

11227
20/20



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina
División de Estudios de Postgrado
Secretaría de Marina
Centro Médico Naval



Utilidad de la Ecocardiografía Modo M y Bidimensional en un Hospital General.

T E S I S

Que para obtener el título en la
ESPECIALIDAD DE MEDICINA INTERNA

Presenta el:

Dr. Mario Galván Torres

Director de Tesis

Tte. de Navío S.N.M.C. Cardiólogo
JESUS VARGAS BARRON

Profesor del Curso de Medicina Interna
DR. BERNARDO TANUR TATZ

Jefe de Enseñanza e Investigación
Centro Médico Naval
Tte. de Fragata S.N.M.C. ORL.
ADALBERTO SALAS VILLAGOMEZ

México, D. F.

Abril, 1986



**TESIS CON
CALA DE ORDEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

PAG.

GENERALIDADES.....	1
HISTORIA.....	10
BASES FISICAS DEL ULTRASONIDO DIAGNOSTICO.....	18
GENERACION DE ULTRASONIDO.....	22
OBJETIVOS.....	36
HIPOTESIS.....	37
MATERIAL Y METODO.....	38
RESULTADOS.....	39
DISCUSION.....	44
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	47

GENERALIDADES.

Después de unos inicios titubeantes, unido a los nombres de los Suecos Edler y Hertz y del Aleman Effert, este método ha tenido una difusión impetuosa a partir de la mitad de los años 60, sobre todo en los E.E.U.U. gracias a los trabajos de H. Feigenbaum.

La ecocardiografía ha demostrado que es un método diagnóstico de suficiente confiabilidad, como para ser usado de forma rutinaria en la clínica.

No podemos objetar que una historia clínica completa y minuciosa continúa siendo la base del diagnóstico-clínico.

Sin embargo es también indudable que en la actualidad requerimos de la implementación instrumental, para tener acceso a una información más precisa acerca de aquellos eventos fisiológicos o fisiopatológicos, que escapan a la percepción de nuestros sentidos.

Este es el caso de la ecocardiografía, método diagnóstico que ha venido a complementar el estudio del paciente cardiológico.

Es una técnica no invasiva, que emplea un haz de ultrasonidos para explorar el corazón, registrandose

la información bajo la forma de ecos, es decir ondas sonoras reflejadas, que crean una imagen con la ayuda de un tubo de rayos catódicos.

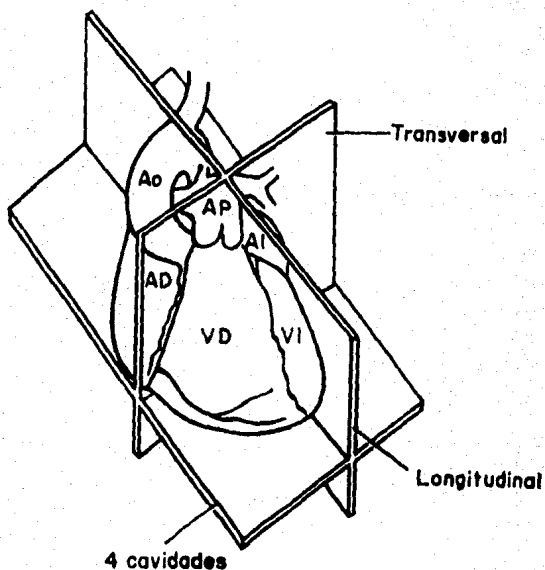
La frecuencia de las ondas sonoras que se usan en la ecocardiografía varia entre 1 y 7 millones de ciclos /seg, esto es entre 1 y 7 MegaHertz.

Para realizar una correcta interpretación del estudio ecocardiográfico es preciso conocer los patrones de normalidad, y de esta manera valorar las modificaciones en los mismos.

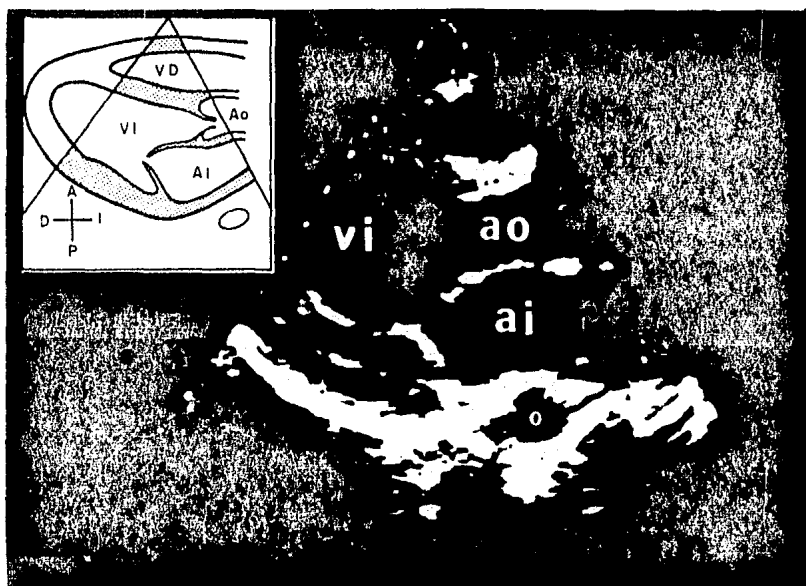
La realización del estudio debe incluir todas las estructuras cardíacas posibles, sin limitarse únicamente a aquellas en las que se sospeche la existencia de patología.

La anatomía topográfica del corazón, rodeado por el pulmon exige algunos recursos técnicos.

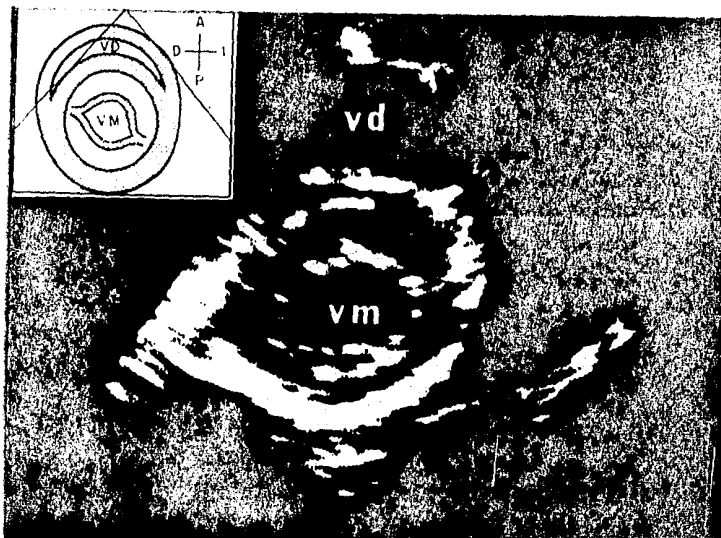
Para la exploración se dispone únicamente de una pequeña área, de escasos centímetros cuadrados, en la región paraesternal izquierda a nivel del 2do. al 5o espacio intercostal izquierdo, donde el corazón contacta directamente con la pared torácica. En muchos casos esta posición es variable, ameritando utilizar espacios mas inferiores o mas superiores, dependiendo de su situación.



