

APUNTES CURSO ECOGRAFÍA TRANSTORÁCICA

*Recopilación de: Víctor Fernández
Médico de Emergencias
(UME de Motilla del palancar)*

Principios físicos y tecnológicos de la ecocardiografía

1.1 Descripción básica

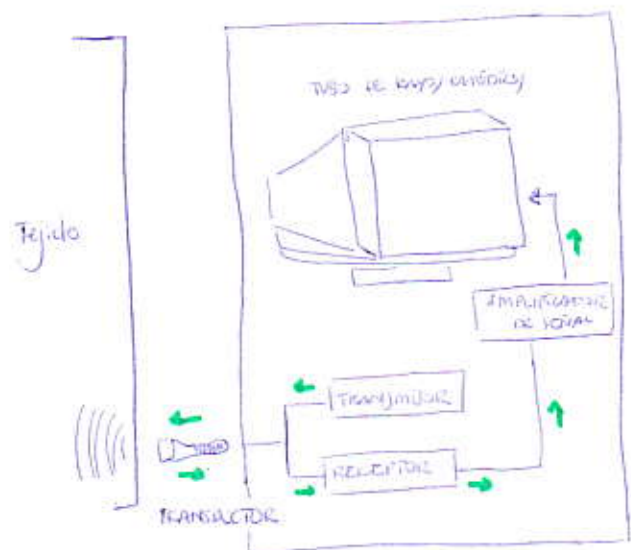
Las ondas sonoras comparten propiedades físicas con los rayos de luz por lo que son susceptibles de ser estudiadas y analizadas con los métodos tradicionales y clásicos de la óptica.

Para recordar diremos que las ondas sonoras se propagan mejor en medios sólidos que aéreos, teniendo en cuenta las interfaces que fluctúan entre estos dos extremos; se pueden reflejar, refractar y, distinto de los rayos de luz, se pueden difractar. Parte de estas propiedades se han aplicado al conocimiento científico, que con el tiempo dieron lugar a los ecógrafos que, valiéndose del ultrasonido, ayudan al médico en una de sus varias funciones cotidianas: el diagnóstico por imágenes.

A continuación describiremos, de forma gráfica, el funcionamiento básico de un ecógrafo.

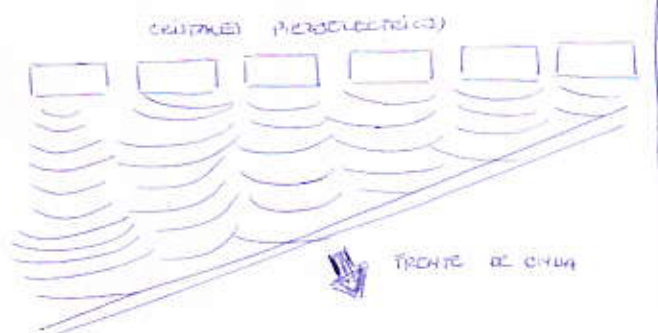
Componentes básicos de un ecógrafo

- Transmisor: genera pulsos eléctricos con frecuencia y duración determinadas.
- Transductor: se pone en contacto con la zona explorada. Contiene los cristales piezoeléctricos.
- Receptor: capta las señales eléctricas provenientes del transductor.
- Amplificador: amplifica las señales eléctricas para que puedan ser procesadas.
- Tubo de rayos catódicos: acepta y procesa las señales eléctricas convirtiéndolas en imágenes.



Generación y emisión de las ondas ultrasonicas

Secuencia de Emisión de ondas al Transductor



El transmisor del ecógrafo genera pulsos eléctricos, con duración y frecuencia determinadas; de allí pasan al transductor estimulando los cristales piezoeléctricos que al vibrar, transducen estos pulsos en ultrasonido con frecuencias que pueden ir desde 2 hasta 7 MHz.

Ultrasonidos: 0.2 - 7 MHz

Ver animación ampliada

★ Reflexión de las ondas ultrasónicas

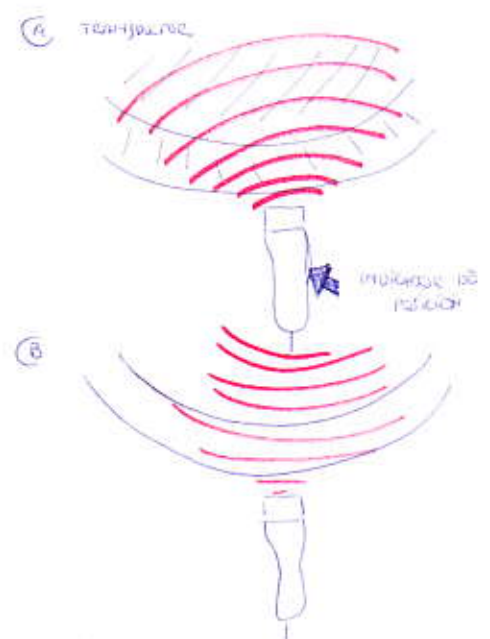
Una vez emitido el haz sonoro, parte de él se refracta y otra parte se refleja según las diferencias de impedancia acústica y la profundidad de los distintos elementos (tejidos) que atraviesa.

★ Recepción de las ondas reflejadas

La fracción reflejada que incide de vuelta sobre el cristal piezoeléctrico lo deforma haciendo vibrar, hecho que a su vez produce una corriente eléctrica que es captada por el receptor.

★ Procesamiento de las ondas recibidas y generación de la imagen

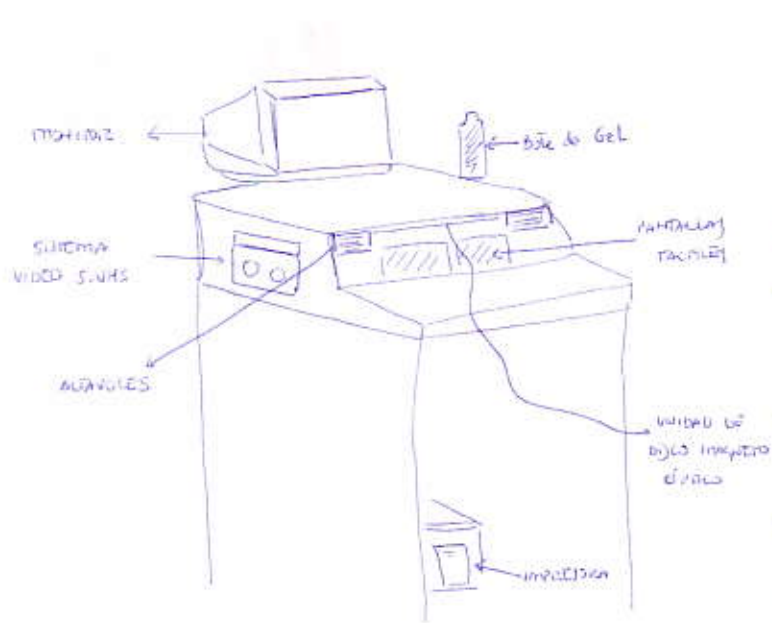
El estímulo eléctrico, cuya intensidad depende en parte de la profundidad de los elementos explorados, es transmitido a un amplificador de señal de donde se envía al tubo de rayos catódicos en donde finalmente se genera una imagen.



