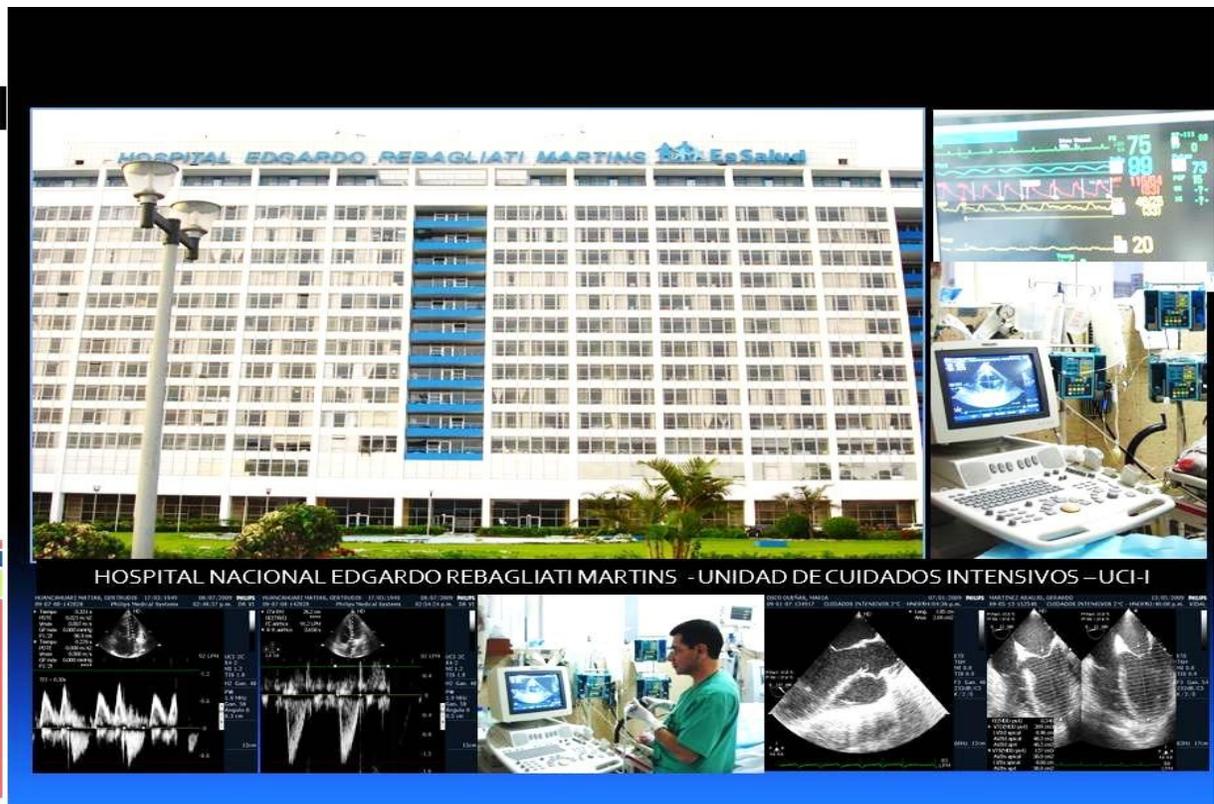


PUBLICADO: LIBRO PROTOCOLOS Y PROCEDIMIENTOS EN EL PACIENTE CRÍTICO CAPÍTULO 42
D.R. 2010 POR EDITORIAL EL MANUAL MODERNO - MEXICO.

VOLEMIA CENTRAL Y REQUERIMIENTOS DE FLUIDOS: VALORACION ULTRASONOGRAFICA DE LA RESPUESTA A LA PRECARGA



AUTOR:

DR. MOISES VIDAL LOSTAUNAU

MEDICINA CRITICA Y TERAPIA INTENSIVA – ESPECIALISTA EN ULTRASONIDO EN CRITICOS
HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS – UCI-I - UNIDAD DE
POSTOPERATORIO CARDIOVASCULAR Y TRASPLANTE – LIMA - PERU

VOLEMIA CENTRAL Y REQUERIMIENTOS DE FLUIDOS: VALORACION ULTRASONOGRAFICA DE LA RESPUESTA A LA PRECARGA

INTRODUCCIÓN:

El uso de la ultrasonografía en las unidades críticas se ha convertido en una herramienta indispensable en el manejo del paciente críticamente enfermo. El ultrasonido permite en forma rápida la evaluación de la función cardiaca, evaluar la precarga y la reserva cardiaca aportando información valiosa para el diagnóstico y decisión terapéutica del paciente en las unidades críticas.

