

Ecocardiografía en la UCI.

Autores: Dr. Carlos Gregorio Yun Angarica*, Juan Prohías Martínez**, Angela Castro Arca**, Oyantay Mérida Álvarez**, Gerardo Senra Piedra**.

* Especialista de Medicina Interna, Cardiología, Medicina Intensiva y Emergencias Médicas.

** Especialista de Cardiología.

E- Mail: yun.mtz@ infomed.sld.cu

Introducción:

El ultrasonido es una de las herramientas de imagen no invasivas más usadas por el médico moderno. Es de muy rápido acceso - respuesta, y en la relación costo – efectividad es sin dudas la mejor. Además es transportable y entonces puede llegar a sitios donde otras tecnologías más complejas como la Tomografía Axial Computarizada (TAC) y la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) no pueden, como son una zona de accidentes, un quirófano, dentro de una ambulancia, o en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). El paciente crítico no es transportable y además de difícil de acceso porque tiene que estar rodeado de múltiples equipos indispensables como son respiradores mecánicos, balón de contrapulso, máquinas de hemodiálisis, monitores, máquinas de gasto cardíaco, bombas de infusión, jeringuillas perfusoras, aspiradoras, sondas y recolectores, por esto tiene que ser diagnosticado dentro de la UCI y sin poder separarse de este diverso y complejo equipamiento que la garantiza la vida, esta razón hace a la ultrasonografía de inmenso valor en el manejo del enfermo grave.

El presente ensayo versará sobre la ecocardiografía en las UCI y en como su utilización es importante para el reconocimiento del estado de la volemia, presiones de llenado, función de bomba del corazón y alteraciones fisiológicas propias del paciente de esta área, así como para valorar la respuesta a la terapéutica con inotrópicos, vasopresores, vasodilatadores, cristaloides, coloides e instrumentaciones. Frente a un paciente con inestabilidad hemodinámica ninguna herramienta puede dar tanta información al lado de la cama del paciente, en tan poco tiempo y por demás de manera no invasiva.

Con la práctica una exploración ecocardiográfica completa en UCI puede ser realizada en minutos y evaluar precarga, contractilidad, función sistólica global y segmentaria, disfunción diastólica, postcarga, valorar la interacción corazón-pulmón y buscar enfermedades cardíacas específicas. (1,2)

Aplicación de los avances tecnológicos.

Aunque los equipos de ultrasonido de plataforma grande pueden ser ubicados al lado de la cama del paciente crítico, la miniaturización ha permitido disponer de equipos del tamaño y peso de una Laptop común, que no solo tienen una buena calidad de imagen y múltiples funciones, si no que además ahorran el preciado espacio ya restringido por los equipos y personas al lado del paciente grave, además de tener un menor costo lo que ha ayudado a su difusión.

El desarrollo de los ecocontrastes y el 2do armónico tisular han permitido que las malas ventanas acústicas transtorácicas sean menos de un 3 % y que el

Ecocardiograma Transtorácico (ETT) sea muy usado en la UCI aunque el Ecocardiograma transesofágico (ETE) a veces es obligatorio. La detección automática de los bordes endocárdicos, hace más exacto el cálculo de los volúmenes y agiliza y simplifica la operación, así como facilita la observación de las zonas con trastornos de la contractilidad segmentaria. (3,4)

Atenciones especiales para el eco en UCI:

La hemodinamia en los pacientes en cuidados intensivos se ve afectada por una serie de alteraciones disímiles, como son la sepsis, ventilación a presión positiva, presión positiva al final de la espiración (PEEP), la sedación y relajación, efectos de drogas vasoactivas e inotrópicas, vasodilatadores potentes, y condiciones diferentes de precarga. (5), esto tiene que tenerlo presente el ecocardiografista de la UCI e ir integrándolo todo cuando realiza un estudio.

Realización de la ecocardiografía por los intensivistas.

El ultrasonido cardiaco es la herramienta básica para que el cardiólogo interprete las enfermedades cardiovasculares y emita sus diagnósticos, el ecocardiograma ideal realizado en UCI seria aquel que fuera ejecutado por un cardiólogo ecocardiografista entrenado en cuidados críticos, de no ser posible entonces tenemos que tomar un intensivista y entrenarlo en ecocardiografía.

El médico intensivista está bien diseñado para ser hábil con sus manos, para interpretar en difíciles condiciones y para aprender rápido. Múltiples ensayos han demostrado que pueden aprender ecocardiografía básica en muy corto periodo de tiempo y que después de un entrenamiento completo es capaz de coincidir en sus diagnósticos en más de un 95% con ecocardiografistas expertos. Ya existen los diseños de los estudios que deben hacer y los diagnósticos que pueden realizar en los diferentes niveles de conocimientos alcanzados durante un entrenamiento programado.

El ecocardiograma de intensiva busca la causa del shock, por tanto mira el status de volumen y la explicación del compromiso hemodinámico. (8)

El cardiólogo ecocardiografista común no puede estar a tiempo completo en la UCI por lo que el ecocardiograma de monitoreo hemodinámico y de valoración a la respuesta de procedimientos médicos debe ser realizado por el intensivista que acompaña al paciente. No obstante el cardiólogo siempre será el experto a consultar.

Anomalías Cardiopulmonares que son únicas para el paciente de Cuidados intensivos y en las que una estimación ecocardiográfica es frecuentemente necesaria para optimizar su cuidado.

- Shock Séptico.
- Insuficiencia circulatoria Aguda.
- Embolismo pulmonar.
- Interacción Cardiopulmonar en pacientes con ventilación mecánica.
- Inestabilidad hemodinámica después de cirugía cardiaca.
- Inestabilidad hemodinámica después de un trauma.

- Causas atípicas de disfunción cardíaca específica de los pacientes de UCI: Hemorragia subaracnoidea, muerte cerebral, problemas metabólicos, intoxicaciones, miocarditis.
- Edema pulmonar no cardiogénico.
 - Injuria pulmonar aguda.
 - Síndrome de Distress Respiratorio Agudo. (SDRA). (6)

Tabla 1. Indicaciones de la Ecocardiografía en UCI.

Indicaciones de Ecocardiografía en UCI.

En pacientes críticamente enfermos.

- Pacientes con hemodinámica inestable.
- Sospecha de disección Aórtica.
- Pacientes con hemodinámica estable en el que no se espera tengan enfermedades cardíacas.
- Reevaluación del paciente con hemodinámica estable.

En pacientes con heridas críticas.

- Trauma del pecho severo, cerrado o abierto.
- Paciente con trauma del pecho o múltiples traumas en ventilación mecánica.
- Paciente con trauma en el que se sospecha enfermedad valvular o miocárdica preexistente.
- Paciente con múltiples traumas, inestable hemodinámicamente sin lesiones obvias de trauma en el tórax pero con un mecanismo de lesión que sugiere potencial daño cardíaco o Aórtico (Desaceleración o aplastamiento).
- Ensanchamiento del mediastino, sospecha de injuria Aórtica post trauma.
- Potencial daño por catéter, guías de alambre, electrodo de Marcapaso, aguja de pericardiocentesis con o sin signos de taponamiento cardíaco.
- Evaluación de la hemodinámica en pacientes con trauma torácico o múltiples traumas con monitoreo con Catéter en Arteria Pulmonar (CAP) y datos incongruentes con la situación clínica.
- Estudio de seguimiento de pacientes con traumas penetrantes o cerrados.
- Sospecha de contusión miocárdica en pacientes con hemodinámica estable con ECG normal. (7)

La ecocardiografía y el catéter en la arteria pulmonar.

Aunque han existido controversias durante años, el catéter en la arteria pulmonar (CAP) es usado frecuentemente para determinar la carga de volumen del Ventrículo Izquierdo y el especialista de cuidados intensivos está bien relacionado con los valores de Presión Capilar Pulmonar en Cuña (PCPC).

También son bien conocidas todas las complicaciones atribuibles al catéter en arteria pulmonar, como son neumotórax, sepsis, lesión de la válvula tricúspide, infartos pulmonares, ruptura de la arteria pulmonar, y hasta la propia muerte, mientras el que ETT no tiene efectos adversos sobre el organismo y el ETE produce complicaciones serias en el orden de un 0,01%.

Pero lo más importante es que en la mayoría de los pacientes críticos existe una diferencia importante entre la PCPC y la presión telediastólica del ventrículo izquierdo (PTDVI). Estos enfermos tienen alteraciones de la compliance cardiaca y de la distensibilidad toraco-pulmonar por múltiples razones (SDRA, PEEP). Estudios como los del Dr. Sibbald demostraron claramente la escasa relación entre PTDVI y el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VTDVI) en varios grupos de pacientes de la UCI, lo cual es debido a la gran alteración de la curva presión-volumen que existe en estos enfermos, secundario a los cambios en la distensibilidad ventricular tan comunes en este tipo de enfermos, producidas por diferentes causas como isquemia miocárdica, estimulación inotrópica, presiones intratorácicas aumentadas por ventilación a presión positiva y el uso frecuente de la PEEP. Esto explica el por qué es más real calcular los volúmenes cardiacos con ecocardiografía que con CAP.

Poelaert y col encontraron que del 64% de los pacientes con un CAP en UCI, un 44% recibieron cambios terapéuticos tras un ETE y de los pacientes sin CAP el ETE llevo a un cambio en el tratamiento en el 41%. En resumen, se concluyo que el ETE produjo cambios en el tratamiento en un tercio de los pacientes graves independientemente de tuvieran insertado o no un CAP. (9)

La Ecocardiografía puede darnos la Fracción de Eyección (FE) y el gasto cardiaco (GC) de ambos ventrículos, la función sistólica y diastólica, los volúmenes cardiacos, el estado de precarga, las velocidades y presiones en aurículas, ventrículos, grandes vasos y venas pulmonares, los gradientes transvalvulares, la presencia y magnitud de shunt intracardiacos, la anatomía de cavidades, tabiques, aparatos valvulares y pericardio, informarnos del estado de dispositivos, catéteres y electrodos intracardiacos. Por otra parte las presiones elevadas de pericardio y pleura pueden producir infralleno fisiológico de los ventrículos y esto no puede ser diagnosticado con CAP pero es fácilmente identificado con el US torácico. (10)

A pesar de sus limitaciones el CAP todavía tiene un papel importante en la UCI y se mantiene como una herramienta diagnostica útil en manos experimentadas. Hay que recordar que puede monitorizar de forma continua al enfermo, lo que aun no es posible del todo con la ecocardiografía. La combinación de CAP y ecocardiografía pueden ser complementarias en la evaluación hemodinámica del enfermo crítico al lado de su cama.