1.2 Funciones básicas de los ecógrafos modernos

Para que las imágenes a estudiar tengan una calidad óptima y además puedan cumplir una labor facilitadora del trabajo de los especialistas en imágenes diagnósticas, los ecocardiografos modernos cuentan con los siguientes recursos:

Modos de trabajo



Ver animación ampliada

MODOS DE TRABAJO

Modo M, 2D, Doppler pulsado y continuo y Doppler color

Novedades tecnológicas

- ✦ Digitalización de las imágenes para realizar ecos por ondas.
- ✦ Armónico de tejidos y de contraste.
- ✦ Doppler tisular

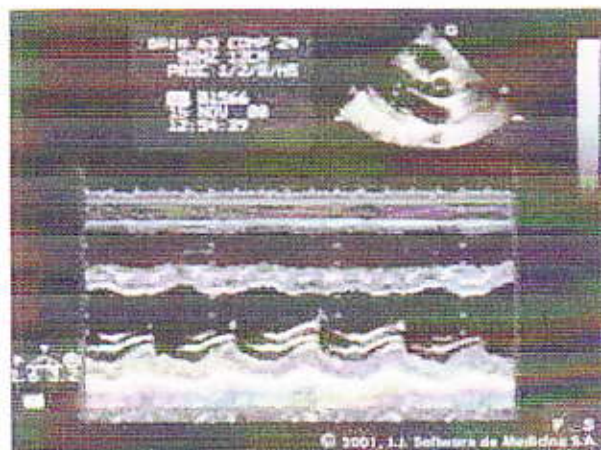
Además los equipos tienen una serie de periféricos como son:

-Grabación en video y disco óptico

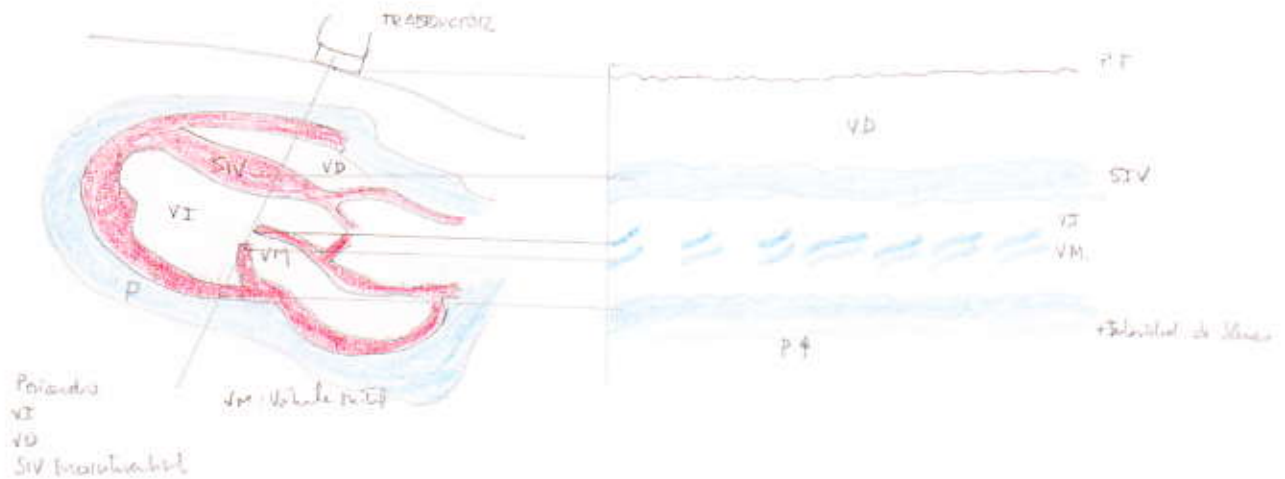
-Impresora en blanco y negro y color

1.3 Registro en Modo-M 1 Dimensión

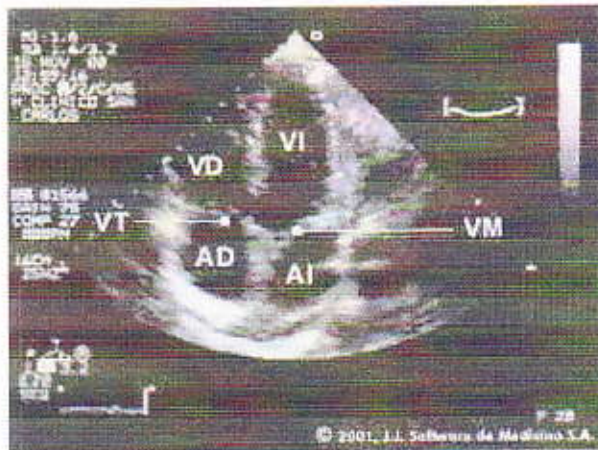
Es un registro, en una dimensión, para interfaces en movimiento. Consiste en dirigir un haz de sonido, perpendicularmente, hacia las estructuras que se quieren explorar y así recoger los ecos reflejados y generar imágenes. Estos ecos se desplazan por la pantalla del ecógrafo en función del tiempo y la distancia. El tiempo que transcurre desde la emisión de la onda ultrasonica hasta la recepción del eco se convierte en una representación gráfica de las distancias entre cada interfase y el transductor. Su principal utilidad es medir, con gran exactitud, las dimensiones de las cavidades, las estructuras valvulares y analizar sus movimientos durante el ciclo cardíaco.



Ver tabla de
abreviaturas



1.4 Imagen 2D



Se obtiene realizando un barrido espacial de la zona anatómica explorada. De esta manera se logran imágenes bidimensionales de casi todas las estructuras cardíacas con una excelente orientación espacial. Esta movilidad permite el estudio de la anatomía del corazón por planos y de los movimientos del mismo en tiempo real. Así misma se considera la base para orientar el haz de sonido, en forma conveniente, al estudiar los demás modos.