Por muchas décadas, la presión venosa central (PVC) y la presión de oclusión de la arteria pulmonar (Ppao) se ha utilizado para valorar las presiones a nivel de la aurícula derecha y presiones de llenado del ventrículo izquierdo respectivamente; siendo utilizados para medir la precarga cardiaca derecha e izquierda y hacer la decisión de aportar líquidos al paciente; existe una amplia información de ensayos clínicos que aportan un pobre valor predictivo sobre estas técnicas para predecir la necesidad de aporte de líquidos a los pacientes con inestabilidad hemodinámica.

La hipotensión es uno de los signos clínicos más frecuentes observados en el paciente crítico. Para restaurar la presión arterial se debe evaluar la precarga, la función cardiaca y la post-carga. La inestabilidad hemodinámica es frecuente y la reposición intravascular de líquidos o expansión de volumen (EV) permite restaurar el llenado ventricular, el gasto cardiaco y en última instancia la presión arterial; la reanimación vigorosa con líquidos conlleva a un riesgo de generar sobrecarga de volumen y edema pulmonar y/o disfunción ventricular derecha. Por tanto, en pacientes hipotensos, se necesitan métodos para valorar la disminución de la precarga y predecir si el gasto cardiaco se incrementará o no con la expansión de volumen.

Un método utilizado rutinariamente para evaluar el volumen intravascular en el paciente hipotenso utiliza la respuesta hemodinámica a una carga de líquidos (1). Este método consiste en infundir una cantidad definida de líquidos durante un período breve de tiempo. La respuesta a una carga de volumen intravascular puede ser monitorizada clínicamente con la frecuencia cardiaca, presión arterial presión de pulso (presión sistólica menos presión diastólica) y el gasto urinario, o por el monitoreo invasivo con la medición de la presión de la aurícula derecha, presión de oclusión de la arteria pulmonar, y el gasto cardiaco. En el manejo con líquidos asume que el intravascular del paciente críticamente enfermo puede ser definido por la relación de la precarga y el gasto cardiaco, y que un cambio de la precarga con infusión de volumen afecta al gasto cardiaco. Así que un incremento en el gasto cardiaco seguido de la expansión de volumen (pacientes respondedores) diagnóstica un estado hipovolémico o dependiente de la precarga. Por

otra parte, una ausencia de cambio, o una disminución en el gasto cardiaco, después de una expansión de volumen (pacientes no respondedores) es atribuida a un estado de normovolemia, o a una sobrecarga de líquidos, o a un estado de falla cardiaca. Por tanto la respuesta a los líquidos definida como la respuesta del gasto cardiaco a una prueba de volumen, es un índice el cual puede predecir la necesidad o no de recibir líquidos.

La expansión de volumen tiene un rol vital para la resucitación del paciente con severa inestabilidad hemodinámica, la hipovolemia no corregida conlleva a un uso inapropiado de vasopresores que puede incrementar la hipoperfusión de órganos (2), la excesiva expansión de volumen puede llevar a un edema agudo pulmonar, empeorar la hipoxemia, estudios previos sugieren que el control estricto de las presiones de llenado mejora el pronóstico en pacientes ventilados por síndrome respiratorio agudo (3) (4).

La expansión de volumen en las primeras horas por falla circulatoria relacionada a sepsis severa disminuye la mortalidad (5) la absoluta o relativa hipovolemia está presente, los parámetros hemodinámicos son más fáciles de evaluar en éste escenario clínico; la situación es diferente pocas horas después de la resucitación donde menos del 50% de pacientes tienen una significativa respuesta a la expansión de volumen; es decir más del 50% de pacientes tienen una inapropiada expansión de volumen, requiriendo la necesidad de contar con parámetros para predecir la eficacia de la expansión de volumen.