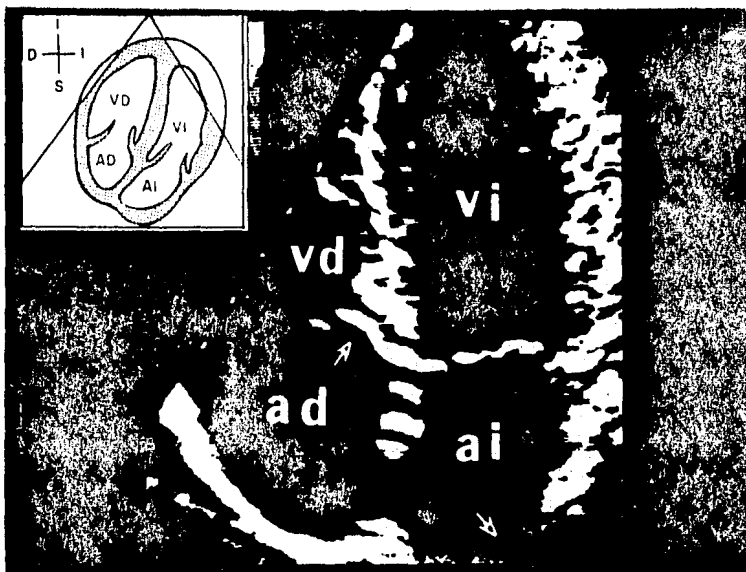
Esquema de los tres principales planos empleados en ecocardiografía. Ao, aorta; AP, arteria pulmonar, AI aurícula izquierda; AD aurícula derecha; VI, ventrículo izquierdo; VD, ventrículo derecho.



Registro paraesternal del plano longitudinal, siguiendo el eje largo del corazón



Estudio bidimensional parasternal del plano transversal
a nivel de la valvula mitral, vd ventrículo derecho.



Registro apical de las cuatro cavidades cardiacas la flecha indica la inserción de la válvula tricúspide.

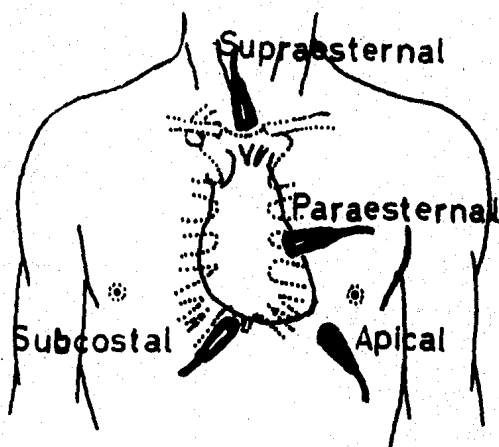
La exploración presupone conocimientos anatómicos -- del corazón y una manifiesta capacidad imaginativa - espacial.

El corazón y las estructuras que lo forman deben considerarse como un cuerpo en tres dimensiones dentro del tórax.

A través de este cuerpo se pueden trazar varios ejes y obtener planos de sección. Tomando como referencia el ventrículo izquierdo del corazón inferimos dos -- ejes, un eje largo y un eje corto.

La superficie que interseca un eje se denomina plano. En la práctica para describir todas las vistas tomográficas de las estructuras intra y extracardíacas, - se usan tres planos ortogonales entre sí, estos son; plano mayor o longitudinal, plano menor o transversal y de las cuatro cavidades.

En el presente estudio se utilizáron dos modalidades de ecocardiografía: La modalidad Tiempo/Movimiento -- llamada también modo M. fué la primera utilizada en cardiología y la única hasta fechas recientes. Permite visualizar unidimensionalmente las estructuras -- cardíacas, siendo esto relativo, ya que los ecocardiogramas en modo M, cuentan también con la dimen---sión del tiempo. Este método presenta limitaciones -



VENTANAS ACUSTICAS

importantes; dado que no permite valorar de manera precisa la morfología de las estructuras cardíacas, ni registra los movimientos laterales, perpendiculares al rayo del ultrasonido.

Estas limitaciones se han superado con el advenimiento de la modalidad Eco bidimensional en tiempo real. Mediante este procedimiento, el rayo de ultrasonidos se mueve muy rápidamente, obteniéndose de esta manera una imagen de la morfología del corazón y de los movimientos laterales, imposibles de registrarse con el modo M. Permitiendo un examen mucho más completo, por la posibilidad de obtener varias vistas con el transductor en posición apical, paraesternal, subcostal y supraesternal, por lo que muchas veces el examen es diagnóstico.

En resumen, las ventajas que presenta cada modalidad de ecocardiografía se complementa actualmente, disminuyendo con ello las desventajas particulares de cada método.

HISTORIA

A través del tiempo, el ultrasonido ha tenido múltiples aplicaciones. En la naturaleza lo han utilizado los murciélagos, los delfines y las ballenas, realizando la reproducción de imágenes mediante ultrasonido y no con la vista, los primeros lo emplean para orientarse en su vuelo y los restantes para orientarse y comunicarse en el agua.

El descubrimiento del ultrasonido por el hombre, se remonta a las observaciones realizadas por el monje y científico Italiano Lázaro Spallanzani, quien desde 1794 había deducido que los murciélagos se guían al volar en la oscuridad gracias a un sonido emitido por ellos, no audible para el oído humano y el cual les ayuda a evitar los obstáculos.

Para que el hombre pudiese producir el ultrasonido, fué necesario el antecedente de los hermanos Jacques y Pierre Curie en 1880, quienes al experimentar con cristales de cuarzo descubrieron que estos podían -- convertir la presión mecánica en energía eléctrica. Sus continuos experimentos con cristales de cuarzo -- los llevó en 1881 a determinar que la aplicación de una corriente eléctrica alterna, a través de este --

cristal, provoca contracciones y expansiones alternadas en su superficie, pudiendo también convertir la energía eléctrica en presión mecánica. De esta manera se descubrió que el cristal de cuarzo era capaz de producir vibraciones ultrasónicas, es decir, ondas sonoras cuyas frecuencias son superiores a las que el hombre puede escuchar.