En la foto se observa una vista apical 4 cámaras: en la parte superior VI y VD y en la parte inferior las aurículas. Se indica que la imagen resultante, de la combinación es invertida tanto en sentido vertical como horizontal.

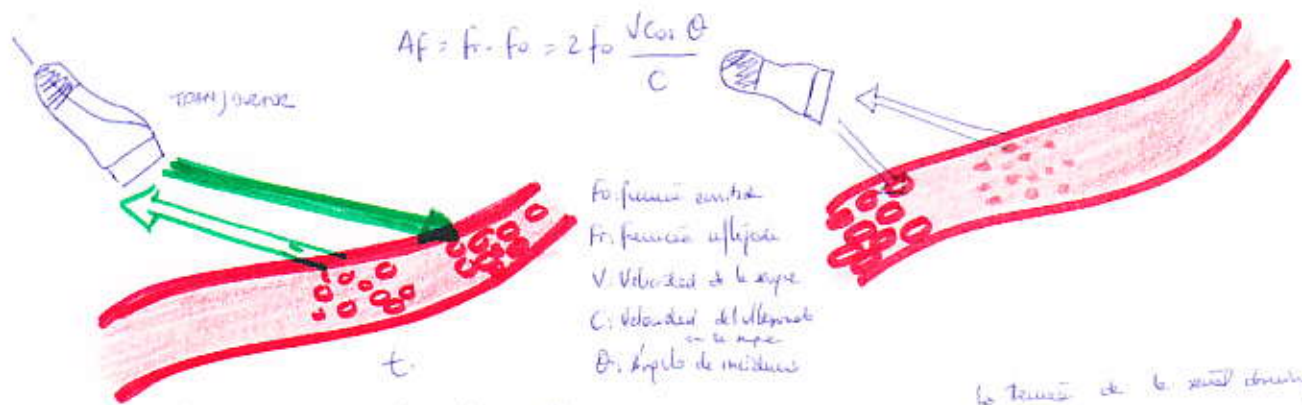
1.5 Doppler: pulsado, continuo y color

Registra el cambio de frecuencia que experimenta una onda ultrasónica emitida, al reflejarse desde una estructura en movimiento. Cuando el móvil se acerca a la fuente sonora la frecuencia aumenta y cuando se aleja de la fuente, disminuye, según postuló Christian Doppler en 1842.

Suministra información acerca de la velocidad del flujo sanguíneo y la dirección del mismo en la zona explorada, así por tanto permite analizar patrones espaciales de velocidad y gradientes de presión

Para obtener resultados óptimos, el haz de ultrasonido se debe situar lo más paralelo posible al flujo explorado.

DINÁMICA DE ESCOPO CONTINUO

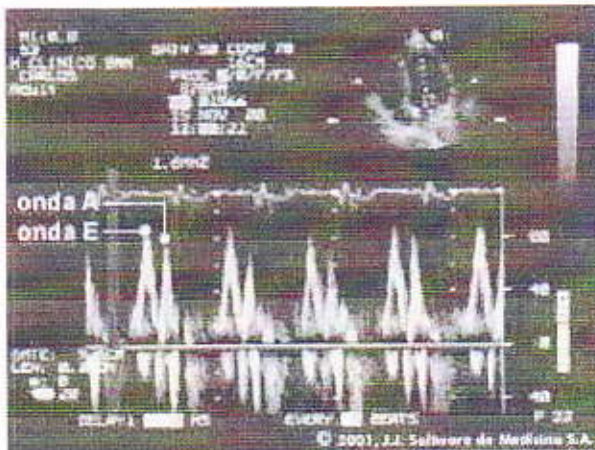


La frecuencia de la señal emitida al reflejarse en un cuerpo que se mueve al transductor lo que nos permite obtener la velocidad de flujo en un pts calculando este último.

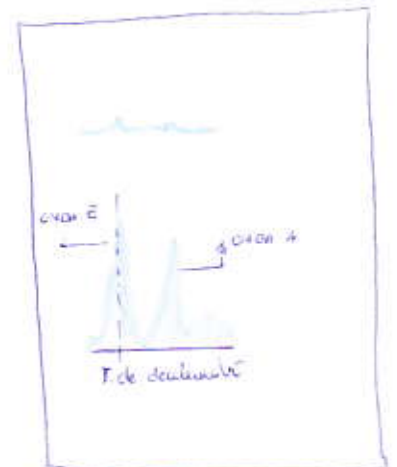
La tensión de la señal continúa cuando - unip - recibe del transductor.

vel. aumento amplitud

La modalidad de Doppler pulsado puede localizar la señal en cualquier punto del corazón, analizando una muestra única de volumen. Tiene el inconveniente de no poder estudiar velocidades de flujo elevadas.



En la gráfica se representa como líneas curvas más o menos delgadas, cuya situación depende de la posición del transductor: si el flujo se acerca al transductor, la curva se localiza por encima de la línea basal y si se aleja, por debajo de esta.

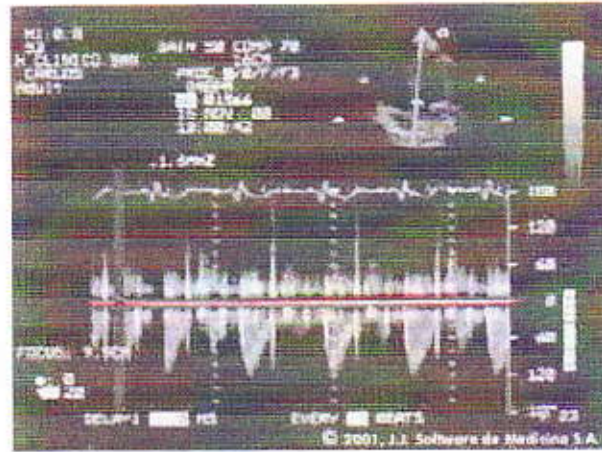


La modalidad de Doppler continuo, al ser continua y simultánea la emisión y recepción de las ondas de ultrasonido, puede determinar las altas velocidades de flujo que se generan en las válvulas estenóticas o regurgitantes. Distinto del Doppler pulsado, con este modo no es posible analizar, con buena resolución, puntos muy específicos de la anatomía cardíaca.

La gráfica viene representada como una curva ancha cuya situación, igual que en el

ubicación del transductor ←

Doppler pulsado, depende de la posición del transductor.