La ventilación mecánica modifica la presión pleural y presión transpulmonar y altera los parámetros de función cardiaca; el volumen tidal induce cambios cíclicos en volumen sanguíneo central, ventrículo derecho y volumen sistólico del ventrículo izquierdo (6). Los cambios cíclicos inducidos por la ventilación mecánica pueden ser utilizados para determinar el estado de volemia central del paciente.

La ultrasonografía específicamente mediante la ecocardiografía actualmente es utilizada como una herramienta en las unidades de cuidados intensivos para evaluar el estado hemodinámico del paciente (7,8). Esta técnica no invasiva permite evaluar en la cama del paciente la función del ventrículo derecho y ventrículo izquierdo; por mucho tiempo la limitación fue la falta de exactitud para predecir la necesidad de expansión de volumen con los parámetros ecocardiográficos estáticos de precarga como volúmenes y estimación de presión de llenado (9,10); los parámetros dinámicos inducidos por la interacción corazón pulmón en el paciente en ventilación mecánica, el volumen de eyección ventricular varia cíclicamente (máximo durante la inspiración y mínimo durante la expiración), durante la fase inspiratoria el volumen sistólico del ventrículo derecho disminuye y el volumen sistólico del ventrículo izquierdo disminuye en la fase espiratoria (fig.1); estas variaciones han sido utilizadas clínicamente para evaluar el estado de la precarga y predecir la respuesta a los líquidos, se ha validado parámetros ecocardiográficos como el colapso de la vena cava superior, la distensibilidad de la vena cava inferior y la variabilidad de la velocidad del flujo aórtico con una buena correlación en diferenciar la precarga dependencia (11,12,13,15,).

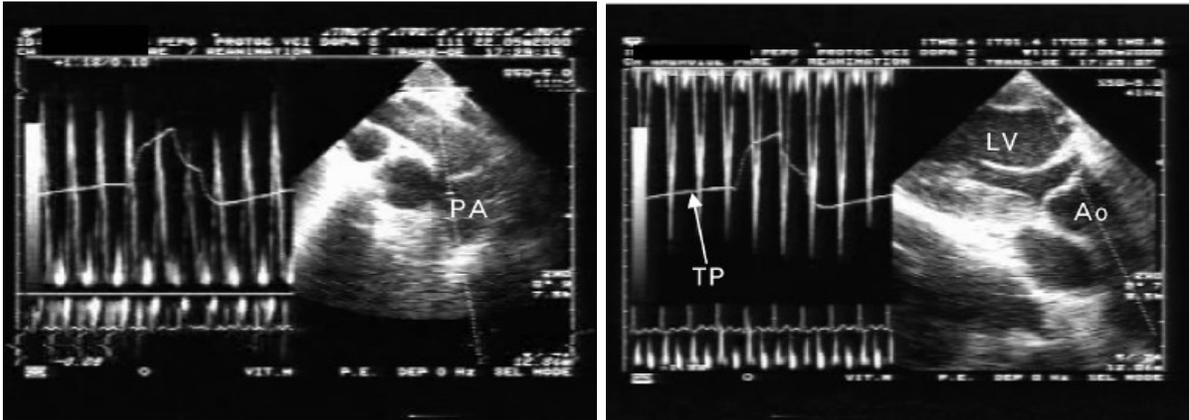


FIG 1: cambios cíclicos del volumen sistólico del ventrículo derecho y ventrículo izquierdo con la respiración durante la ventilación mecánica.

Vista transesofágica esófago alto (figura izquierda) doppler pulsado a nivel de la arteria pulmonar (PA) mide la velocidad del flujo de salida del ventrículo derecho, Vista transesofágica transgástrica (figura derecha) doppler pulsado a nivel de arteria aorta (Ao) mide la velocidad del flujo de salida del ventrículo izquierdo ; se observa la variación de la velocidad de flujo con el ciclo respiratorio

OBJETIVOS:

Utilidad del uso del ultrasonido en las unidades críticas como una herramienta de diagnóstico, decisión terapéutica y monitoreo hemodinámico.

Evaluar la utilidad de la ultrasonografía para la valoración del estado de volemia y la respuesta a la carga de fluidos en pacientes con inestabilidad hemodinámica.

JUSTIFICACIÓN:

El uso de la Ultrasonografía en áreas críticas se viene intensificando por la mejora de la tecnología, la portatibilidad de los equipos y la disminución de costo; actualmente su uso se ha extendido como una herramienta de diagnóstico, decisión terapéutica y monitoreo de paciente crítico.