Precarga.

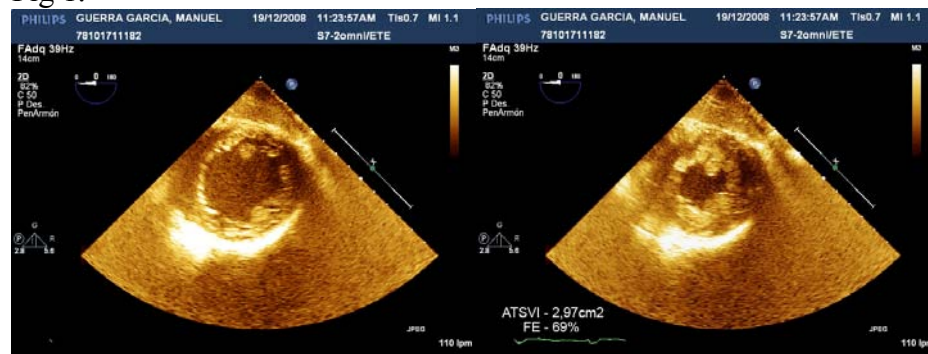
La reposición de volumen es el primer paso en el paciente hipotenso y en el paciente en Shock, el eco puede informar con seguridad si un enfermo esta hipovolémico. Esta bien demostrado que cuando se modifica de forma aguda la distensibilidad del VI como en el postoperatorio de cirugía cardiaca o en la sepsis, la PCPC puede no reflejar fielmente el VTDVI, por esta razón es preferido por muchos tomar la decisión de reponer volumen basado en valores ecocardiográficos. En modo 2D o modo M, los criterios de hipovolemia importante son un diámetro del VI al final de la diástole menor de 25 mm, la obliteración sistólica de la cavidad del VI (No es

valorable en pacientes con soporte inotrópico elevado, HVI o RM severa), un área de VI al final de la diástole menor de 55 cm^2 , Vena Cava Inferior (VCI) colapsada, $\text{VTDVI} < 20\%$ de una determinación previa o sin hipotensión. Los pacientes sépticos tienden a tener una postcarga reducida, lo cuál es usualmente demostrado por un área del VI al final de la diástole normal y un área del VI al final sístole reducida. Los pacientes con Insuficiencia Cardíaca crónica tienen un VI dilatado y pueden estar hipovolémicos con áreas del VI grandes al fin de la diástole.

El área de cambio fraccional es un método con el cual se puede valorar bien la precarga del VI y su función sistólica.

En las siguientes imágenes de la figura 1 se muestra en vistas transgástricas a 0 grado como se calcula esta, relacionando el área telediastólica del ventrículo izquierdo (ATDVI) con el área telesistólica del ventrículo izquierdo (ATSVI).

Fig 1.



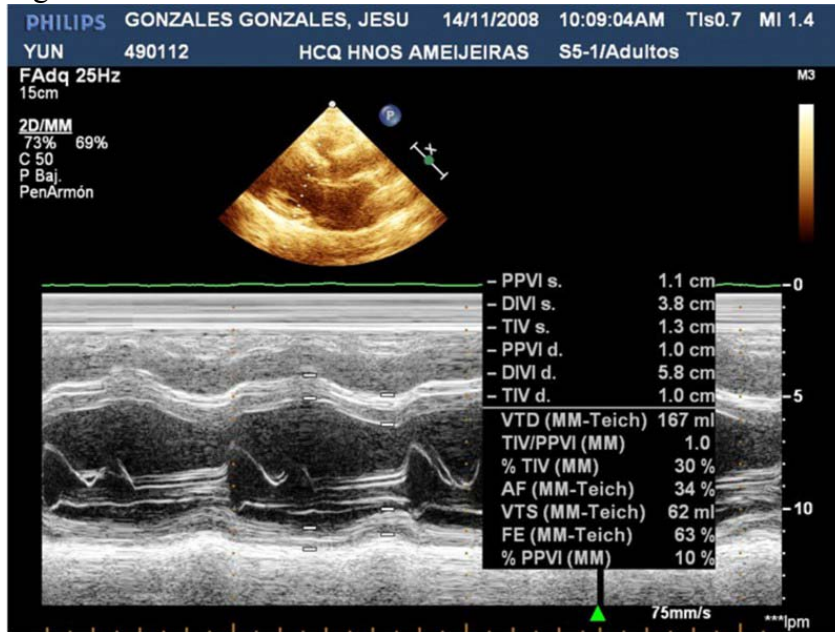
Área de Cambio Fraccional.

$$\text{ACF} = \frac{\text{ATDVI} - \text{ATSVI}}{\text{ATDVI}} \times 100\%$$

Valor normal = 35-65%

En la Fig 1A, observamos en una vista de eje largo paraesternal izquierdo (EJL) la medición de los diámetros diastólicos y sistólicos del VI.

Fig 1A.



Casi todos los pacientes ventilados van a tener una vena cava inferior (VCI) dilatada, pero en los no ventilados el análisis de la VCI es útil, la dilatación y la ausencia de cambios del diámetro y de la distensibilidad de esta, en la inspiración y a la expiración indican que el volumen está elevado o existe insuficiencia del VD. (11,12)

En la Fig 2 observamos en una vista subcostal 2D como se obtiene la visualización de la VCI.

Fig 2.



En los pacientes con **ventilación mecánica total con ritmo sinusal**, los mejores predictores de respuesta al volumen son:

- Índice de colapsitividad de la VCS > 36%
- Índice de distensibilidad de la VCI > 18%, o 12%
- Variaciones de la Eyección del VI: Variaciones de la $V_{\max} > 12\%$, y/o variaciones de la VTI > 18% en TSVI.

Índice de colapsitividad de la VCS.

$$[(VCS \text{ exp} - VCS \text{ insp})/VCS \text{ exp}] \times 100$$

Índice de distensibilidad de la VCI.

$$[(VCI \text{ insp} - VCI \text{ exp})/VCI] \times 100$$

Función sistólica del VI.

El uso del ETE en la UCI ha demostrado que ofrece mejor información de la función miocárdica que el uso de los índices derivados del catéter en la arteria pulmonar. La ecocardiografía también permite la identificación de las anomalías regionales del movimiento de las paredes cardíacas.

La forma más frecuente de conocer la función sistólica del VI es calculando la Fracción de Eyección del VI (FEVI), a continuación les presentamos los métodos más usados.

- Teichholz. La Fig 1A, muestra en ETL los diámetros diastólicos y sistólicos del VI, la relación entre ellos dan el valor de la FEVI.
- Relación Área / Longitud. La Fig 3 muestra en una vista apical de 4 cámaras (4CA) las áreas y los volúmenes diastólicos y sistólicos del VI, la longitud del VI y la FEVI.
- Simpson Modificado. Similar al anterior pero con este método se hacen múltiples cortes al VI en 4C y 2C en sístole y en diástole y se promedian por lo que puede ofrecer valores más exactos. Fig 4 (VI en sístole) y Fig 4A (VI en diástole).

Otros métodos para estimar la función sistólica del VI.

- Fracción de Acortamiento. Fuertemente dependiente de post carga, ligeramente dependiente de precarga.
- Dp/Dt .

En enfermos con insuficiencia mitral es un método sencillo de valorar la función sistólica del VI. En la Fig 5 mostramos en una vista apical 4C con doppler continuo y como se realiza la medición marcando en el borde de la curva desde 1m/s hasta 3m/s

Valor normal > 1200 mmHg/s

Función sistólica disminuida <1000 mmHg/s

Severamente disminuida < 800 mmHg/s

En presencia de insuficiencia tricuspídea el Dp/Dt sirve para valorar la función sistólica del VD, en este caso marcamos en la curva desde 1m/s hasta 2m/s

- Movimiento del anillo Mitral en modo M.

En una vista bidimensional de 4C se hace pasar el cursor por el anillo mitral septal y se toma un recorrido del movimiento longitudinal del anillo mitral en modo M la distancia en mm se multiplica por 5 en los menores de 60 años y por 6 en los mayores y esto da la FEVI. (13)

Fig 3.

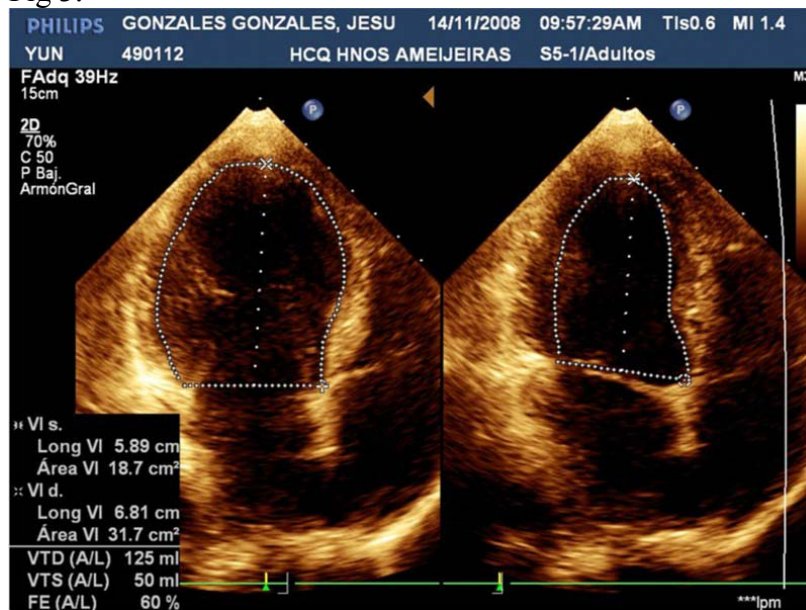


Fig 4.