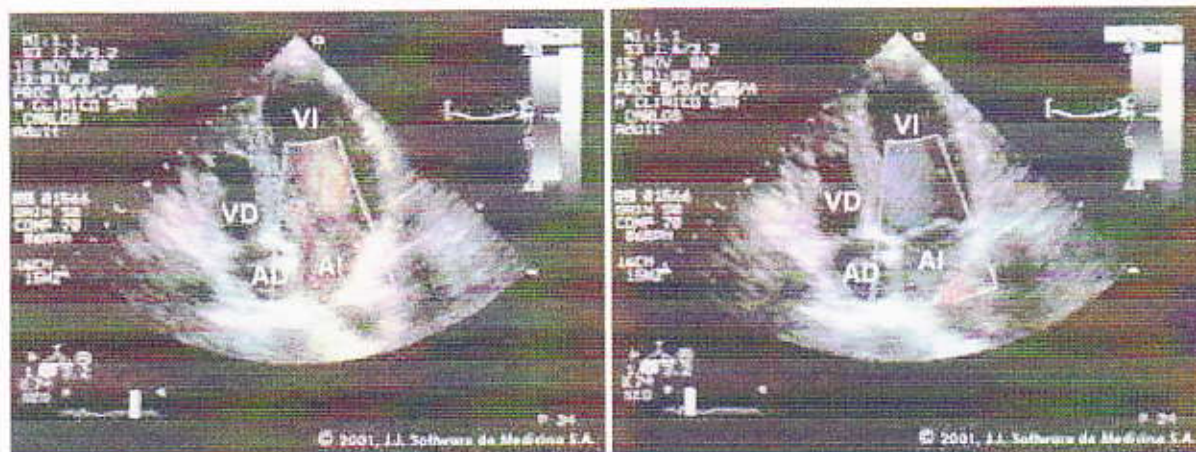


Comparación del Doppler pulsado y del Doppler continuo:

Doppler pulsado	Doppler continuo
Mide la velocidad específica del flujo sanguíneo a partir un volumen de muestra en el flujo de interés	Mide la velocidad del flujo sanguíneo a la larga distancia en todo el volumen
La velocidad máxima cuantificable (hasta ser = 2 m/s)	Capaz de medir velocidades altas (3 m/s)
Realizado por transductor duplex (2D y Doppler)	Realizado por sonda, tanto ultrapoco profundo (4MHz)
Indicado para medir velocidades bajas en una localización intracardíaca concreta	Indicado para medir velocidades altas (se debe profundizar) a través de las válvulas intracardíacas
Aplicaciones clínicas, se usa para determinar: <ul style="list-style-type: none"> la velocidad de flujo en el TAV y la integral velocidad/ tiempo las medidas de volumen la función diastólica y período la velocidad de entrada en la VCI y las velocidades en las venas pulmonar y hepática la localización de perturbaciones del flujo la velocidad en la aorta (en el imagen tejido Doppler) 	Aplicaciones clínicas, se usa para determinar: <ul style="list-style-type: none"> la velocidad pico y la integral velocidad/ tiempo gradiente de presión válvula tiempo medio de presión gradiente diastólico del TAV presión pulmonar medir la tasa de crecimiento de la presión ventricular obstrucción del regurgito Doppler de la regurgitación mitral ultrasonidos

El **Doppler color** consiste en un análisis de múltiples volúmenes de muestra en los que se codifican en color, la velocidad y la dirección del flujo. Convencionalmente el flujo que se acerca al transductor se representa en rojo, mientras que aquel que se aleja, en azul. Los flujos que aparecen como una mezcla de colores rojo, amarillo, azul y verde indican que las velocidades son turbulentas.

En las torax se observa cómo el flujo aurículo-ventricular (rojo) se acerca al transductor y el ventrículo-arterial (azul), se aleja.



volver arriba

Fundamentos y técnica de la exploración ecocardiográfica

2.1 El paciente

Es muy importante conseguir que el paciente esté tranquilo y relajado para lograr buenos resultados.

El paciente no requiere más preparación que la información que, por obligación, hay que suministrarle antes de la realización del estudio. Se debe hacer énfasis en que este procedimiento no comporta ningún riesgo añadido al riesgo intrínseco de su patología de base.

2.2 Ventanas exploratorias, planos de corte y uso del transductor

El protocolo actual de la exploración ecocardiográfica, según el comité de nomenclatura de la sociedad americana de ecocardiografía, incluye las siguientes variables:

★ Ventanas exploratorias

Se han determinado 6 puntos susceptibles de ser explorados con el transductor del ecocardiógrafo.

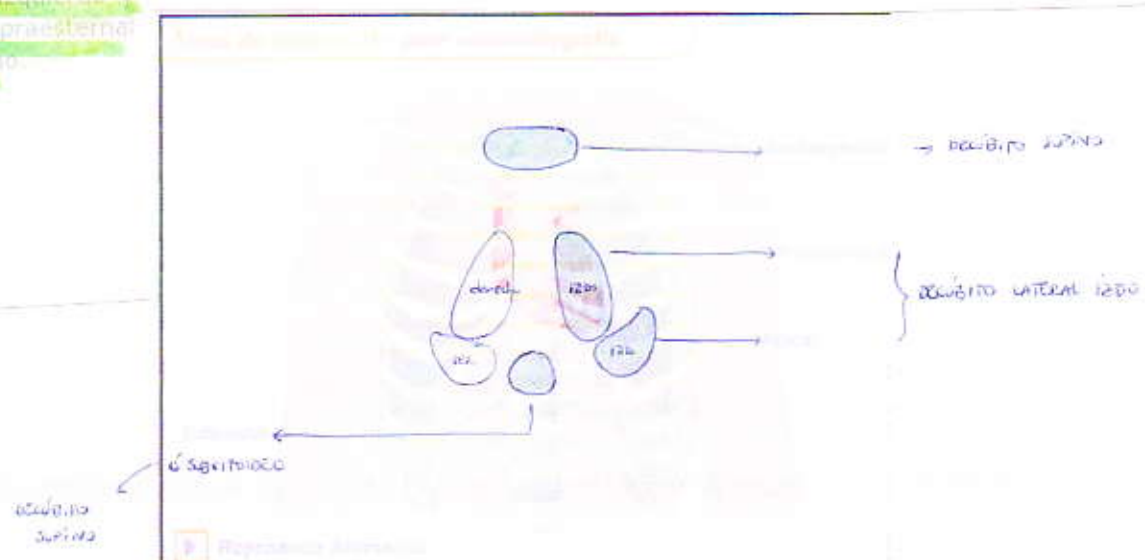
Parasternal izquierdo y derecho, apical izquierdo y derecho, subcostal o subxifóideo y supraesternal. En embargo, dado que la dextrocardia es una situación inusual, los puntos de exploración básica, son el parasternal derecho, el apical izquierdo, el subcostal y el supraesternal.