Otro antecedente más sencillo lo constituyó el silbato que Galton diseñó en 1883, con el cual se logra generar frecuencias bajas de ultrasonido, que solo pueden ser escuchadas por los perros. Posteriormente Edelman y más tarde Hartman, perfeccionaron este instrumento.

Los primeros experimentos con ultrasonido tuvieron que esperar muchos años, para que el hombre encontrara alguna aplicación práctica.

A principios del siglo XX Langevin y Chilowsky, lo utilizaron para comunicarse bajo el agua. Partiendo de esta capacidad del ultrasonido, durante la primera guerra mundial, el gobierno de Francia le pidió a Langevin que construyera un aparato para detectar a los submarinos enemigos. Esto solo fue posible hasta la década de los años 40, durante la segunda guerra mundial, cuando la Marina de los Estados Unidos-

de Norteamérica construyó con dicho fin el SONAR.---
(Sound Navigation and Ranging), partiendo de los ---
descubrimientos de Langevin.

Fué en 1940 cuando se iniciaron los experimentos ---
para la aplicación del ultrasonido en medicina.

En Alemania, por ejemplo se intento el tratamiento --
del cancer empleando intensidades altas de ultrasoni-
do.

En 1942, el Austriaco Karl T. Dussik inicio su uso -
en el diagnóstico, utilizandolo para detectar masas-
tumorales en el cerebro humano; método tambien inten-
tado por Sokolov en Rusia.

Partiendo de los hallazgos de Sokolov, en 1945 el in-
vestigador Norteamericano Floyd A. Firestone y el ---
Inglés, D. O. Sproule, por separado construyeron un -
"reflectoscopio" para detectar grietas en los metales
con fines industriales.

Desde entonces algunos investigadores estudiarón la-
aplicación de este tipo de sonido en su vertiente --
médica.

En 1947 otros investigadores, también por separado, -
comprobaron con éxito el uso de las frecuencias del -
ultrasonido en el estudio de las estructuras biológi-
cas; ellos fueron los Norteamericanos J. J. Wild y --

y J. M. Reid, del Hospital Saint Barnabas de Minneápolis, y D.H. Howry, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Colorado.

En 1949, Ludwig y Striethers aplicando el modo uni - dimensional, lograron detectar la existencia de cálcu los en la vesícula y de cuerpos extraños en el teji - do muscular.

El primer esfuerzo por aplicar el ultrasonido en el estudio del corazón ocurrió en 1950 en Alemania, cuan do Keidel estudio los volúmenes cardíacos.

Los movimientos de las estructuras intracardíacas -- pudieron registrarse unidimensionalmente hacia el -- año de 1953, por medio de la técnica del pulso-eco -- que desarrollaron en Suecia Edler y Hertz, pioneros -- en el campo de la ecocardiografía, cuyos trabajos -- demostraron la posibilidad de diag - no - st - icar la esteno - sis mitral por ultrasonido.

En Alemania Effert repitió estos mismos trabajos lle - gan - do en un caso a diag - no - st - icar un tumor de la auri - cula izquierda.

En 1957 Wild y Reid, publicaron por primera vez en -- los Estados Unidos de Norteamérica los resultados -- que se obtuvieron, observando piezas anatómicas car - dí - acas con eco - gr - af - ía.

Joyner y Reid, con diez años de retraso sobre Edler, publicaron en 1963 el primer trabajo americano en el que se describía cómo con ultrasonido se veía el movimiento de la válvula mitral en las estenosis.

H. Feigenbaum y Col. En 1965 observaron los ecos de la pared posterior del ventrículo izquierdo y publicaron los signos típicos para descubrir el derrame pericárdico.

A partir de entonces fueron muy numerosas las publicaciones que se dedicaron al estudio del corazón por ultrasonido.

Una contribución importante fué la de Gramiak en 1969, que inyectando verde de indocianina o solución salina en las cavidades cardíacas, demostró la identidad de los ecos que se recogían con esta técnica (Ecocardiografía de contraste).

De forma paralela se han desarrollado enormes avances tecnológicos, con instrumentos ecocardiográficos cada vez mas perfeccionados.

Contando en la actualidad con diferentes modalidades de estudio, como lo es el modo M (Tiempo/distancia), que proporciona imágenes del corazón en una sola dimensión, lo cual es su principal limitación pues las estructuras cardíacas aparecen representa-

das como imágenes que no guardan relación con la anatomía, y solo pueden estudiarse segmentos limitados del corazón.

Para vencer estas limitaciones, una segunda etapa en el avance de la ecocardiografía lo constituyó el desarrollo de diferentes sistemas que permiten obtener en "tiempo real" imágenes completas de un sector del corazón, las cuales son reales, dinámicas, y en dos-dimensiones, al mismo tiempo que permite hacer cor - tes tomográficos de las estructuras cardíacas, crea - dos a partir de diferentes planos longitudinales y - transversales del corazón, denominandosele a ésta -- modalidad Ecocardiografía Bidimensional.

Existen otras modalidades, como son; Ecocardiografía Doppler, que utiliza dos tipos de señal Doppler que - tienen aplicación médica: Doppler de onda continua, - que emplea emisión y recepción de la señal ultrasoni - ca en forma constante, teniendo la particularidad de medir velocidades de flujo muy altas, sin embargo no permite conocer la profundidad de la señal recibida. Doppler de Onda pulsada, la técnica pulsátil emite - ondas ultrasonicas intermitentes, siendo su princi - pal ventaja que permite seleccionar con precisión el flujo cardíaco o vascular en estudio. Esto se obtie -

ne conociendo el tiempo que tarda en regresar la se-
ñal enviada. La región en donde se estudia el flujo se
define como "volumen muestra". La posición exacta del
volumen muestra se establece con las técnicas; ultra-
sonica bidimensional y doppler combinada.

Existe una nueva modalidad en el estudio cardiovascu-
lar con ultrasonido, denominada Ecocardiografía con-
Doppler en color, la cuál permite la visualización en
tiempo real del flujo sanguíneo intracardiaco y en -
las grandes arterias, simultaneamente con imágenes -
ecocardiográficas bidimensionales.

Estos equipos codifican de diferente color la señal-
originada en los flujos sanguíneos, de acuerdo a su-
dirección (rojo cuando se acerca al transductor; azul
cuando se aleja); de acuerdo a su velocidad (mayor --
brillantez del color en el sitio de máxima velocidad
del flujo); y de acuerdo a la dispersión de la señal,
por turbulencia del flujo o por gran aumento en su -
velocidad (mosaico de colores o diversos tonos verdes)

En el presente estudio se utilizaron únicamente las -
modalidades M (Tiempo/distancia) y Bidimensional.