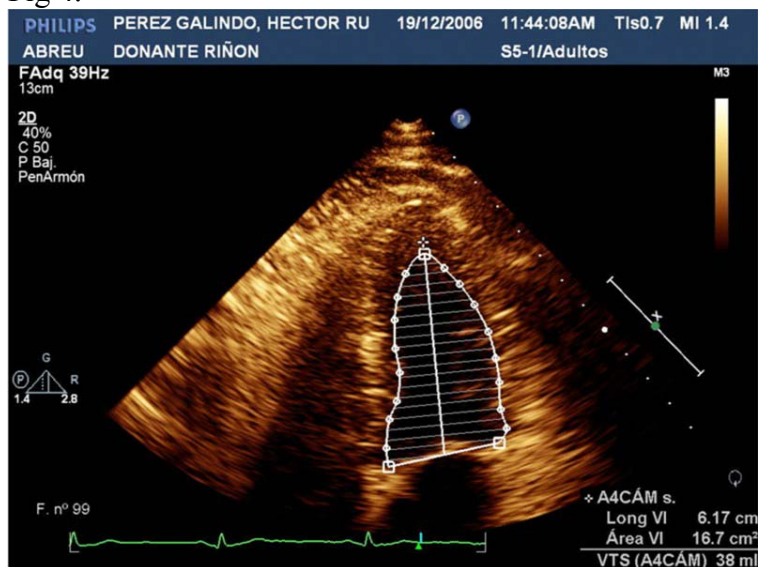


Fig 4A.

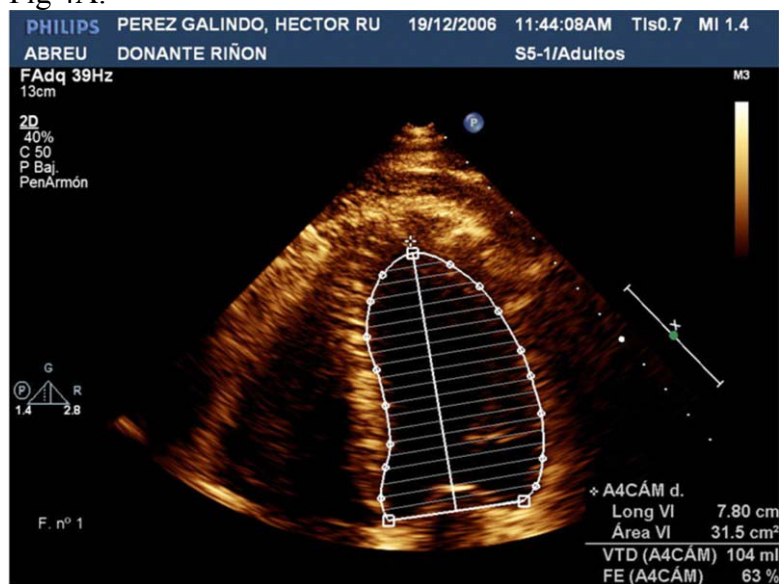
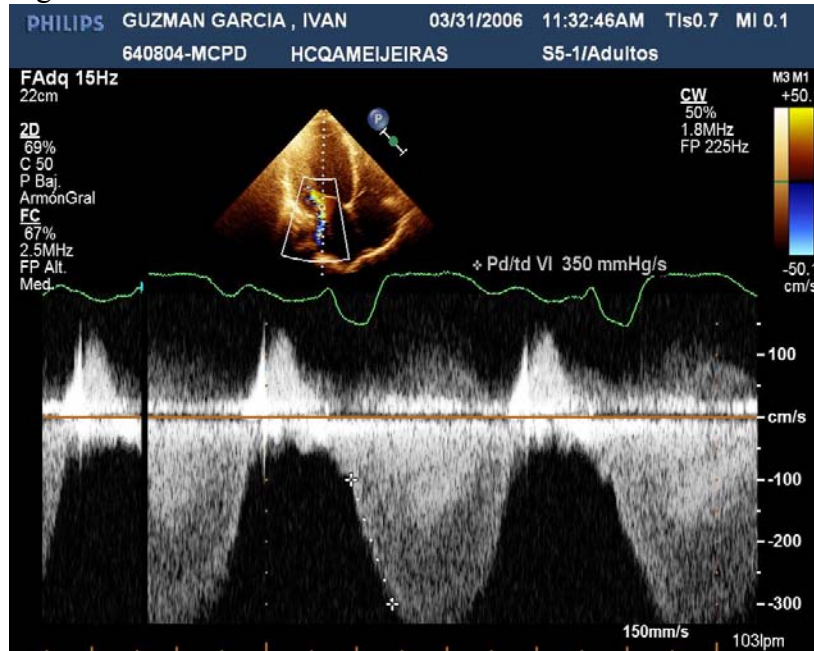


Fig 5.



Tenemos que tener presente 5 principios fundamentales para valorar la función del VI en UCI.

Principios fundamentales para valorar la función del VI en UCI.

1. Interpretar los hallazgos en el contexto de situaciones que afectan la postcarga como drogas, (vasodilatadores, anestésicos, sedantes), vasoplejia patológica y en el contexto de la precarga del momento (estado de volumen).
2. Repetidas valoraciones con eco son obligatorias en el paciente crítico ya que rápidos cambios en el escenario clínico y condiciones de carga son frecuentes.
3. Interpretar los hallazgos considerando el soporte inotrópico y mecánico.
4. Buena fracción de eyección, fracción de acortamiento y área fraccional de cambio no son necesariamente buenas medidas del volumen eyectivo. En pacientes con remodelamiento del VI (ej. dilatados) y/o moderada o severa regurgitación mitral, siempre cruzar la valoración de la fracción de eyección y el área de cambio fraccional con el volumen eyectivo.
5. Considerar que la taquicardia marcada y la fibrilación auricular pueden determinar una infra estimación de la función sistólica del VI.

Gasto Cardíaco:

Generalmente es más cómodo para el intensivista manejar valores de Gasto Cardíaco en lugar de valores de fracción de eyección. A nuestro parecer la Ecocardiografía es el mejor método para calcular el GC en UCI. Es inocuo, se correlaciona bien con las

mediciones invasivas, y puede repetirse cada vez que se considere necesario. (14,15)

El Gasto cardiaco puede ser calculado por Ecocardiografía de diferentes formas:

- Multiplicando el diámetro al cuadrado del tracto de salida del VI por la velocidad de tiempo integrada y por la frecuencia cardiaca (D^2)TSVI x VTI (TSVI) X FC. Fig 6 y 7. Este es el método mas usado.
- Calculando el volumen eyectivo (por el método de Simpson) y multiplicándolo x FC.
- Calculando el volumen eyectivo (por el método de A/L) y multiplicándolo x FC. Fig 8.
- Calculando el volumen eyectivo (por el método de Teichholz) y multiplicándolo x la FC.

(Tiene importancia para tener un número rápido de referencia del GC y en corazones previamente sanos este puede ser muy próximo al obtenido por otros métodos, como se realiza el calculo tomando en consideración solo una pequeña parte de la anatomía del corazón, en pacientes con alteraciones previas de la anatomía cardiaca el resultado puede no corresponder con el gasto cardiaco real por existir diferencias significativas entre los volúmenes calculados y los reales)

VTI: Velocidad de Tiempo Integrada.

FC: Frecuencia cardiaca.

A/L: Área/Longitud.

La Fig 6 muestra la medición del diámetro del TSVI en una vista de EJJ y la Fig 7 en una vista 4CA la medición con doppler pulsado de la VTI en el TSVI que se multiplica por D^2 TSVI y por la FC dando el GC del VI.

Fig 6.

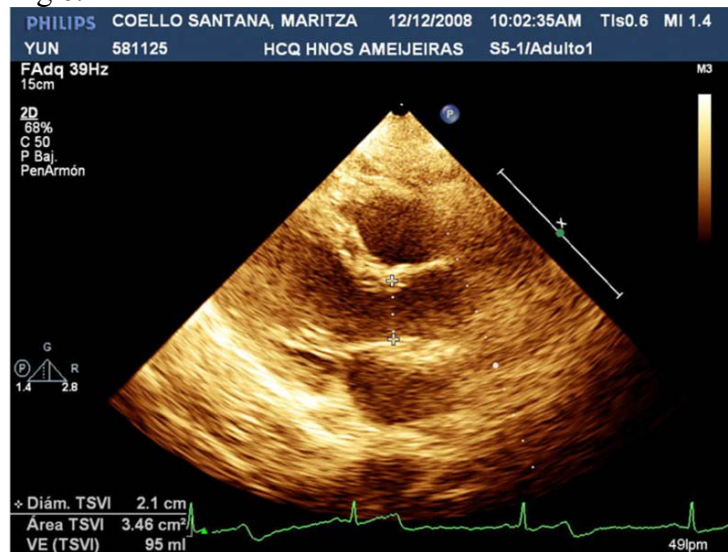


Fig 7.