El parasternal y apical se toman con el paciente en decubito lateral izquierdo y el subcostal y supraesternal en decubito supino.

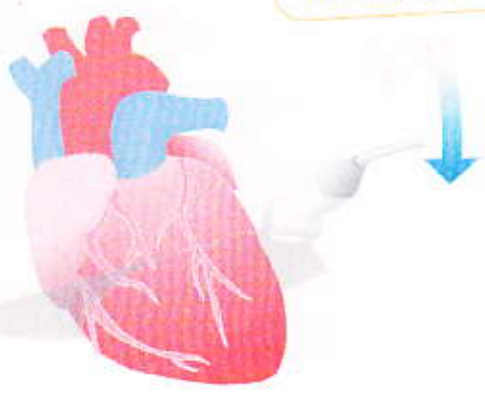
Áreas de exploración para ecocardiografía



★ Planos de corte



Ventana paraesternal / Eje corto



Ventana paraesternal / Eje corto

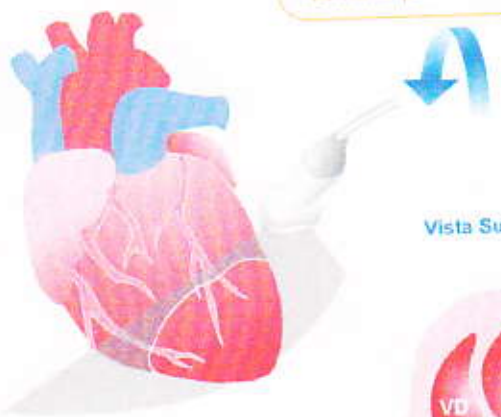


Vista Mitral



Dr. Guillermo de Witmore B.S.

Ventana paraesternal / Eje corto



Vista Subaplar

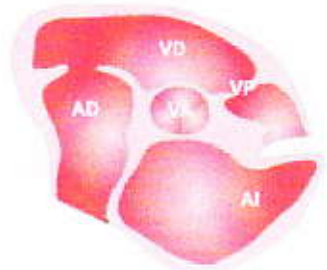
Se evalúan la movilidad y espesor de la pared ventricular. APEX.



Ventana paraesternal / Eje corto
Grandes vasos



Ventana paraesternal / Eje corto
Grandes vasos





VENTANA PARASTERNAL 1

Eje largo
Eje corto

Corta el corazón paralelo a su eje lateral

VENTANA PARASTERNAL 1 Eje largo

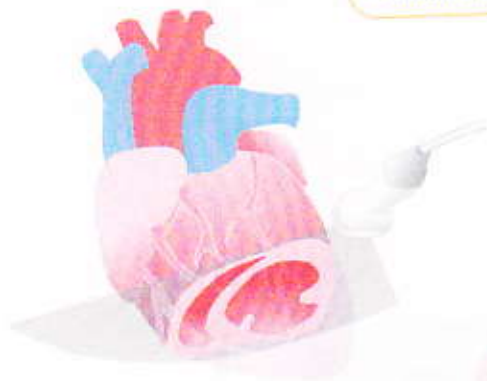


Ver animación ampliada

Reproducir Animación

Plano eje corto corta el corazón de forma perpendicular a su eje axial

Ventana paraesternal 1 Eje corto



Vista Papilar



útil para medir observar los músculos papilares observar el espesor y grosor de los paredes del VI

Ver animación ampliada

Ver animación ampliada

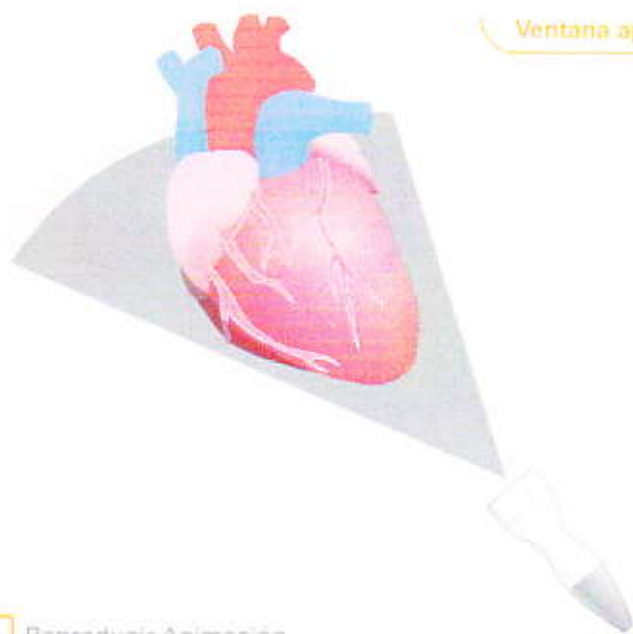
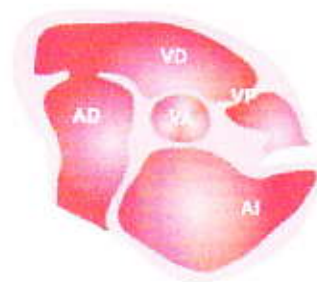
Planos cuatro y cinco cámaras son planos que cortan el corazón de forma aproximadamente paralela a la superficie anterior y posterior del tórax



Ventana paraesternal / Eje corto
Grandes vasos

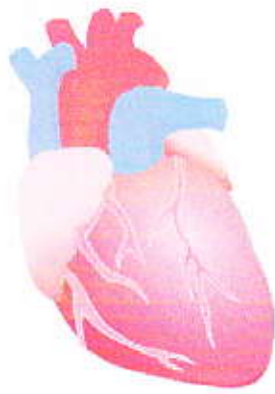


Ventana paraesternal / Eje corto
Grandes vasos



Ventana apical / 5 Cámaras

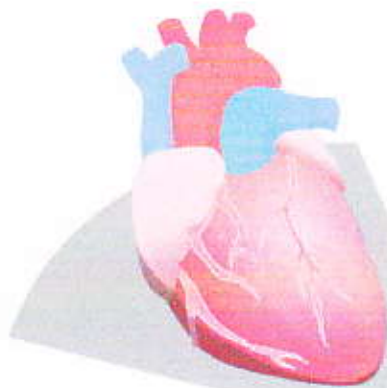
 Reproducir Animación



Ventana apical / 4 Cámaras



© J. J. Software en Medicina S.A.