Todo estudio ecocardiográfico idealmente debe incluir
registros bidimensionales, que permite con imagenes -
paraesternales, apicales, subcostales, y supraester-

nales estudiar practicamente todo el corazón y los -
grandes vasos, complementandose dicho estudio con --
ecocardiografía modo M.

BASES FISICAS DEL ULTRASONIDO DIAGNOSTICO.

En éste trabajo no pretendemos profundizar las complejas teorías del sonido, pero sí proporcionar algunos principios básicos.

El ultrasonido es por definición un sonido con frecuencia superior a los 20,000 ciclos/seg. Tiene una frecuencia superior al nivel auditivo del oído humano.

Los equipos que se emplean en ecocardiografía utilizan una gama de frecuencias que oscilan entre 2 MHz y 7 MHz. (1 Hertz: 1 ciclo por segundo (c.p.s.); 1 KH: 1,000 c.p.s.; 1 MHz: 1,000,000 c.p.s.

El concepto de frecuencia, se define como el número de ciclos que tiene una onda en una unidad de tiempo. La velocidad que alcanza el sonido en el organismo humano es de 1.540 a 1.570 m/seg. En el aire a la presión atmosférica es de 314 m/seg. y en el agua de 1.410 m/seg.

El sonido, al igual que la luz, al llegar a una superficie que separa dos medios diferentes presenta fenómenos de reflexión, refracción, transmisión y dispersión. Esta superficie es conocida como interfase; cada vez que el ultrasonido alcanza una inter-

fase, se producen también los fenómenos mencionados. Para los fines de éste trabajo, el que nos interesa particularmente es la reflexión, pues las ondas reflejadas producen el eco detectado por los instrumentos ultrasonográficos.

Dependiendo de su densidad, o sea su estructura molecular, los tejidos y medios diferentes del organismo tienen comportamiento diferente frente a la onda ultrasónica.

Esto equivale a decir que el ultrasonido viaja a diferentes velocidades en medios distintos.

La impedancia acústica es la propiedad física que caracteriza el comportamiento de un determinado medio frente al sonido al igual que el ultrasonido, y es definida como la capacidad de un medio de transmitir el sonido, la cual esta en relación directa con la densidad de éste y con la velocidad a la que viaja el sonido en dicho medio. Por lo antes dicho, el eco se produce debido a la diferencia de impedancia acústica entre dos medios.

Otro parametro relevante es el coeficiente de reflexión, que corrientemente es designado con la letra R. Este es el porcentaje de la energía acústica incidente que se refleja en una determinada interfase.

Existen dos coeficientes significativamente mayores, correspondientes al hueso y al aire, respectivamente. Esto significa, por ejemplo, que la interfase aire-tejido muscular refleja casi la totalidad de la energía incidente (99.99%). En terminos prácticos equivale a que dicha interfase produce muchos ecos, de modo que es muy reducida la energía transmitida a los medios situados detrás de ella.

Es bien conocido que el aire es un enemigo del ultrasonido y no permite observar estructuras que estén atrás de él. Algo similar acontece con el hueso, el cual refleja solo el 36 % de la energía incidente y oculta las estructuras que estan detrás.

Por lo anterior, el ultrasonido no puede proporcionar información diagnóstica de cavidades aéreas como el tórax o el intestino ocupado por gas, ni de regiones óseas. Dentro de la cavidad torácica el corazón es una excepción, ya que puede ser observado a través de una "ventana" entre las costillas y a la izquierda del esternón, denominada posición paraesternal; o en posición apical, supraesternal y subcostal. Durante su trayecto, la onda ultrasónica se atenúa en relación con la distancia recorrida, debido a que parte de la energía de la onda se transforma en otras

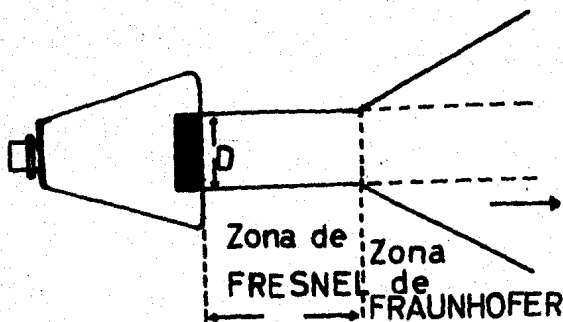
formas de energía, como puede ser el calor. De ésta manera, el ultrasonografista tiene necesidad de amplificar los ecos procedentes de estructuras lejanas, lo cual se logra técnicamente por medio del procedimiento conocido como curva TGC (Time gain compensación), incorporado en los aparatos modernos.

GENERACION DE ULTRASONIDOS.

El componente fundamental de los sistemas diagnósticos con ultrasonido es el convertidor o cabeza emisora y reflectora de sonido. La pieza fundamental es el elemento piezoeléctrico, caracterizado porque — cambia su tamaño al someterse a una diferencia de potencial eléctrico e inversamente genera impulsos — eléctricos cuando se hace variar su tamaño.

En la naturaleza encontramos cuerpos con características piezoeléctricas como son el cuarzo, la sal de Rochelle, o el sulfato de litio, existen otras sustancias, como el titanato de bario y el de zirconio, que pueden volverse piezoeléctricos si se calientan a cierta temperatura, denominada temperatura de Curie. La cabeza emisora-receptora de sonido de un aparato comercial utiliza generalmente cerámicas polarizadas como elemento piezoeléctrico. Para elegir el material adecuado son necesarios cálculos muy complejos que -- determinan la capacidad de transmisión y recepción -- de impulsos mas adecuada al empleo en el diagnóstico-médico.

Al trabajar con esta técnica se transmite una señal eléctrica de muy breve duración al elemento piezo ---



Un haz de sonido presenta una zona cercana al punto de emisión en la que mantiene un diámetro constante (zona de Fresnel) para luego diverger (zona de Fraunhofer).

eléctrico con el fin de que sufra una distorsión y de que se cree una onda de sonido.

Cabe mencionar que el tipo del elemento empleado en la construcción del convertidor no determina las propiedades del haz de sonido. Estas dependen del tamaño, forma y frecuencia de emisión del elemento piezoeléctrico. Generalmente se emplea la forma de disco y así las características del haz de sonido dependen del tamaño y frecuencia de emisión de este elemento piezoeléctrico. El haz de sonido en la zona cercana a la cabeza emisora-receptora se propaga en columna compacta (zona de fresnel) y después comienza la zona de divergencia (zona de Fraunhofer).