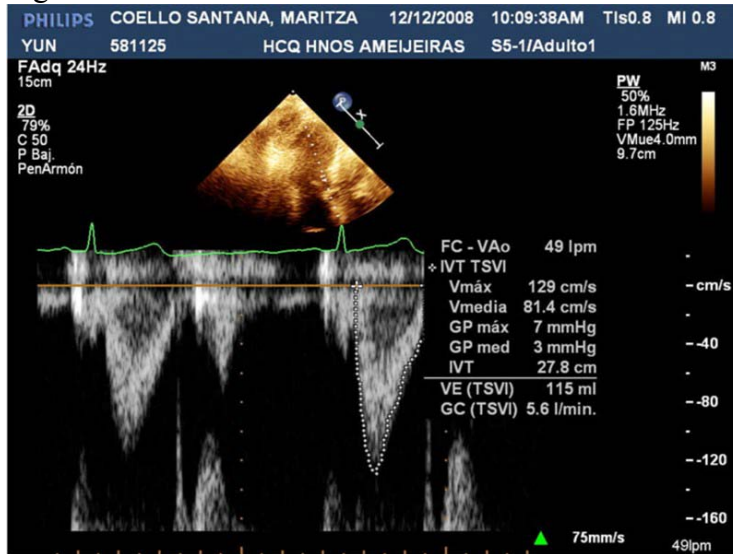
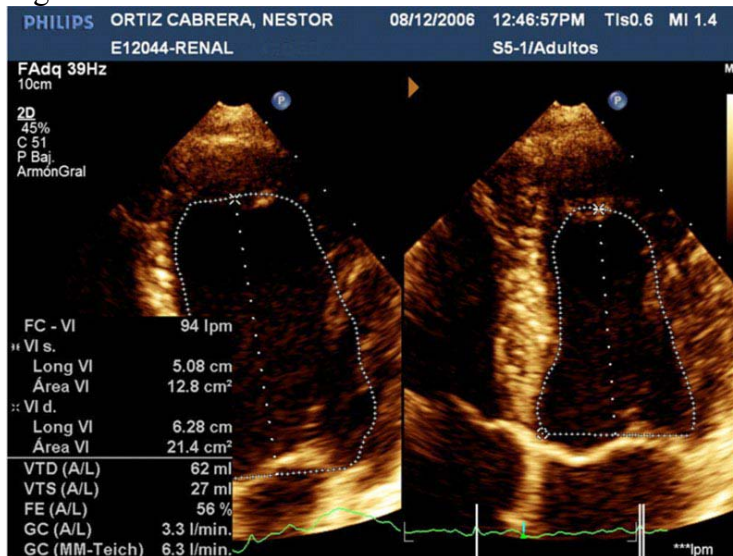


Fig 8.



Función diastólica del VI.

La disfunción diastólica es el primer mecanismo responsable de la disnea en los pacientes con insuficiencia cardíaca. Las propiedades diastólicas del VI como son la rigidez de cámara y la relajación ventricular dan como resultado los valores de PCPC. En la UCI, se sospecha disfunción diastólica cuando la PCPC esta elevada y la fracción de eyección es normal o supranormal. Varios estudios han demostrado que los valores de PCPC estimada de manera no invasiva por Ecocardiografía y los medidos con un CAP son congruentes. La interpretación de la función diastólica en los pacientes críticos debe hacerse con cuidado debido a la gran cantidad de factores que pueden influir en los patrones de flujo diastólico, como son la presión de la

aurícula izquierda, frecuencia cardíaca, isquemia miocárdica, hipertrofia ventricular y la patología valvular.

Existen varias fórmulas en Ecocardiografía para estimar la PCPC. Una utiliza los valores del doppler pulsado mitral y el doppler tisular del anillo mitral. La relación entre la onda E del fujograma mitral y de la E' del anillo mitral lateral por TDI da el valor de la presión AI y por ende el de la PCPC. (16,17,18)

$$PCPC = (E/E') \times 1,24 + 1,91.$$

La Fig. 9 muestra en una vista de 4CA el flujograma mitral y los valores de la onda E y de la onda A mitral y la Fig 10 el doppler tisular mitral (TDI) del anillo lateral, la relación E/E' y la presión de la Aurícula Izquierda (AI).

Fig 9.

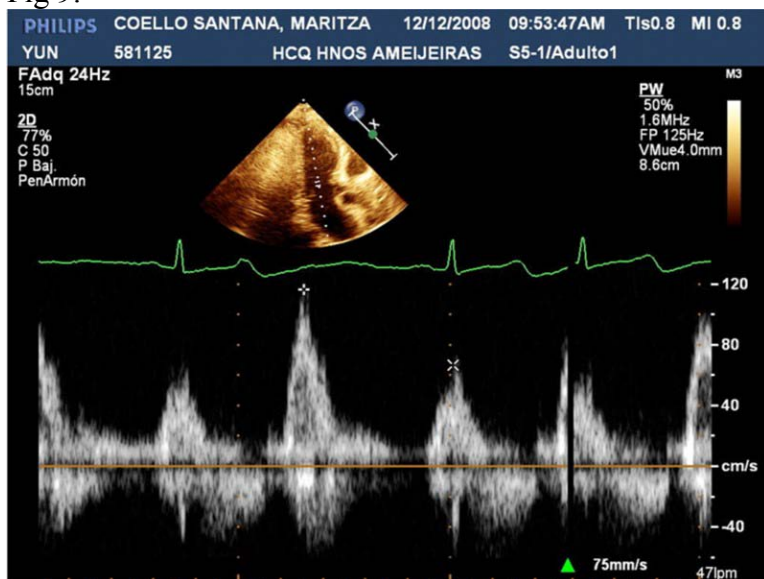


Fig 10.

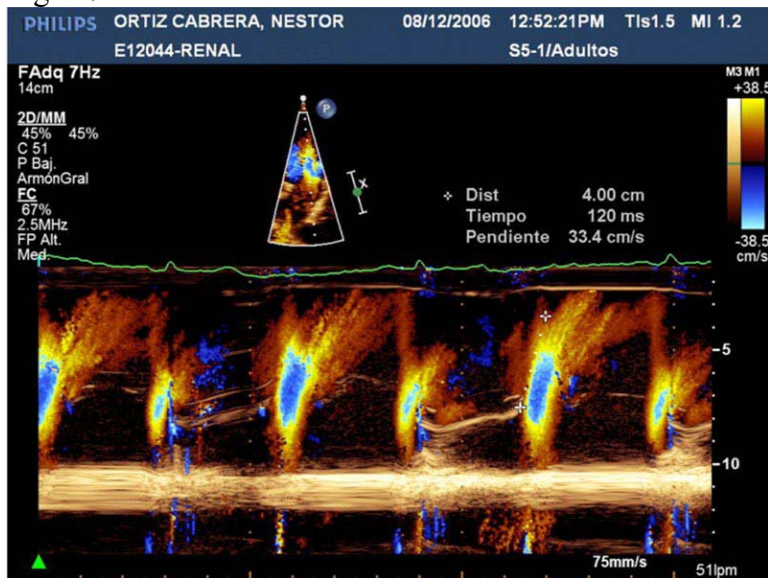


De manera mas simple, una relación $E/E' < 8$ refleja presiones normales y una relación $E/E' > 15$ es indicativo de altas presiones de llenado. (20,21)

También podemos usar el doppler color en modo M sobre el fujo mitral y utilizar la fórmula de la Velocidad de propagación, (19)

PCPC = $E/VP \times 5,27 + 4,6$. Fig 11.

Fig 11.



Post carga:

Es baja cuando, PAM, DTDVI – normal, Colapso del VI al final de la sístole.

Resistencia vascular sistémica.

El valor normal es de 10-14 unidades Wood (UW). Si existe regurgitación mitral, se estima mediante la relación entre la velocidad pico de regurgitación mitral (V_{RM}) y la integral de la velocidad del Tracto de salida del Ventrículo Izquierdo (IVT_{TSVI}) (22)

$$RVS = V_{RM} \text{ (m/s)} / IVT_{TSVI} \text{ (cm)}$$

Función sistólica de VD.

La función del VD juega un rol principal en la sobrevida de los pacientes críticos. Existe disfunción biventricular en la sepsis y los no sobrevivientes tienen una persistente disfunción del VD. Otras patologías que producen disfunción del VD son SDRA, el embolismo pulmonar, el trasplante cardiaco, los equipos de asistencia ventricular izquierda y muchas veces la ventilación mecánica que produce un Cor pulmonar agudo.

Utilizando igualmente el TDI para evaluar al VD tenemos que la relación entre la E del flujo tricúspide y la E' del anillo lateral de la tricúspide da el valor de la presión AD.

$$\text{Pr AD} = (E/E') \times 1,76 - 3,7. (23,24)$$

La medición del TAPSE (movimiento en modo M del anillo lateral de la válvula tricúspide) da la función sistólica del VD con excelente correlación con otras técnicas invasivas y no invasivas. Fig 12.

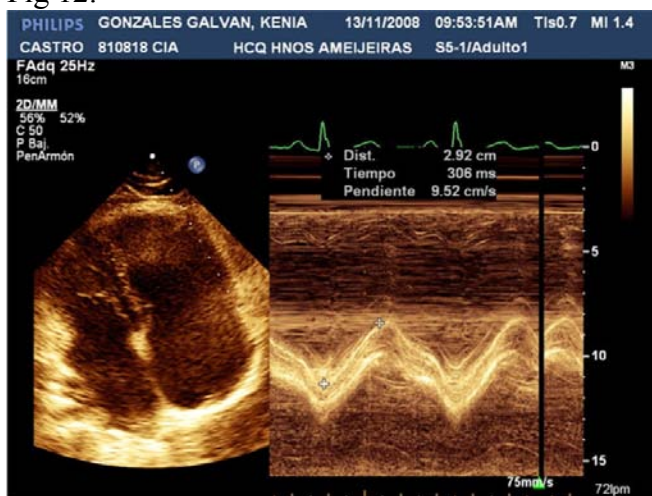
TAPSE = 5 mm---FEVD = 20 %

TAPSE = 10 mm---FEVD = 30 %

TAPSE = 15 mm---FEVD = 40 %

TAPSE = 20 mm---FEVD = 50 %.

Fig 12.



De manera simple, para una evaluación rápida de la función del VD también podemos usar estos valores:

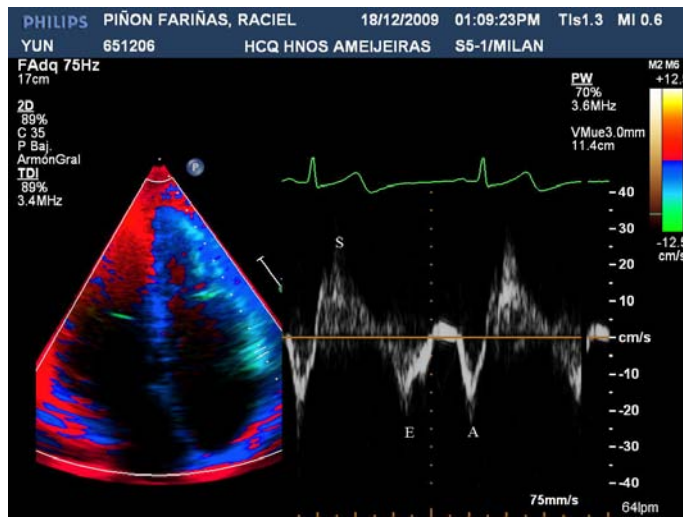
TDI anillo lateral de la válvula tricúspide.