Ventana apical / 4 Cámaras



© J. J. Software en Medicina S.A.



Ventana apical / 4 Cámaras



© J. J. Software en Medicina S.A.



 Reproducir Animación

[Ver animación ampliada](#)

[Ver animación ampliada](#)

Cualquier vista obtenida dentro de una angulación inferior a 45° de un plano explicado pertenece a dicho plano.

Uso del transductor

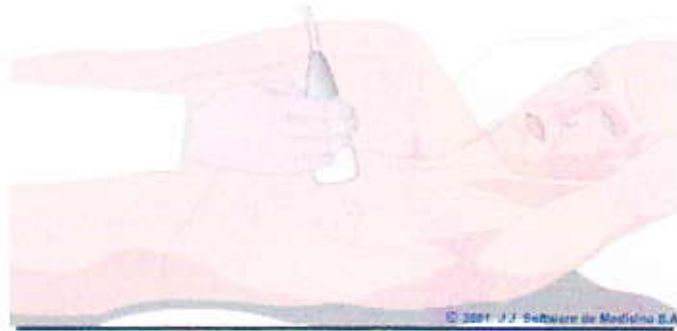
Para el correcto uso del transductor se debe tener en cuenta la marca que existe en su extremo distal y el botón inversor de imagen que se localiza en el panel de control del ecógrafo. La marca nos orientará en cuanto a la lateralidad de la imagen (derecha - izquierda), sabiendo que lo que vemos a la derecha en el monitor está a la izquierda en el paciente. Por el contrario, el botón inversor invierte la imagen de arriba abajo y viceversa y en sentido lateral. En el sentido vertical de la imagen, lo que se ve arriba en el monitor es lo que está más cerca del transductor y lo que se ve abajo, es lo que está más lejos de él.

Los movimientos que se le deben imprimir al transductor para definir las imágenes necesarias y lograr un buen estudio son:

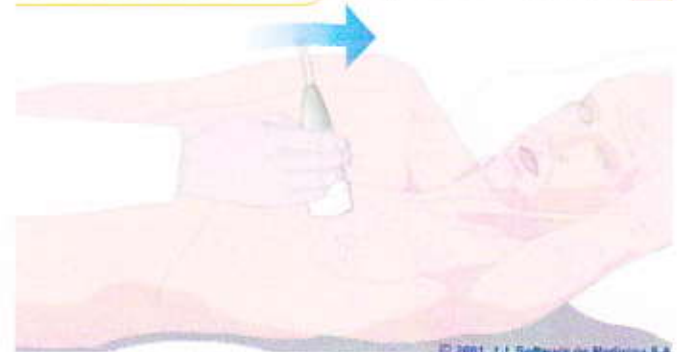
Rotación de 90°: para pasar de eje largo a eje corto ó viceversa (paraxesternal); apical a cámaras a 2 cámaras o 4 cámaras ó eje corto (subcostal), etc.



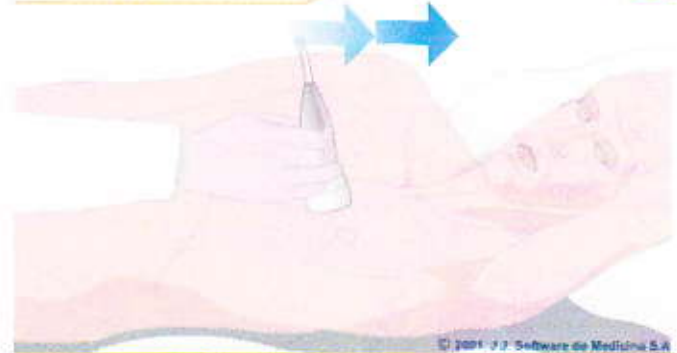
Ventana paraesternal Reproducir Animación



Ventana paraesternal Reproducir Animación



Ventana paraesternal Reproducir Animación



VENTANA SUBCOSTAL

Ventana subcostal

Reproducir Animación ▶



© 2001 J.J. Koffman via Medline®

Ventana subcostal

Reproducir Animación ▶



© 2001 J.J. Koffman via Medline®

VENTANA APICAL

Ventana apical

▶ Reproducir Animación



Ventana apical

▶ Reproducir Animación



Ventana apical

▶ Reproducir Animación



Ventana apical

▶ Reproducir Animación



VENTANA SUPRAESTERNAL

Ventana supraesternal / Reproducir Animación ▶



Ventana supraesternal / Reproducir Animación ▶



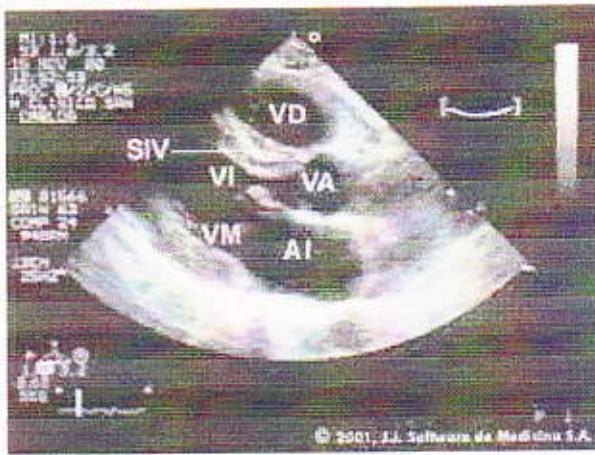
Angulación: no hay un ángulo definido para lograr ciertos planos, se hará según las posibilidades o las limitaciones que ofrezca cada caso.