Al estudiar sujetos de muy diferentes edades y tamaños se precisan convertidores de ultrasonido que estén enfocados. Esto se consigue mediante la colocación de lentes acústicas de resina, lucita, aluminio etc, que consiguen un haz convergente, con la consiguiente disminución de amplitud en la zona de Fraunhofer, además de este tipo de enfoque en profundidad y para corregir un exceso de convergencia, los convertidores comerciales van equipados con lentes biconvexas que añaden un factor de colimación.

La actividad del convertidor está dirigida por la --

frecuencia de emisión del generador de impulsos, el cual trabaja a un ritmo de 1,000 impulsos/seg. la duración de cada impulso emitido es de un microsegundo y este tiempo permite que el sonido alcance una profundidad de 75 cms, y retorne al convertidor antes de que sea emitido el siguiente impulso. De esta manera el 99.9% del tiempo, el convertidor cumple funciones de recepción, las señales del sonido reflejado son recibidas por el convertidor, y transformadas en impulsos eléctricos que son amplificados y manipulados electrónicamente en diversas formas o modos, para su interpretación sobre un osciloscopio de rayos catódicos.

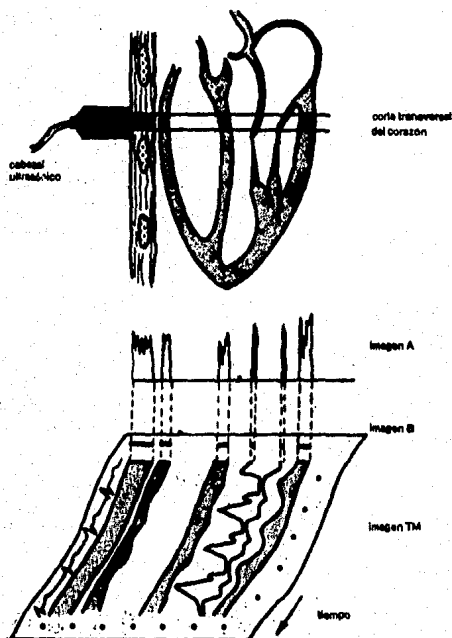
Modalidad Tiempo/Distancia.

La representación eléctricamente más simple en un osciloscopio es el llamado Modo A. En esta forma cada eco se representa por una espícula, cuya altura será proporcional a la intensidad del mismo y cuya posición denota la distancia a la que se encuentra la interfase.

En el modo B. El eco esta representado por un punto cuyo brillo indica la amplitud del eco.

Modalidad Tiempo/Movimiento.

Esta modalidad fué la primera utilizada en cardiolo-



Medalidad Tiempo/Distancia; Imagen superior
 Modo A. (representado por espículas).
 Imagen central modo B. (representado por pun
 tos).
 Medalidad Tiempo/Movimiento; Imagen inferior.

gía (y la única hasta recientemente), da una información sumamente valiosa, pues permite medir múltiples dimensiones cardíacas y además calcular la amplitud y velocidad de movimiento dentro del haz de ultrasonidos de las estructuras cardíacas.

Los trazos obtenidos son siempre representados en un osciloscopio, bien mediante pantallas de "brillo permanente", en la que la línea modo B se desplaza en sentido horizontal, dejando un rastro en forma de eg tela de brillo decreciente, o mediante sistemas electrónicos que mantienen la imagen de forma digital -- hasta que comienza el siguiente barrido.

Es muy importante que la intensidad de los ecos se represente por la intensidad de las líneas a que dan lugar en el trazado M mediante una escala de grises lo más amplia posible. En la imagen de la pantalla se puede controlar la velocidad de barrido (generalmente se puede variar de 25 a 100 mm/seg, siendo lo usual 50 mm/seg.)

La imagen obtenida en la pantalla puede fotografiarse con una cámara Polaroid, adaptada de manera que el tiempo de exposición coincida con el de barrido. Puede también obtenerse en película de hoja ortocromática, empleando una cámara multiformato.

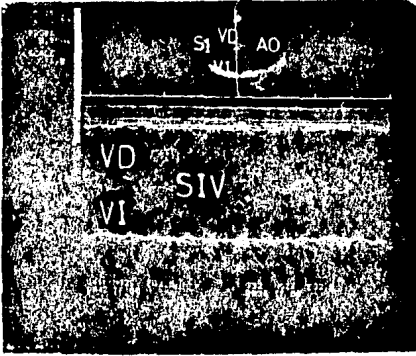
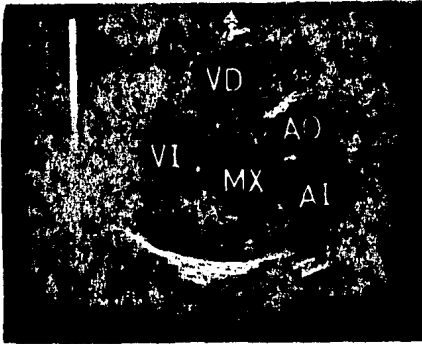


Imagen superior; Modo Bidimensional-
 corte longitudinal; VD-Ventriculo --
 derecho, VI-Ventriculo izquierdo, --
 SI-Septum interventricular, AO-Aorta
 Imagen inferior; Modo M. (Tiempo/Movi



Modo Bidimensional: Corte longitudinal
 VD-Ventriculo derecho, VI-Ventriculo--
 izquierdo, MX-Mixoma auricular despi--
 zandose hacia el ventriculo izquierdo,
 AI-Auricula izquierda.

Otra forma de registro es en tira de papel especial, sensible a la luz ultravioleta del espectro, la cual se revela con la exposición a la luz ambiental. También se puede utilizar papel de plata con revelado en seco por calor.

ECO BIDIMENSIONAL.

Una característica fundamental de estas técnicas es que presentan las imágenes del corazón con un aspecto anatómico y en movimiento, es decir en tiempo real.

Estas imágenes corresponden a un sector del corazón, Estos cortes sectoriales pueden crearse a partir de diferentes planos longitudinales y transversales del corazón. Los principales sistemas que se han desarrollado son:

SISTEMAS LINEALES (Linear array scanner).

Este método fue descrito por Bom en 1971 y utiliza múltiples pequeños transductores colocados en línea recta. Cada transductor o un grupo de ellos es activado electrónicamente produciendo ondas acústicas que se transmiten en haces paralelos. Los ecos que retornan son procesados y expuestos para su registro en un formato rectangular.

Con este sistema es posible obtener una imagen com-

pleta del corazón. Por las características del formato, el registro de los ecos originados en el campo cercano se obtienen con una excelente definición. Además es posible obtener ecocardiogramas de modo M a partir de cada uno de los elementos piezoeléctricos.

El gran tamaño del cabezal que contiene los transductores impide su uso desde posiciones apicales y supraesternales, limitándose a la aproximación parasternal y en algunos casos subcostal.