Onda S > 11 = FEVD > 50 %.

Onda S < 9 = FEVD < 30 %.

En la Fig 12A observamos el TDI del anillo lateral de la válvula tricúspide, con las ondas S, E y A.

Fig 12 A.



También puede medirse el gasto cardiaco del VD multiplicando el TSVD x IVT (TSVD) x FC.

Presiones en la arteria pulmonar.

Con técnicas de doppler pulsado y continuo y utilizando las siguientes fórmulas pueden calcularse las presiones sistólica, diastólica y media de la arteria pulmonar.

Cálculo de las presiones pulmonares:

$$PSAP = \text{Gr. de RT} + \text{Pr AD.}$$

$$PDAP = \text{Gr. Telediastólico RP} + \text{Pr AD.}$$

$$PMAP = \text{Gr. protodiastólico RP} + \text{Pr AD. (Masuyama)}$$

$$PMAP = 79 - (0.45) \times \text{TaccP. (Maham) Fig 13.}$$

$$\text{Valor normal del TaccP} = 141 \pm 29 \text{ ms}$$

Gr: Gradiente.

RT: Regurgitación Tricuspídea.

RP: Regurgitación Pulmonar.

Pr AD: Presión Aurícula Derecha.

TaccP: Tiempo de Aceleración Pulmonar.

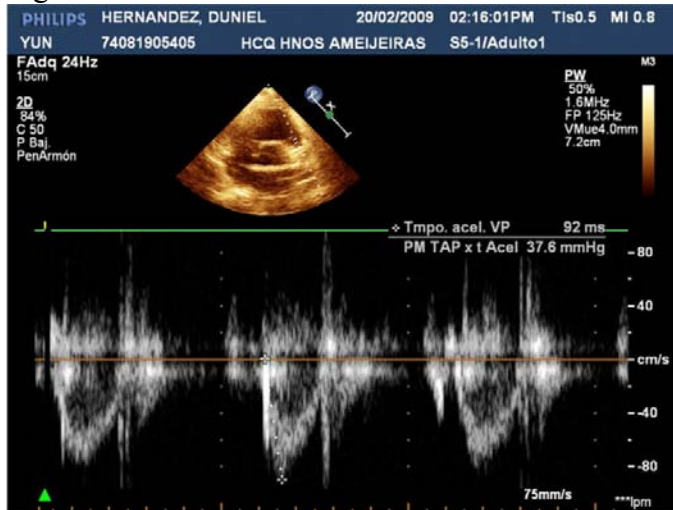
PSAP: Presión sistólica de Arteria Pulmonar.

PDAP: Presión diastólica de Arteria Pulmonar.

PMAP: Presión media de Arteria Pulmonar.

La Fig 13 Muestra como se mide en eje corto a nivel de los grandes vasos el Tiempo de aceleración Pulmonar y la PMAP con doppler pulsado.

Fig 13.



Situaciones específicas encontradas en la UCI:

- ***Derrame pericárdico y Taponamiento cardiaco.***

La primera indicación histórica de la Ecocardiografía fue determinar la presencia de derrame pericárdico. En un paciente con derrame pericárdico, el signo mas sensible de taponamiento cardiaco en modo bidimensional es el colapso del VD durante la diástole, también puede verse la invaginación de la AD durante la diástole tardía.

En la Fig 14 observamos en una vista de 4CA, hacia la cara lateral del VI un derrame pericárdico tabicado y con bandas de fibrina en su interior. En la Fig 14A, vemos en una vista de 4C subcostal el colapso del VD que se produce en un Taponamiento cardiaco. (25,26)

Fig 14.

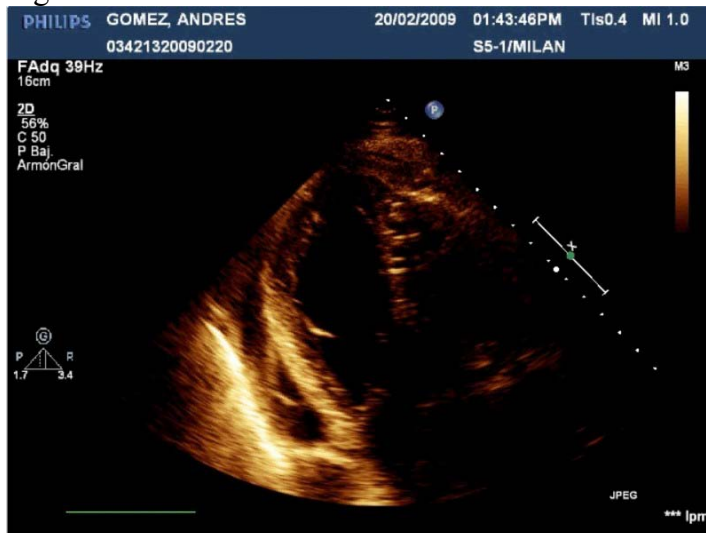


Fig 14A.

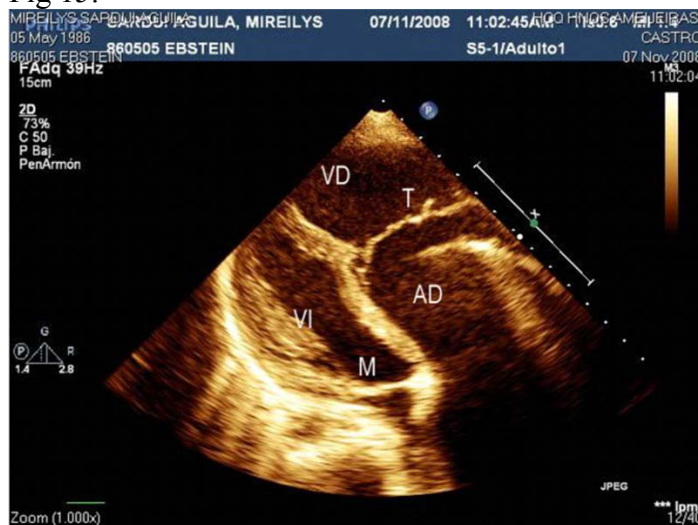


- **Malformaciones cardiacas.**

La Ecocardiografía es el medio de elección del estudio de las malformaciones cardiacas. (27)

En la Fig 15 en una vista de 4CA ligeramente angulada hacia la izquierda se observa una Anomalia de Ebstein. Es evidente la migración de la válvula tricúspide hacia el ápex produciendo una AD grande y un VD pequeño.

Fig 15.



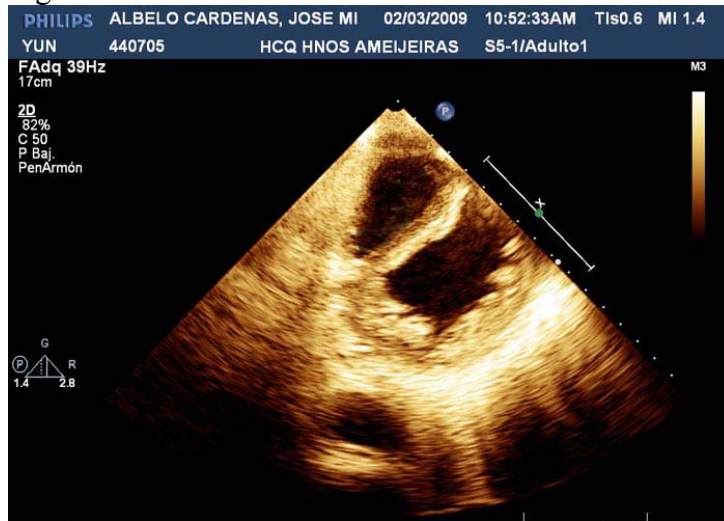
- **Embolismo Pulmonar.(TEP)**

Aunque algunas veces pueden verse los émbolos o el trombo con ETE en la arteria pulmonar principal o en la arteria pulmonar derecha, la mayoría de las ocasiones el diagnóstico es indirecto. En el TEP disminuye el flujo de sangre pulmonar y se

produce aumento de las presiones del lado derecho del corazón, esto produce aumento del tamaño de la Arteria pulmonar, disfunción del VD, aplanamiento del TIV, a la vez indicando sobrecarga de presión y volumen, RT, dilatación de la AD y aumento del diámetro de la vena cava inferior.(28)

En la Fig 16 observamos el signo d la D, producido por un aplanamiento del TIV debido a la altas presiones dentro del VD.

Fig 16.

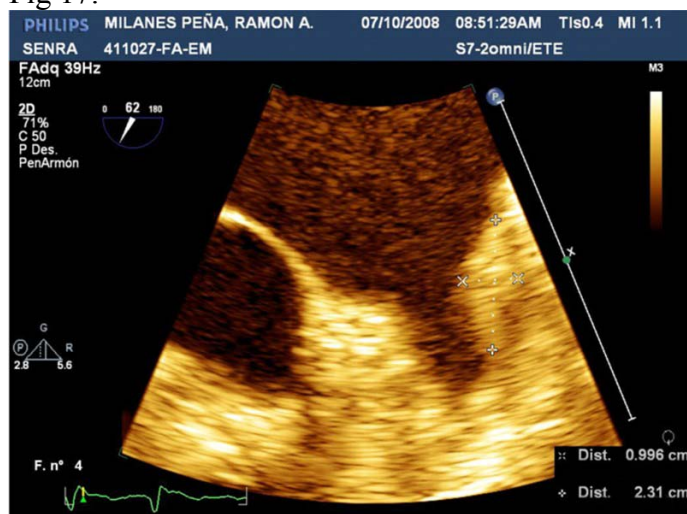


- **Trombos.**

Siempre que exista sospecha de un trombo cardiaco o se desee descartar la presencia de ellos esta indicado un ETT y ETE. El ETE permite determinar con certeza si existe un trombo dentro de las cavidades cardiacas. (29)

Aquí mostramos en la Fig 17 en un Zoom de una vista transesofágica media a 62 grados, un trombo dentro de la orejuela de la AI que mide 0,99 cm por 2,31 cm.