Planos

Con la información anterior se deben nombrar las imágenes en 2 dimensiones con la siguiente regla: al inicio la palabra "plano" seguida del punto (ventana) donde se localiza el transductor, y al final, el plano que estamos cortando. De esta forma se obtiene lo siguiente:

Plano paraesternal eje largo

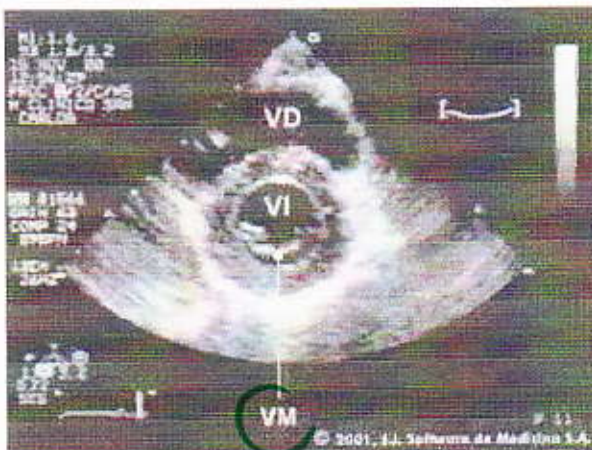
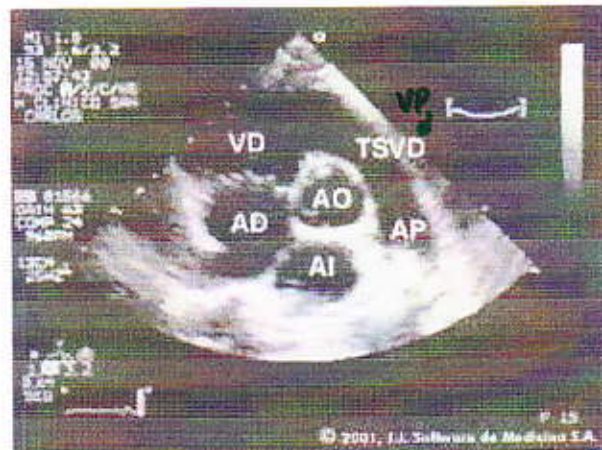
Con el transductor localizado en entre el tercer y quinto espacio intercostal paraesternal izquierdo se realiza de arriba abajo: ventrículo derecho (VD), tabique interventricular (TIV), tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), raíz de la aorta y pared posterior del ventrículo izquierdo (PP). Angulando el transductor hacia el hombro derecho, cambia el plano y se observa el tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD) y la arteria pulmonar (AP).



Plano paraesternal eje corto

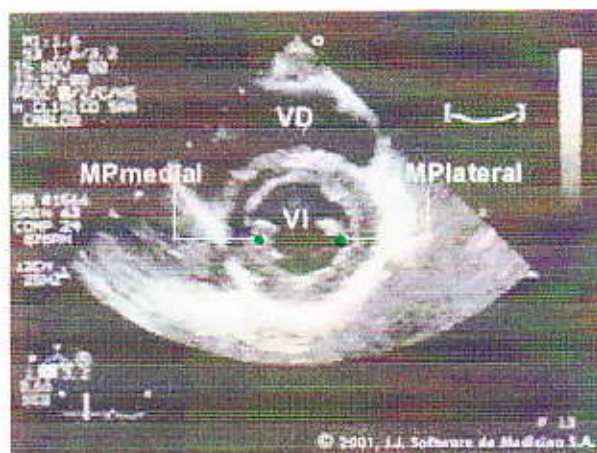
Al transductor se le imprime un giro de 90°, aproximadamente, sin moverlo de su anterior localización:

• Grandes vasos: arriba se aprecia el ventrículo derecho (VD) y a su lado la arteria pulmonar (AP); en el centro la válvula aórtica (VA) y debajo la aurícula derecha (AD) pegada al VD y la aurícula izquierda (AI).



- Valvular: se observa un corte transversal del VI a nivel de la válvula mitral, aquí es posible apreciar los movimientos de sus valvas y medir el área de la misma en pacientes con estenosis. Arriba en la pantalla está el VD.

• Papilar: es una vista particularmente útil para observar los músculos papilares, para medir el espesor y movimientos de las paredes del ventrículo izquierdo.



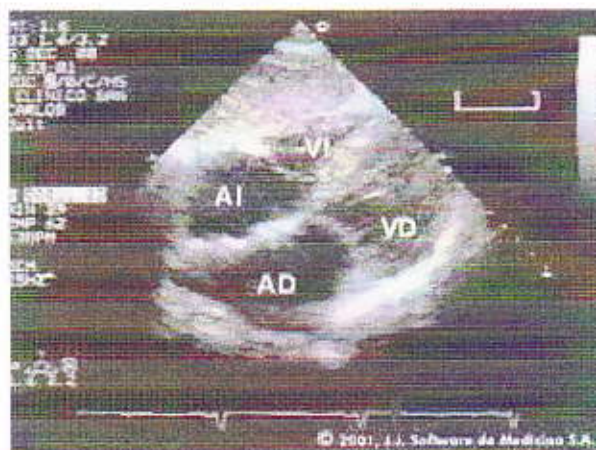
= Subapical o ápex: en este corte se evalúan, también, los movimientos y espesor de las paredes ventriculares.



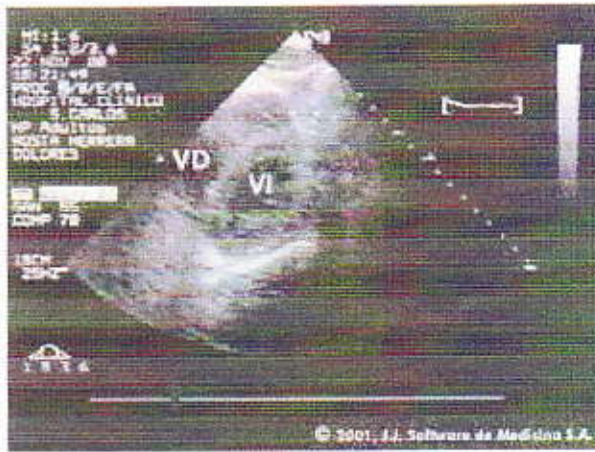
Plano subcostal (apical)

El paciente se coloca en decúbito supino y el transductor en el epigastrio en posición subxifóide. El paciente debe colaborar haciendo inspiraciones profundas y sostenidas, buscando que dicha maniobra provoque un descenso del corazón para mejorar la ventana. Además también es posible visualizar parénquima hepático, vena cava inferior y venas hepáticas. Estas últimas son reconocidas porque drenan a la vena cava inferior.

= 4 cámaras: es una imagen superior de la vista 4 cámaras apical ya que la lateralidad de las cámaras está invertida.