SISTEMAS MECANICOS (Mechanical sector scan).

Los sistemas de exploración mecánica ofrecen una imagen ecocardiográfica sectorial, a través del empleo de un transductor oscilante que recorre un ángulo de exploración de 30° . Este método fué descrito por Griffith y Henry en 1974. Posteriormente Holm y Cols. desarrollaron un equipo con varios transductores rotatorios lo cual permitió aumentar el ángulo de observación a cerca de 85° .

Para obtener registros de modo M se requiere detener la oscilación o rotación de los transductores y, a partir de una línea en el sector explorado, se obtiene su registro.

SISTEMAS DE ACTIVACION FASICA (phased array electronic sector scan).

Este sistema fué descrito por Somer en 1958, constata de pequeños transductores que son activados para formar un haz de ultrasonido, el cual es activado electrónicamente, recorre un sector cercano a 90° . La imagen que se obtiene posee una alta densidad de líneas y se registra en un formato triangular. El pequeño tamaño del cabezal que contiene los transductores permite su empleo inclusive en pacientes pediátricos. A partir de cualquiera de las líneas que forman la imagen, es posible registrar ecocardiogramas de modo M. Como sucede con los equipos mecánicos, -- debido a la forma triangular del registro, el área explorada en el campo cercano es pequeña.

En los equipos de Eco bidimensional, el análisis -- además de incluir el momento de llegada de cada eco debe considerar un nuevo parámetro que es la orientación del transductor en cada pulso. A partir de estos dos parámetros, orientación y momento de llegada, se compone cada imagen bidimensional. Los equipos modernos utilizan sistemas digitales en la síntesis de la imagen, tendiéndose a suprimir por completo los -

procesos analógicos. Siendo las imágenes digitales - de calidad notablemente superior en la escala de grises y en la disminución de los artefactos.

Las imágenes bidimensionales pueden ser fotografía - das mediante cámara Polaroid, después de ser deteni- das en el monitor. Las imágenes digitales pueden re- gistrarse en una tira de papel para modo M utilizan- do sistemas de fibras ópticas, que consisten en ba- rrer la imagen bidimensional a la misma velocidad -- que pasa el papel. También se puede emplear un siste - ma multiformato que impresiona placas para radiogra - fía, obteniéndose transparencias de gran calidad y - del tamaño deseado. Para no perder la información -- relativa al movimiento de las estructuras, de máximo interés en cardiología, es posible grabar la imagen - bidimensional en un sistema de video, permitiendo la reproducción a distintas velocidades, la detención - de la imagen, el paso de imagen a imagen y de ser -- posible la visualización marcha atrás, para un análi - sis óptimo.

MODALIDAD ANALISIS DOPPLER.

En cardiología se analiza la desviación Doppler (f_d) - en los ecos producidos por los hematíes que atravie- san un haz de Us, para calcular la velocidad de los -

mismos. Al encontrarse los hematíes a distancias -- variables del transductor, los ecos tienden a interferirse entre sí, y cuando la distribución de los hematíes en el plasma es homogénea esta interferencia tiende a hacer la señal reflejada muy débil, al contrario de lo que ocurre en aquellas situaciones -- en que la distribución de los hematíes no es homogénea (como sucede en presencia de turbulencia).

DOPPLER DE ONDA CONTINUA.

En esta técnica se utilizan transductores con dos -- cristales, uno que emite continuamente y otro que -- simultáneamente escucha de forma ininterrumpida.

La frecuencia de emisión es también del orden de MHz y de ella depende la penetración en los tejidos del haz de Us. Con este método se obtienen las desviaciones Doppler correspondientes a las velocidades de -- todos los hematíes que atraviesan el haz de Us.

Este hecho puede ser una limitación aceptable cuando se estudia la velocidad en vasos sanguíneos periféricos, pero constituye una dificultad muy seria cuando se trata de estudiar la cinética sanguínea en puntos concretos de las cavidades cardíacas y grandes vasos.

DOPPLER DE ONDA PULSADA.

Para evitar el inconveniente anteriormente señalado

se ideó un sistema en el que se utiliza una emisión-pulsada de Us. como la de los sistemas tiempo/distancia, analizándose solo la señal que vuelve durante un breve intervalo de tiempo dentro del período de escucha que sigue a cada pulso, lo que equivale a analizar solo la señal reflejada a una distancia determinada del transductor. Su principal ventaja es que permite seleccionar con precisión el flujo cardíaco o vascular en estudio, pudiéndose medir la velocidad de los flujos en áreas muy pequeñas a profundidades seleccionadas a lo largo del haz ultrasónico. La técnica pulsátil no permite cuantificar velocidades muy altas. La región en donde se estudia el flujo se define como "volumen muestra". La posición exacta del volumen muestra se establece con las técnicas ultrasónicas bidimensional y Doppler combinadas. Con ellas se determina teóricamente el coseno del ángulo entre el volumen muestra y la dirección del haz ultrasónico.

En el estudio cardiovascular, el análisis de los cambios de frecuencia producidos por el movimiento de las células sanguíneas se efectúa con la señal auditiva, acoplada a su registro en papel.

Dos son los tipos de registro gráfico: El histograma

intervalo- tiempo y el obtenido por análisis espec-
tral (algunos equipos permiten registrar su forma --
análoga e integral).

Todo estudio Doppler debe incluir un registro bidi-
mensional completo para poder efectuar el análisis -
de los flujos en las cavidades cardíacas y en las --
grandes arterias. Para ello empleando diversas imáge-
nes paraesternales, apicales, subcostales y supraes-
ternales. A fin de obtener una señal Doppler adecua-
da, es indispensable seleccionar imágenes en las que
el flujo sanguíneo forme con la dirección del haz --
ultrasónico un coseno angular lo mas cercano a 0° o-
a 180° .

Existe la creencia generalizada de que los sistemas
Doppler de onda continua son útiles solamente para-
el análisis del sistema vascular periférico, y los-
de onda pulsatil para exploraciones cardiológicas,-
la realidad es que por sus diferentes limitaciones-
ambos métodos son complementarios en el estudio de -
las cardiopatías.

OBJETIVOS.

1.-Conocer desde el punto de vista ecocardiográfico la frecuencia de patología cardiovascular, que prevalece en la población asistente a un Hospital general de concentración de la Armada de México, como lo es el Centro Médico Naval.

2.-Evaluar mediante un método no invasivo, como lo es la ecocardiografía, los padecimientos cardiovasculares mas frecuentes y el grado de severidad de los mismos, en la población asistente al servicio médico del Centro Médico Naval.