Fig 17.

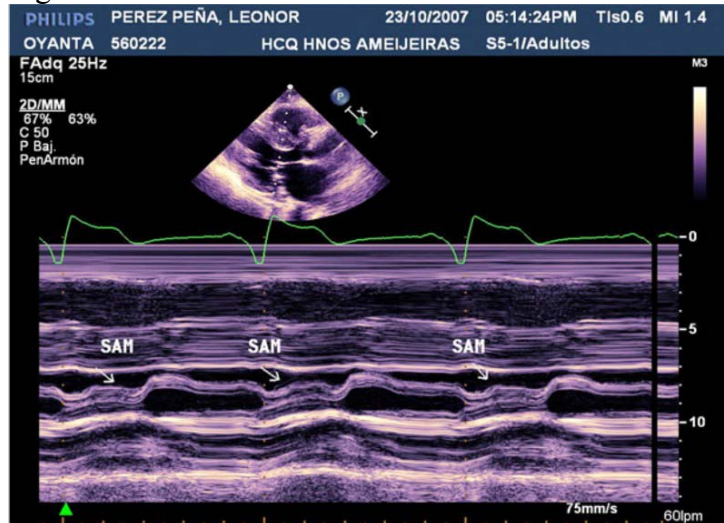


- ***Obstrucción del tracto de salida del VI.***

La obstrucción del TSVI es causa de muerte súbita, su estudio es bien abordado por la Ecocardiografía, puede ser de 2 tipos: Dinámico o Fijo.(30)

Dinámico: Movimiento anterior sistólico de la mitral (SAM). Fig 18.

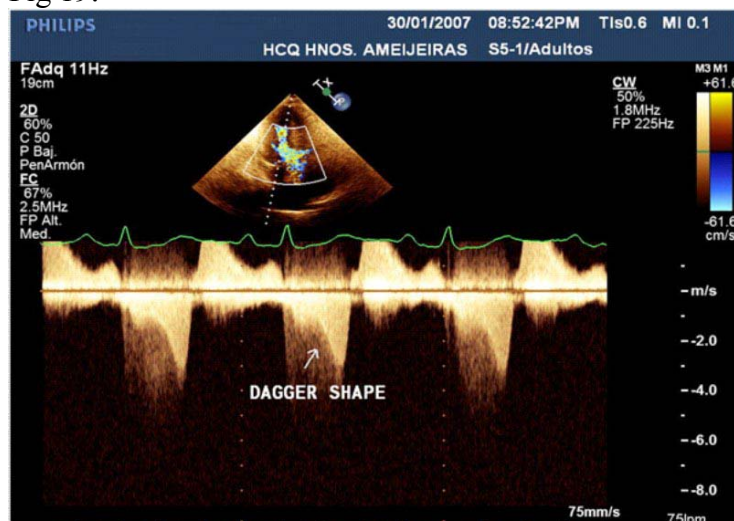
Fig 18.



Fijo: Miocardiopatía Hipertrófica. (MCH).

En la Fig 19 observamos la típica forma de daga del flujo a nivel del TSVI porque a medida que transcurre la sístole el TSVI se cierra más y el gradiente aumenta.

Fig 19.



- ***Trauma torácico cerrado.***

La lesión del VD es frecuente debido a su localización anterior, pero las lesiones valvulares son más frecuentes en el lado izquierdo debido a que presenta presiones más altas. Las manifestaciones ecocardiográficas de contusión miocárdica son el aumento del grosor de la pared del VI en diástole, la afectación de la función sistólica regional y el aumento del brillo de la pared ventricular. Son frecuentes las lesiones de la región apical y del tabique interventricular.

- ***Endocarditis Bacteriana.***

La endocarditis es reconocida con facilidad con Ecocardiografía, el ETE tiene una gran resolución y es el método ideal para observar las vegetaciones. (31,32)

En la siguiente Fig 20 observamos con ETT en una vista 4C apical una gran vegetación en la cara auricular de la válvula mitral que protruye hacia la AI en la sístole.

Fig 20.



- ***Valvulopatías.***

El ecocardiograma es la técnica de elección para el estudio de las valvulopatías cardiacas, su uso dentro de la UCI puede definir rápidamente un soplo cardiaco. (33)

En la Fig 21, observamos en vista de EJT engrosamiento de las valvas, principalmente en su porción distal, limitación de la apertura mitral, y domo diastólico de la valva anterior en una Estenosis Mitral.

En la Fig 22 en vista transesofágica media a cero grado hacemos un zoom para observar una cuerda rota por una endocarditis bacteriana.

En la Fig 22A, en vista transesofágica media a 94 grados del mismo paciente observamos por doppler color y continuo la severa insuficiencia mitral aguda que se produjo con ORE de 0,55cm².

Fig 21.

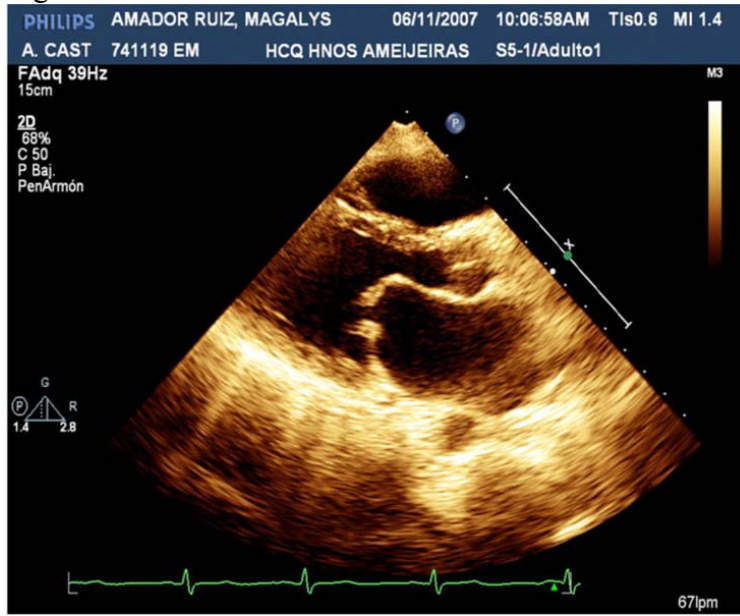


Fig 22.

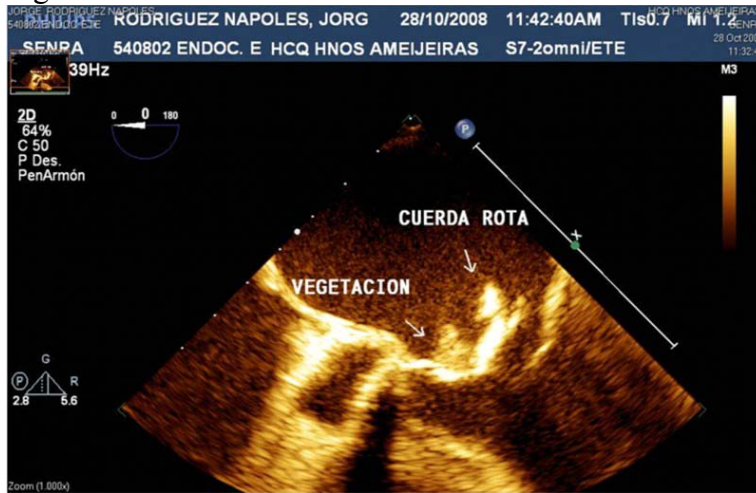
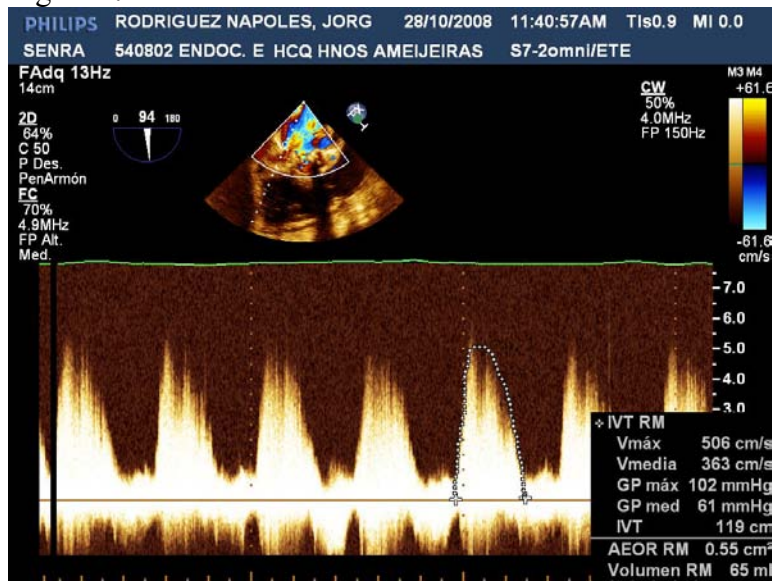


Fig 22A.



- **Complicaciones en curso del Infarto Agudo del Miocardio (IAM).**

Todas las complicaciones del IAM son fácilmente apreciables con Ecocardiografía. (34)

En la Fig 23 observamos en vista de 4CA, utilizando el doppler color, un jet que va del VI hacia el VD atravesando el ápex cardiaco, expresión de una comunicación interventricular (CIV) producida por rotura cardiaca en un IAM, con el doppler continuo medimos el gradiente máximo a través CIV que es 90 mm Hg. La Fig 23A, es una vista 3D selectiva del tabique interventricular mostrando la CIV real del infarto del miocardio visto en la Fig 23.

Fig 23.