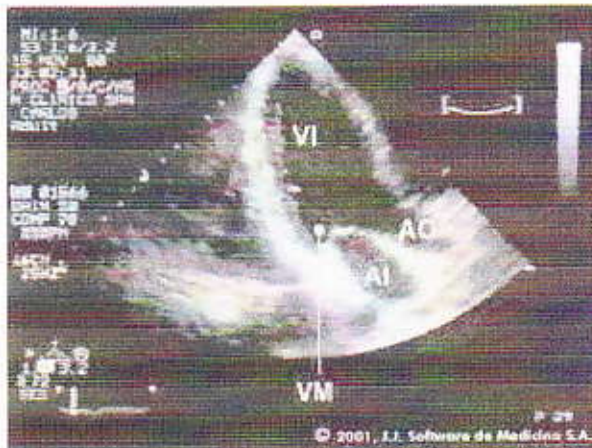
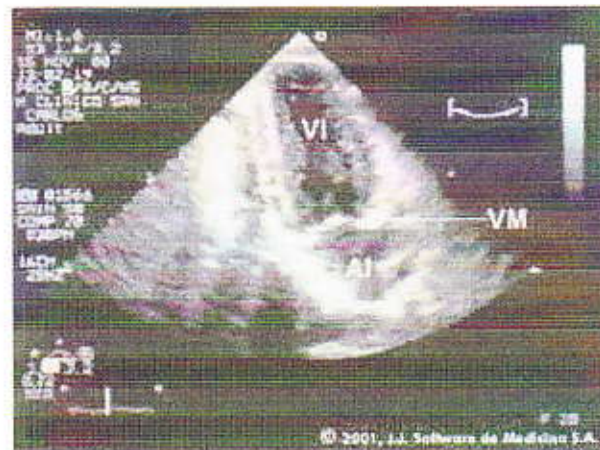
Eje corto: también está invertida la.



lateralidad de la imagen. Se pueden apreciar los ventriculos e incluso la AP y su válvula.

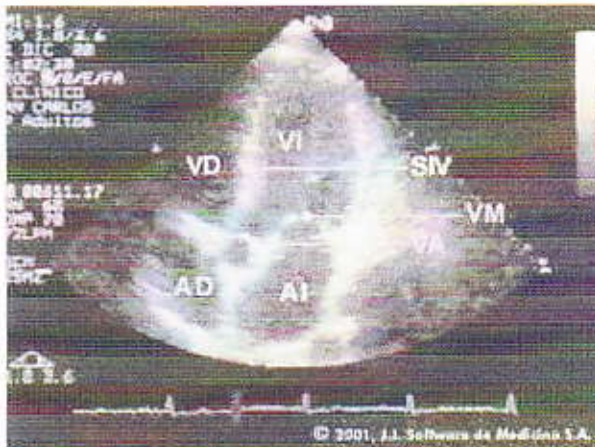
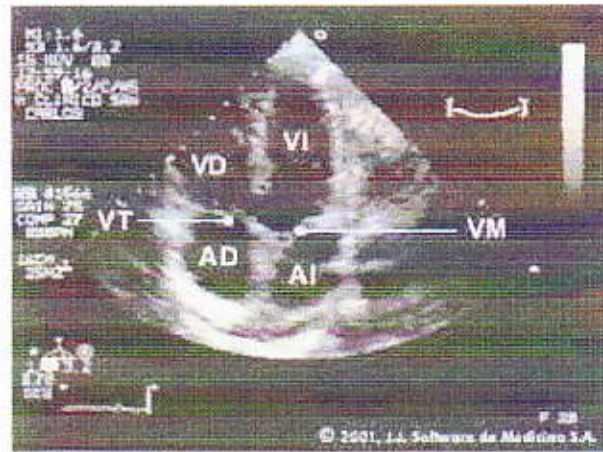
Plano apical

- 2 cámaras: se observa el VI, la AI y la VM; también se observan muy bien las paredes anterior e inferior del VI.



- 3 cámaras: se observa el VI, la AI y la AG.

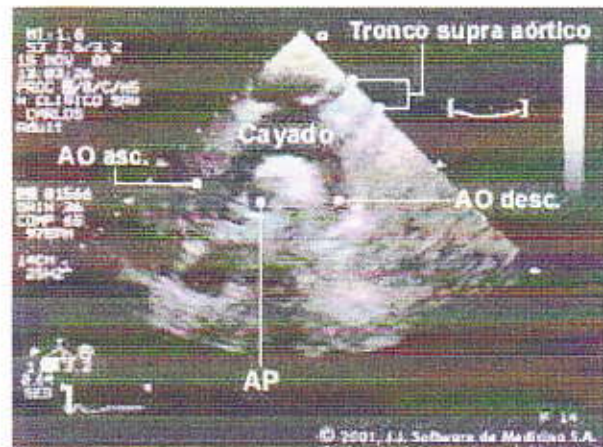
- 4 cámaras: además de las 4 cavidades se puede apreciar los séptums interauriculares e interventriculares, lo mismo que la implantación de las válvulas de la VM y válvula tricúspide (VT). Es una vista ideal para valoración de anomalías congénitas.



5 cámaras* además de todo lo anterior se puede apreciar el TSVI y la VA.

Plano supraesternal

La imagen más típica de esta vista es la de la aorta cabalgando sobre la arteria pulmonar. Es una buena ventana para la valoración de flujo con Doppler.



2.3 Determinación de medidas anatómicas y funcionales del corazón

Los ecocardiogramas modernos realizan una serie de cálculos de parámetros, a partir de medidas que deben ser introducidas manualmente durante el estudio.

No es objetivo de este curso hacer un análisis de las fórmulas matemáticas y físicas que dieron origen a esos parámetros, por lo que se mencionan solo brevemente los datos mínimos que debe contener un informe ecocardiográfico para que sea fiable.

Además de estos cálculos físicos el informe ecocardiográfico lleva consigo una buena dosis de observación y algo de subjetivismo lo cual implica que el entrenamiento y el ejercicio de esta especialidad debe ser disciplinado.

Algunos de los parámetros que se informan son los que se anotan en la siguiente tabla:

PARÁMETROS	Rango (mm)	Tipo de cálculo
Diámetro telediastólico VI	35 - 57	Manual en modo M
Diámetro telesistólico VI	1 - 39	Manual en modo M
Grosor del TIV	6 - 11	Manual en modo M
Grosor PP	6 - 11	Manual en modo-M
Aurícula izquierda	19 - 41	Manual en modo-M
Raíz aórtica	30 - 37	Manual en modo-M
Fracción de eyección 2D	>50%	Automático

Además se informa acerca de los gradientes de cada válvula, lo mismo que sus medidas anatómicas, entre otros (Ver apéndice)

[anexos](#)

[volver arriba](#)