3.-Comparar la eficacia de la ecocardiografía en sus dos modalidades M y Bidimensional, ante las diferentes patologías del corazón y los grandes vasos.

4.-Determinar la utilidad clínica de la ecocardiografía, en un Hospital General de Concentración de la Armada de México.

HIPOTESIS.

De nulidad:

La ecocardiografía ha demostrado ampliamente su utilidad y confiabilidad, como método diagnóstico no invasivo, en la detección de enfermedad cardíaca.

No esperamos encontrar patrones sustancialmente diferentes, a los ya multiplemente citados en la literatura mundial por otros autores.

De alternativa:

El presente trabajo pretende demostrar:

- 1.-La ecocardiografía como método no invasivo, disminuirá el número de métodos invasivos, como el cateterismo para el diagnóstico de cardiopatía.
- 2.-Un buen número de diagnósticos establecidos por clínica, serán modificados mediante el estudio ecocardiográfico en las modalidades M y Bidimensional.
- 3.-Un porcentaje de los diagnósticos clínicos serán ratificados, con este método no invasivo.

MATERIAL Y METODO.

El presente trabajo se inició en el mes de enero de 1985, concluyéndose en el mes de febrero de 1986, -- al reunir 50 casos estudiados, mediante Ecocardiografía modo M y Bidimensional.

Tomando como base para el estudio, la población asistente al servicio de Cardiología, así como la población intrahospitalaria de diversos servicios de especialidad, del Centro Médico Naval.

Se incluyeron en el trabajo, pacientes de ambos sexos sin límite de edad, de todos los niveles socioeconómicos. Con sospecha clínica, electrocardiográfica o radiológica de ser portador de cardiopatía.

Los estudios fueron realizados en el departamento de ultrasonido del Centro Médico Naval. Empleando un aparato de Ultrasonido General Electric RT 3000 Digital TGC System. Sistema de ultrasonido sectorial, combinado, con ultrasonido de tiempo real. Utilizando un transductor tipo U. (3.5 MHz/90°. FOV escudriñador sectorial con ordenador de fase).

Los pacientes fueron estudiados en posición supina, realizándose múltiples cortes desde las posiciones, paraesternal, apical, subcostal y supraesternal.

RESULTADOS.

En el Departamento de Imagenología del Centro Médico Naval de la Armada de México, se estudiaron 50 sujetos con sospecha clínica, radiológica, o electrocardiográfica, de ser portadores de cardiopatía.

Del total estudiado; veintisiete (cincuenta y cuatro por ciento) correspondieron al sexo femenino, y veintitres (cuarenta y seis por ciento) al sexo masculino.

La edad vario entre dos meses y ochenta y cuatro años, con una media de 39.84

En el estudio se emplearon básicamente las modalidades M y Bidimensional.

Los resultados obtenidos en este estudio mostraron:

a).-El primer lugar de prevalencia en esta serie, -- fue para las cardiopatías congénitas, con un total de trece casos. De ellos, tres casos correspondieron a Comunicación Interauricular (C.I.A.), tres casos a Aórtia bivalva, dos casos a Comunicación Interventricular (C.I.V.), dos casos con persistencia de conducto arterioso (P.C.A.), un caso de atresia tricúspídea con C.I.A. mas C.I.V., un caso de transposición corregida de grandes vasos mas C.I.V. y un caso con estenosis pulmonar. (Tabla II)

b) El segundo lugar fué ocupado por las cardiopatías reumática e isquémica, con seis casos cada una de ellas.

De las cardiopatías reumáticas, cuatro casos correspondieron a estenosis mitral, en dos de ellos la obstrucción era muy severa (área diastólica valvular menor de 1 cm^2). Un caso de doble lesión mitral más doble lesión tricuspídea con predominio de la insuficiencia y dilatación aneurismática de la aurícula derecha. Un caso de insuficiencia aórtica pura de grado severo, con estenosis mitral pura ligera, y severa dilatación del ventrículo izquierdo. (Tabla III)

Seis casos correspondieron a cardiopatía isquémica, y de ellos, dos casos fueron infarto antiguos antero septales, Tres casos de infartos antiguos posteroinferiores, y un caso de infarto antiguo lateral e inferior. Los hallazgos ecocardiográficos correlacionaron con los datos electrocardiográficos en la topografía del sitio infartado. (Tabla IV).

e) Trece casos correspondieron a cardiopatías diversas, de las cuáles; tres fueron derrames pericárdicos, uno de ellos fué severo y secundario a pericarditis tuberculosa, uno más, fué posterior a la aplicación de radioterapia, y el último en una paciente-

con insuficiencia cardíaca.

En esta serie, hubo un caso de mixoma en aurícula izquierda el cual era pediculado. Un caso de prolapso de valvula mitral. Un caso de miocardiopatía hipertrofica no obstructiva (asimétrica). Un caso de dilatación aneurismática de la porción ascendente y transversa de la aorta. Dos casos de Aórtoesclerosis severa con insuficiencia mitral por calcificación del anillo valvular, y con datos de cardiopatía mixta hipertensiva y aterosclerosa. Un caso de esclerosis valvular aórtica. Un caso de Cardiopatía pulmonar con insuficiencia tricuspídea. Un caso con insuficiencia mitral secundaria a calcificación del anillo valvular. (Tabla V)

d) Los doce sujetos restantes se reportaron con corazón anatómicamente normal. Las causas que motivaron su estudio ecocardiográfico fueron:

Dos casos con Síndrome de Wolff-Parkinson-White. Un caso con fibrilación auricular. Un caso con taquicardia sinusal. Un caso con extrasitios ventriculares. Un caso con taquicardia supraventricular. Un caso con sospecha de cardiopatía isquémica. Tres casos con soplos anorgánicos. Un caso con hipertensión arterial reactiva. Un caso post operado de coartación aórtica, P.C.A. y C.I.V. (tabla VI)

TABLA I.

RESULTADOS

1.-Cardiopatía Congénita	13	26%
2.-Cardiopatía Reumática	6	12%
3.-Cardiopatía Isquémica	6	12%
4.-Cardiopatías diversas	13	26%
5.-Corazón anatómicamente normal	12	24%
<hr/> Total de casos estudiados	50	100

TABLA II

CARDIOPATIA CONGENITA

Comunicación interauricular (C.I.A.).....	3
Comunicación interventricular (C.I.V.).....	2
Persistencia de Conducto Arterioso (P.C.A.).....	2
Aórtica bivalva.....	3
Estenosis pulmonar.....	1
Atresia tricuspídea + C.I.A. + C.I.V.....	1
Transposición de grandes vasos + C.I.V. + estenosis subvalvular pulmonar.....	1
<hr/> Total	13

TABLA III

CARDIOPATIA REUMATICA.