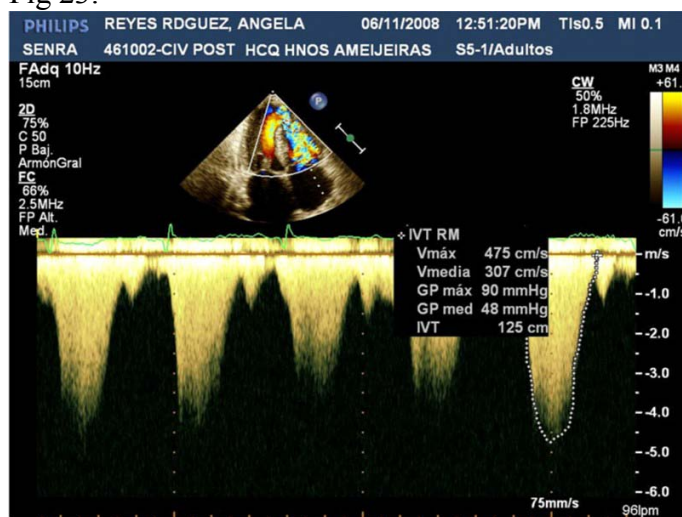
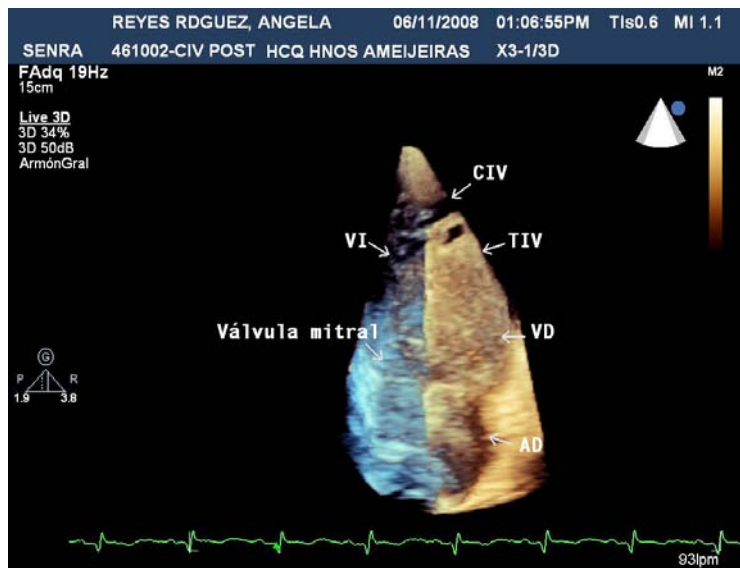
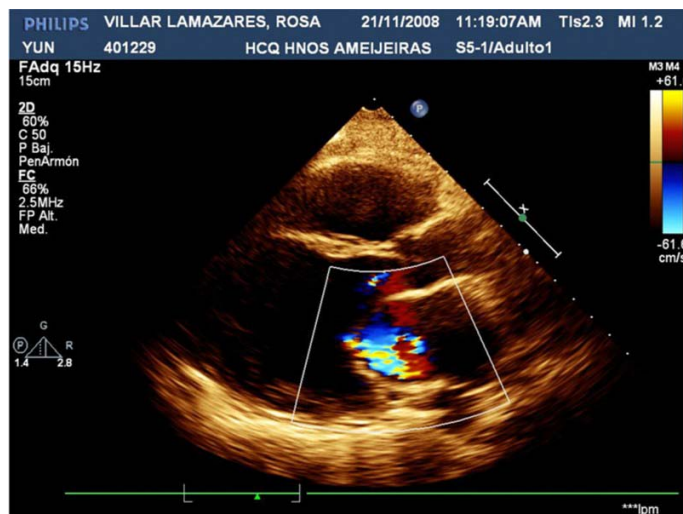


Fig 23A.



En la Fig 24 en vista de EJJ observamos con el doppler color una regurgitación mitral producida por una dilatación del anillo mitral dada por un VI dilatado y remodelado en el curso de un Infarto Antiguo del Miocardio.

Fig 24.

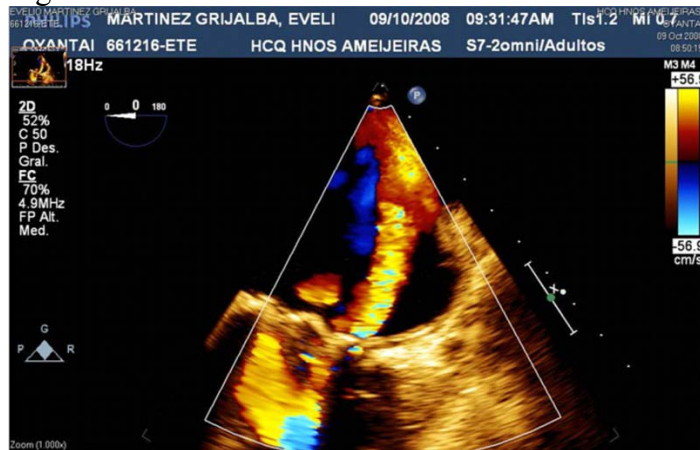


- **Estudio de prótesis Valvulares.**

En el estudio de las prótesis valvulares es indispensable la realización de un ETE. (35,36)

En la Fig 25 observamos utilizando el doppler color, en una vista transesofágica en plano medio a cero grado, una fuga peri protésica mitral significativa.

Fig 25.



- ***Dissección Aórtica.***

La sobrevivencia a esta enfermedad depende de la rapidez con que se realice el diagnóstico, aunque hemos diagnosticado algunos casos con ETT, el ETE es superior. (37,38)

En la Fig 26 en ETL observamos a nivel de la raíz Aórtica una disección y el flap señalado con flechas pequeñas.

La Fig 26A, es una imagen de ultrasonido abdominal del mismo paciente utilizando transductor linear, donde se observa en un corte coronal de la aorta como el flap delimita la luz aórtica verdadera de la falsa.

La Fig 27 es la imagen que se obtiene al utilizar doppler color en el mismo sitio de la fig 26a y donde vemos flujo sanguíneo tanto en la falsa luz como en la verdadera.

Fig 26

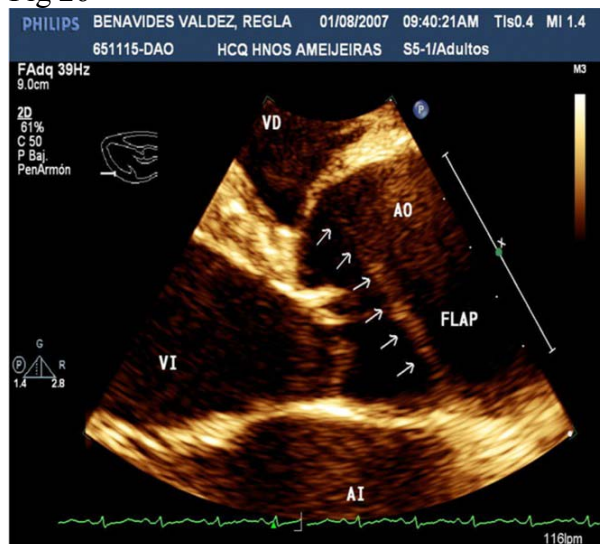


Fig 26A.

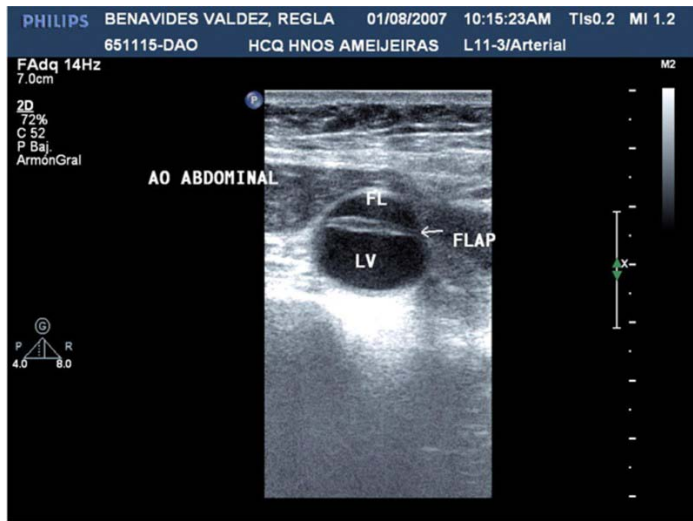
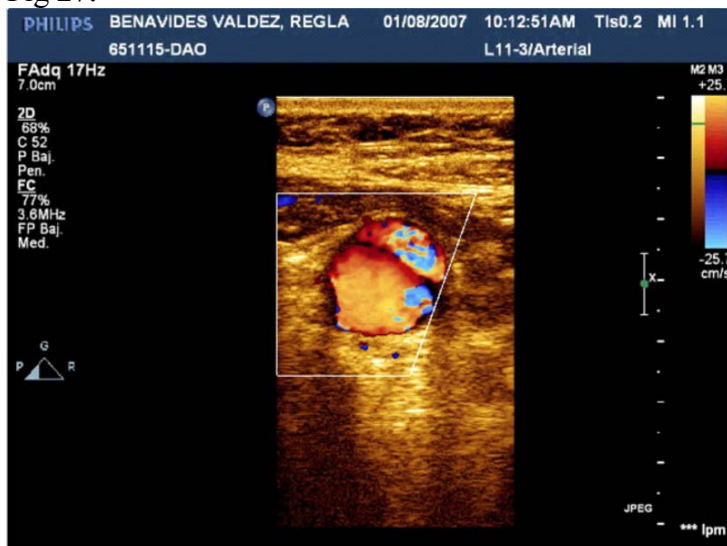


Fig 27.



- **Parada cardiaca**

El ecocardiograma permite diferenciar por visualización la asistolia, la fibrilación ventricular y la disociación electromecánica (ritmo cardiaco en el monitor sin pulsos arteriales y sin contracciones ventriculares), la disociación electromecánica genera un

mal pronóstico y puede diferenciarse por ecocardiografía fácilmente de la pseudo-disociación electromecánica, en la cual existe algún grado de actividad contráctil cardíaca y que se comporta con un mejor pronóstico. (39)

- ***Balón intraaórtico de contrapulsación.***

Sin lugar a dudas la ecocardiografía es útil para el manejo del balón intraaórtico de contrapulsación, en primer lugar puede descartar una regurgitación aórtica significativa lo que contraindicaría formalmente su uso. Puede ayudar a su inserción y después de ser realizada esta acción asegurar el normal funcionamiento del balón visualizando su inflado y vaciado, no es menos importante su uso si se desea descartar complicaciones graves como la disección aórtica y de manera final sirve para monitorizar la función ventricular mientras se retira el contrapulso.

