner, E., Kunze, St., and Schieffer W. The importance of echoencephalography in recognizing epidural haematomas. The Picker Transducer. 1(14): 1-2, June. 1967.
- 38.- Kelsey, C.A. The ultrasonic doppler unit as an aid to diagnostic ultrasonic scanning. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. 1967. p. 317.
- 39.- Klein, Jack J. and Segal, Bernard L. The diagnosis of pericardial effusion by Echocardiography. A. Journal of Cardiology 21(1); 106, Jan. 1968.
- 40.- Krause, W. E., Soldner, R.E. Ultrasonic imaging technique (B-scan) with high image rate for medical diagnosis-Principle and technique of the method. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967. p. 315.
- 41.- Kresse, H. O. Ultrasonic imaging technique (B-scan) with high image rate for medical diagnosis- Physical basis of the image evaluation. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967 p. 316.
- 42.- Kurze, T., Dyck, P. and Barrows, H.S. Neurosurgical evaluation of ultrasonic encephalograph, J. Neurosurg. 22: 437 May. 1965.
- 43.- Kyaw, A., et. al. Ultrasonic Plethysmoencephalography - Experimental studies and clinical applications. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. 1967. p. 323.
- 44.- Lapayowker, M.S., and Christen, G.E.: Echoencephalography in general hospital practice, Am. J. Roentgenol, Rad. Therapy & Nuclear Med. 93: 803, apr. 1965.

- 45.- Lehman, J. Stauffer. Ultrasound in the diagnosis of hepato-biliary disease. The Radiologic Clinics of North America 4 (3): 605-625, Dec. 1966.
- 46.- Lloyd, T. Stacy. Obstetrical use of the ultrasonic doppler instrument. Doppler ultrasonics in obstetrics. 204(13): 1195-6, Jun. 1968.
- 47.- Lombroso, Cesare T., et. al. Two-dimensional ultrasonography, a method to study normal and abnormal ventricles. Pediatrics, 42(1): 157-174, July. 1968.
- 48.- Lombroso, Cesare T., and Galicich Joseph H. Ultrasonic B-scanning of the brain. Separatum. Free communication. 8th International congress of Neurology. Vienna. 5th- 10th Oct. 1965.
- 49.- McGinnis, Kenneth D., and Zylak, Carl J. Echoencephalography as an adjuvant to the routine examination of the skull techniques and results. Radiology, 85(2): 291-297 Aug. 1965.
- 50.- Moss, Arthur J., and Bruhn Fred. The Echocardiogram: an ultrasound Technic for the detection of pericardial effusion. The New England Journal of Medicine. 274(7): Feb. 1966.
- 51.- Nichols, R.A., Whisnant, J.P., and Baker Jr., H. L. A-mode Echoencephalography: its value and limitations. Mayo Clinic Proceedings. 43(1): 36-53, Jan. 1968.
- 52.- Ostrum, B.J., Goldberg, B.B., and Isard, H. J. Differentiation of soft tissue masses. The Picker Transducer. 1(4): 1-2, n.d.
- 53.- Ostrum, B.J., Goldberg, B. B., and Isard, H. J. Differentiation of soft tissue masses. Radiology 88;745 Apr. 1967.
- 54.- Planiol, T., Mikol, F., Charpentier J., Buisson J. L'Echo-écephalographie. Premiers resultats après six mois d'investigations en neuro-chirurgie. Rev. Neurologique, Paris 110(5): 489-505, 1964.
- 55.- Planiol, T., Fischigold, H. Etude des pulsations cerebrales. a l'aide de l'échographie ultrasonore. Comptes rendus des seances de la Societé de Biologie. 159(6): 1294, 1965. Extrait.