Estenosis mitral	4
Doble lesión mitral + Doble lesión Tricuspídea	1
Insuficiencia Aórtica + estenosis mitral pura	1
<hr/> Total	6

TABLA IV
CARDIOPATIA ISQUEMICA.

Infarto antiguo posteroinferior	3
Infarto antiguo anteroseptal.	2
Infarto antiguo lateral e inferior	1
Total	6

TABLA V.
CARDIOPATIAS DIVERSAS.

Derrame pericárdico.....	3
Prolapso de válvula mitral.....	1
Mixoma auricular.....	1
Cardiopatía hipertensiva sistémica.....	1
Miocardopatía hipertrófica no obstructiva (asimétrica).....	1
Aórtoesclerosis severa + insuficiencia mitral por calcificación de anillo valvular + Cardiopatía mixta hipertensiva/ateroesclerosa.....	2
Esclerosis valvular aórtica.....	1
Dilatación aneurismática de la porción ascendente y transversa de la Aorta.....	1
Insuficiencia mitral sec. a calcificación de anillo valvular.....	1
Cardiopatía pulmonar mas insuficiencia tricuspídea.....	1
Total	13

TABLA VI

Corazón anatómicamente normal	12
-------------------------------	----

DISCUSION.

El proyecto de este trabajo, partio de la necesidad de conocer la utilidad que puede prestar la ecocar - diografía, en un Hospital General de Concentración, - como lo es el Centro Médico Naval.

En los pacientes con patología cardiovascular que re - quirieron este método de estudio, se logró precisar - el tipo de cardiopatía existente, así como sus conse - cuencias hemodinámicas. Estas se precisaron con la - determinación de los diámetros de las cavidades car - díacas,, el grosor de sus paredes y la movilidad de - las válvulas cardíacas. Además en los sujetos con -- soplo anorgánico, fue posible aclarar la normalidad - ecocardiográfica del corazón, y precisar qué estos - fenómenos auscultatorios no eran originados por le - siones orgánicas.

Los resultados obtenidos en este estudio, reflejan - parcialmente la incidencia de la patología cardiovas - cular existente en el Centro Médico Naval.

Además es indiscutible, que los costos del estudio - resultan relativamente bajos, en comparación con --- otros métodos invasivos. Estos últimos, tienen un -- costo mucho mayor, además de que son potencialmente - peligrosos para la integridad física de los pacientes y su indicación está superditada a una evaluación -- previa con estudios de registro externo.

CONCLUSIONES.

En los últimos años la técnica de la ecocardiografía, ha tenido una influencia primordial en el tratamiento médico y quirúrgico del paciente con enfermedades cardíacas.

La ecocardiografía modo M ha constituido un método de valoración del tamaño de las cavidades, espesor de la pared y movimientos valvulares.

El desarrollo de la ecocardiografía bidimensional ha perfeccionado una técnica. para el estudio del aspecto anatómico espacial de las estructuras cardíacas, - permitiendo con ello una definición mas exacta de la anatomía cardíaca, incluso en cardiopatías congénitas muy complejas.

Los nuevos perfeccionamientos del instrumental y procesamiento de imágenes permiten una visualización -- excelente de las estructuras cardíacas.

La reciente aparición de la ultrasonografía Doppler, ha añadido a la ecocardiografía bidimensional, la -- capacidad de cuantificar gradientes valvulares, gasto cardíaco y tamaño de cortocircuitos.

En conclusión, la ecocardiografía en sus diversas - modalidades, constituye un recurso no invasor, sensible, específico y objetivo para el diagnóstico de-

de un gran número de cardiopatías.

Su utilidad en un Hospital General de Concentración es innegable, desde el punto de vista médico ofrece un diagnóstico confiable, evita estudios de cateterismo cardíaco innecesarios, y en algunos casos es suficiente la información que ofrece para evaluar el tipo de cirugía correctiva.

Desde el punto de vista económico, el costo de los estudios ecocardiográficos son muy bajos, y puede ser realizado inclusive a la cabecera del enfermo.

B I B L I O G R A F I A

- 1) Firestone F.A.: The supersonic reflectoscope, an instrument for inspecting the interior of solid parts by means of sound waves, J.A. Const. Sec.Am. 17: 287,1945.
- 2) Edler I.,Hertz C.H.: Use of ultrasonic reflectoscope for continuous recording of movements of heart walls, Kung. Fysiograf,Sallsk. Lund. Forhandl.24: 40,1954.
- 3) Edler,I., y Hertz, C.H.: Ultrasound cardiogram in mitral valvular disease. Acta Chir.Scandinavica. III: 230,1956
- 4) Feigebaum , H., Waldhausen, J.A., and Hyde,L.P.: Ultrasound diagnosis of pericardial effusion. J.A. M.A., 191:107, 1965.
- 5) Gramiak R., Shah P.M., Kramer D.H.: Ultrasound - cardiography: contrast studies in anatomy and - function. Radiology. 92: 939,1969
- 6) Wells, P.N.T.: Biomedical Ultrasonics. London , Academic Press, 1977.
- 7) Wells, P.N.T.:Absorption and dispersion of ultrasound in biological tissue. Ultrasound Med.Biol., 1:369,1975.
- 8) Mason. W.P.:Piezoelectric crystals and their applications to ultrasonics. New York, Van Nostrand, 1950.
- 9) Griffith, J.M.,y Henry,W.L.: A sector scanner for real-time Two dimensional echocardiography. Circulation,49:1147,1974.
- 10)Hatle L. Angelsen BAJ. Doppler ultrasound in cardiology: physical principles and clinical applications. The foundation of scientific and industrial research at the Norwegian Institute of Technology. Trondheim,1981.

- 11) Asin Cardiel E. Ecocardiografía nuevas técnicas. Interpretación del ecocardiograma Yuste P. Asin Cardiel E. Editorial Norma 1979, p 33.
- 12) Morris NK, Gary SM, Bernard LS. Clinical Uses of - Two Dimensional Echocardiography. Am J Cardiol - 1980;45:1061-82.
- 13) Feigenbaum, H.: Echocardiography. 3^a ed. Lea and - Febiger. 1981.
- 14) Diagnóstico cardiaco por métodos no invasores II Clinicas Medicas de Norteamerica Vol 2/1980. Inter americana
- 15) Asin Cardiel E. Diagnóstico en Cardiología. 1^a - Edición. Interamericana. 1984
- 16) Vargas-Barron J. Ecocardiografía de Modo M, Bidimensional y Doppler. Editorial. Salvat 1^a Edición 1985.