- ***Ictus embólico inexplicado e hipoxemia refractaria.***

En los pacientes críticos esto puede ser producido por un shunt intracardiaco de derecha a izquierda o intrapulmonar. Las entidades nosológicas mas frecuentes son el foramen oval, los defectos del tabique interauricular y la fistula arteriovenosa a nivel pulmonar. La persistencia del foramen oval tiene una prevalencia de hasta un 27% en las necropsias. El paciente grave generalmente es ventilado a presión positiva y muchas veces se le agrega PEEP, ambas condiciones producen aumento de las presiones en las vías aéreas y por tanto elevación de las presiones en las cavidades derechas lo que puede llevar a un shunt significativo de derecha a izquierda. El doppler color es útil en estas condiciones y muchas veces demuestra el shunt intracardiaco pero ante la sospecha de un shunt un estudio de contraste es obligatorio. Nosotros usamos el suero salino agitado que consiste en mezclar 10 ml de suero salino con 0,5 ml de aire en una jeringuilla que se agita vigorosamente, esta mezcla se le inyecta al paciente por vena periférica, se opacificará la vena cava, AD y VD, en ausencia de shunt una mínima o ninguna cantidad de contraste aparecerá en cavidades izquierdas ya que las microburbujas atraviesan mal los capilares pulmonares. Si un shunt intracardiaco esta presente se observara contraste en cavidades izquierdas inmediatamente después de haberse observado en las derechas pues pasa por el defecto de continuidad. Cuando el shunt es producido por fistulas arteriovenosas pulmonares se ve aparecer el contraste a través de las venas pulmonares en AI. El rasgo diferencial más importante cuando no se visualiza el sitio exacto por donde pasa el contraste de las cavidades derechas a las izquierdas es que en el caso del shunt intrapulmonar hay que esperar más tiempo desde que el contraste se visualiza en las cavidades derechas para que sea visto en las izquierdas. (40,41)

La Fig 28 muestra una CIA visualizada con la ayuda del doppler color

Fig 28.



- ***Cateterización venosa central guiada por ultrasonido.***

Las complicaciones mecánicas en la realización de abordajes venosos profundos puede ser tan frecuentes como en el orden de un 19% y puede bajar a un 7% cuando se utiliza el ultrasonido como guía, algunos médicos tienden a rechazar el ultrasonido para este propósito aludiendo que les consume mas tiempo, sin embargo estudios comparativos prospectivos con médicos de mas de 10 años de experiencia demostró que el average de tiempo consumido y el numero de errores fue significativamente menor en el grupo en que se utilizó el ultrasonido como guía. (42,43,44)

Bibliografía:

1. Poelaert JJ, Trouerbach J, De Buyzere M, et al. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest* 1995; 107:774-779.
2. Vignon P, Chastagner C, Francois B, et al. Diagnostic ability of hand-held echocardiography in ventilated critically ill patients. *Crit Care* 2003; 7:R84- R91.
3. Beaulieu Y. Bedside echocardiography in the assessment of the critically ill. *Crit Care Med* 2007; 35:S235- S249.
4. Pamela S. Douglas, et al. Appropriateness Criteria for Transthoracic and transesophageal Echocardiography Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine*. JACC Vol. xx, No. x, 2007.
5. Price S, Nicol E, Gibson DG, et al. Echocardiography in the critically ill: current

and potential roles. *Intensive Care Med* 2006; 32:48- 59.

6. Beaulieu Yanick. Specific skill and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med* 2007 Vol.35, No.5 (Suppl.)

7. Reda Salem, Fabrice Vallee, Marco Rusca and Alexandre Mebazaa. Hemodynamic monitoring by echocardiography in the ICU: the role of the new techniques. *Curr Opin Crit Care* 2008, 14:561- 568.

8. Price S, et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care:document for the World Interactive Network Focused on Critical UltraSound. (WINFOCUS) *Cardiovascular Ultrasound* 2008, 6:49 doi:10.1186/1476-7120-6-49.

9. Poelaert JJ, Touerbach J, De Byzere M, et al. Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest* 1995; 107:774-9.

10. Costachescu T, Denault A, Guimond JG, et al. The hemodynamically unstable patient in the intensive care unit: hemodynamic vs. transesophageal echocardiographic monitoring. *Crit Care Med* 2002; 30:1214- 1223.

11. Jardin F, Vieillard-Baron A: Ultrasonographic examination of the venae cavae. *Intensive Care Med* 2006; 32:203–206.

12. Tousignant CP, Walsh F, Mazer CD. The use of transesophageal echocardiography for preload assessment in critically ill patients. *Anesth Analg* 2000; 90:351- 355.

13. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 1440- 63.

14. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article – a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *Circulation* 2003; 108:1146- 1162.

15. Zoghi W A, Quiñones MA. Determination of cardiac output by Doppler echocardiography: a critical appraisal. *Herz* 1986; 11: 258- 268.

16. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1527- 33.

17. Lester SJ, Tajik AJ, Nishimura RA, et al. Unlocking the mysteries of diastolic function: deciphering the Rosetta Stone 10 years later. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51:679- 689.
18. Rivas-Gotz C, Manolios M, Thohan V, Nagueh SF. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity. *Am J Cardiol* 2003; 91: 780-784.
19. Brun P, Tribouilloy C, Duval AM, et al. Left ventricular flow propagation during early filling is related to wall relaxation: a color M-mode Doppler analysis. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 420- 432.
20. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000; 102: 1788-1794.
21. Brian D. Hoit. Left ventricular diastolic function. *Crit Care Med* 2007 Vol. 35, No. 8 (Suppl.)
22. Abbas AE, Fortuin D, Patel B, et al: Non invasive measurement of systemic vascular resistance using Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:834- 838.
23. Per Lindqvist, Avin Calcutteea and Michael Henein². Echocardiography in the assessment of right heart function. *European Journal of Echocardiography* (2008) 9, 225- 234.
24. Lawrence GR, Wyman WL, Jonathan A, Lanqi H, Mark D, Krishnaswamy C, Scott DS, Eric KL, Nelson BS. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23:685-713.
25. Tsang TS, Oh JK, Seward JB. Diagnosis and management of cardiac tamponade in the era of echocardiography. *Clin Cardiol*. Jul 1999; 22(7):446- 452.
26. Callahan JA, Seward JB, Tajik AJ. Cardiac tamponade: pericardiocentesis directed by two-dimensional echocardiography. *Mayo Clin Proc* 1985; 60:344- 347.
27. Shiina A, Seward JB, Edwards WD, et al. Two-dimensional echocardiographic spectrum of Ebstein's anomaly: Detailed anatomic assessment. *Journal of the American College of Cardiology*, 1984; 3:356- 370.
28. Vieillard-Baron A, Qanadli SD, Antakly Y, et al. Transesophageal echocardiography for the diagnosis of pulmonary embolism with acute cor pulmonale: a comparison with radiological procedures. *Intensive Care Med* 1998; 24:429- 433.

29. Stollberger C, Chnupa P, Kronik G, et al. Transesophageal echocardiography to assess embolic risk in patients with atrial fibrillation. ELAT Study Group. Embolism in Left Atrial Thrombi. *Ann Intern Med* 1998; 128:630- 638.
30. Madu EC, Brown R, Geraci SA. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction in critically ill patients: role of transesophageal echocardiography in therapeutic decision making. *Cardiology* 1997; 88:292–295. Madu EC, Brown R, Geraci SA. Dynamic left ventricular outflow tract obstruction in critically ill patients: role of transesophageal echocardiography in therapeutic decision making. *Cardiology* 1997; 88:292- 295.
31. Erbel R, Rohmann S, Drexler M, et al. Improved diagnostic value of Shively BK, Gurule FT, Roldan CA, et al. Diagnostic value of transesophageal compared with transthoracic echocardiography in infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18:391-397.
32. Shively BK, Gurule FT, Roldan CA, et al. Diagnostic value of transesophageal compared with transthoracic echocardiography in infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18:391-397.
33. Nishimura RA, Lytle BW, O’Gara PT, et al. 2008 Focused Update Incorporated Into the ACC/AHA 2006 Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. *J Am Coll Cardiol* 2008; 23:e1-142.
34. Oliva PB, Hammill SC, Edwards WD. Cardiac rupture, a clinically predictable complication of acute myocardial infarction: Report of 70 cases with clinicopathologic correlations., *J Am Coll Cardiol* 1993;22:720 -726.
35. Rosenhek R, Binder T, Maurer G, Baumgartner H. Normal values for Doppler echocardiographic assessment of heart valve prostheses. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16:1116 -1127.
36. Panidis IP, Ross J, Mintz GS. Normal and abnormal prosthetic valve function as assessed by Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8:317- 326.
37. Keren A, Kim CB, Hu BS, et al. Accuracy of biplane and multiplane transesophageal echocardiography in diagnosis of typical acute aortic dissection and intramural hematoma. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28:627- 636
38. Erbel R, Engberding R, Daniel W, et al. Echocardiography in diagnosis of aortic dissection. *Lancet*, 1989; 1:457- 461.
39. Testbook of advance life support. Dallas: American Heart Association; 2004.
40. Heindenreich PA. Transesophageal echocardiography in the critical care patient. *Cardiol Clin*. 2000; 18:789-805.

41. Joseph MX, Disney PJ, Da Costa R, Hutchison SJ. Transthoracic Echocardiography to identify or exclude cardiac cause of shock. Chest. 2004; 126:1592-7.
42. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. N Engl Med 2003; 348:1123-1133.
43. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, et al. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. Crit Care 1996; 24:2053-2058.
44. Karakitsos D, Labropoulos N, De Groot E, et al. Real-time ultrasound-guided catheterization of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients. Crit Care 2006; 10:R162.