- 56.- Posakony, Gerald J. Diagnostic Ultrasound. L. Ultrasonic principles, transducers and instrumentation. University of Colorado. School of Medicine. March. 16-18, 63 p. 1966.
- 57.- Raskind, R.: Clinical studies in echoencephalography: report of 600 scans, J. Internat. Coll. Surgeons 44: 153, Aug. 1965.
- 58.- Robinson, D.E., Garret, W. J. and Kossof, G. Fetal anatomy displayed by ultrasound. Investigative Radiology. Clinical and laboratory studies in diagnosis. 3(6): 442-449, Nov. Dec. 1968.
- 59.- Rodríguez-Antúnez, Antonio. Photoscanning of the pancreas. J.A.M.A. 205: 347-348, Aug. 1968.
- 60.- Ross, Allan M., Genton, Edwards; and Holmes, Joseph H. Ultrasonic examination of the lung. Denver, Colorado, Univ. of Colorado, Medical Center. n.d.
- 61.- Rothman, Jeffrey, et. al. Ultrasonic Diagnosis of Pericardial effusion. Circulation. 35: 358-364, Feb. 1967.
- 62.- Rushner, R.F., Stegall, H.F., and Strandness, E.D. Horizons of bioinstrumentation. Digest of the 7th International conference of medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 14, 1967. pp. 17-18.
- 63.- Segal, Bernard L. Echocardiography: and aid in difficult diagnostic problems. The Picker Transducer. 1 (2): 1-2 n. d.
- 64.- Segal, B.L., Likoff, W., and Kingsley, B. Echocardiography-Clinical applications in combined mitral stenosis and mitral regurgitation, Am.J. Cardiol. 19:42. Jan. 1967.
- 65.- Smirnow.R. and Wolfe, M. Illumination of oral structures by pulsed ultrasound. Digest of the 7th International conference of Medical and biological engineering. Stockholm. Aug. 16, 1967.
- 66.- Snel, D.A. Registro magnético del sonido. Madrid, "Parainfo" Menéndez Valdez, 14. 1961. 287 p.
- 67.- Sommer, J.C. Electronic Sector-Scanning for ultrasonic diagnosis. Digest of the 7th International conference on medical and biological engineering. Stockholm. 1967. p. 314.

- 68.- Soulen, Renate L., Lapayowker, Marc S. and Gimenez José L. Echocardiography in the diagnosis of pericardial effusion. The Picker Transducer 1(10); 1-2, Apr. 1967.
- 69.- Taylor, E. Stewart. Ultrasonics in obstetrics and gynecology. Obstetrical comments. 23(38): 551-556, 1967.
- 70.- Thompson, Horace E., et. al. Fetal development as determined by ultrasonic pulse echo techniques. The Picker Transducer. 1(11): 1-2 Apr. 1967.
- 71.- Thompson, H.E., Holmes, H., and Taylor, E.S. Ultrasonic placentography: a new method for placental localization. The Picker Transducer. 1(7): 1-2, n.d.
- 72.- Thurstone, F.L. Three-Dimensional imaging by ultrasound holography. Digest of the 7th International conference of medical and biological engineering. Stockholm. 1967. p. 313.
- 73.- von Micsky, L. I. Ultrasonic tomography in obstetrics and gynecology. Diagnostic Ultrasound. Plenum Press. 1966. pp. 348-368.
- 74.- Wertheimer P., et. al. La valeur diagnostique de l'écho-encephalographie. Etude d'une statistique de 1000 examens. Societé Francaise de Neurologie. Extrait. de la Revue Neurologique. Paris. 114(3): 219-225, Marz 1966.
- 75.- Ondas ultrasónicas. Boletín Médico. Winthrop Prod. Inc. 18. (114). Nov. 1968.
- 76.- Wild, J. J. and Neal, D. Use of high frequency ultrasonic waves for detecting changes of texture in living tissues. Lancet 1: 655, Marzo 24, 1965.

Vo. Bo.

Ruth Ramírez de Amaya
Bibliotecaria

Br. Raúl Alfonso García Salas Hernández

Dr. Carlos de la Riva
Asesor

Dr. Juan Carranza
Revisor

Dr. Julio de León Méndez
Jefe de la Fase III

Dr. Carlos Alberto Bernhardt
Secretario

Vo. Bo.

Dr. César Augusto Vargas M.
Decano