La realización de la ultrasonografía por médicos de especialidades en áreas críticas como terapia intensiva, emergencia y anestesia es cada vez mayor por lo cual se requiere los conocimientos y entrenamiento en la ultrasonografía; la ecocardiografía es ahora considerada como el método de primera línea para evaluar la función cardiaca en los pacientes con inestabilidad hemodinámica.

La necesidad de contar con métodos exactos para valorar la volemia central y la respuesta a fluidos en los pacientes con hipotensión relativa o absoluta en las unidades de cuidados intensivos.

METODOS ULTRASONOGRAFICOS PARA EVALUAR LA VOLEMIA CENTRAL Y LA RESPUESTA A FLUIDOS:

Medición del volumen telediastólico del ventrículo derecho para predecir la respuesta a los líquidos:

La ecocardiografía transtorácica es un método fiable para evaluar las dimensiones ventriculares derechas en pacientes en ventilación mecánica; el área telediastólica ventricular derecha es obtenida en una vista apical de cuatro cámaras (16), la ecocardiografía transesofágica (17) es una opción cuando existe una mala ventana acústica. Sin embargo, no hay estudios que evalúen las medidas del tamaño ventricular derecho por estas técnicas como predictor de la respuesta con líquidos en pacientes en ventilación mecánica.

Medición del Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo para predecir la respuesta a los líquidos:

La medición del volumen y/o área ventricular izquierda, su utilidad como índices predictores de respuesta a los líquidos, diferentes estudios han reportado resultados conflictivos. Cheung y cols (18) demostraron que la medida del área telediastólica ventricular izquierda por ecocardiografía transesofágica es un método exacto para predecir el efecto hemodinámico de la pérdida aguda de sangre; otros estudios han reportado pobre valor predictivo del volumen y área telediastólica ventricular izquierda para predecir la respuesta del gasto cardiaco a la carga de líquidos (19)

MEDIDAS DINÁMICAS ULTRASONOGRAFICA PARA EVALUAR LA RESPUESTA A FLUIDOS

La respiración por presión positiva disminuye temporalmente el volumen telediastólico ventricular derecho secundaria a una reducción del retorno venoso, esta disminución inspiratoria del volumen sistólico derecho induce una disminución en el volumen sistólico ventricular izquierdo el cual llega a ser evidente en la fase espiratoria; estas variaciones se utilizan clínicamente para predecir la respuesta a la carga de líquidos; las medidas dinámicas identifican la hipotensión asociada con una disminución de la precarga, también distinguen entre respondedores y no respondedores a pruebas de líquidos y permite la titulación de la expansión de volumen en el paciente crítico.

Variación respiratoria en los diámetros de las venas cavas:

Existen dos venas cavas; la vena cava superior termina en la parte alta de la aurícula derecha, después de entrar en el pericardio, la vena cava inferior termina en el piso de la aurícula derecha, después de atravesar el diafragma. La vena cava superior (VCS) es un vaso intratorácico, la vena cava inferior (VCI) es intraabdominal, su corta parte intratorácica es puramente virtual. Ambas venas cavas proveen el retorno venoso al corazón derecho, aproximadamente el 25% vía vena cava superior y el 75% vía vena cava inferior.

Examen ultrasonográfico de la vena cava superior: Se realiza por vía transesofágica (19). La influencia de los cambios respiratorios sobre el diámetro de la vena cava superior ha sido estudiada ampliamente y se ha propuesto el uso del índice de colapso de VCS, calculado como el diámetro espiratorio máximo menos el diámetro inspiratorio mínimo, dividido por el diámetro espiratorio máximo, como un índice de respuesta a la carga de líquidos (20). Un índice de colapso de la VCS mayor de 36% predice una respuesta positiva marcada por un incremento significativo en el gasto cardiaco, con una sensibilidad de 90% y una especificidad de 100%.

Técnica del examen: Estudio ultrasonográfico con transductor transesofágico múltiplano, registro de eje largo de vaso, modo bidimensional vista bicaval, y acoplar el modo movimiento para realizar las mediciones de los diámetros máximos y mínimos durante el ciclo respiratorio (Fig.2).

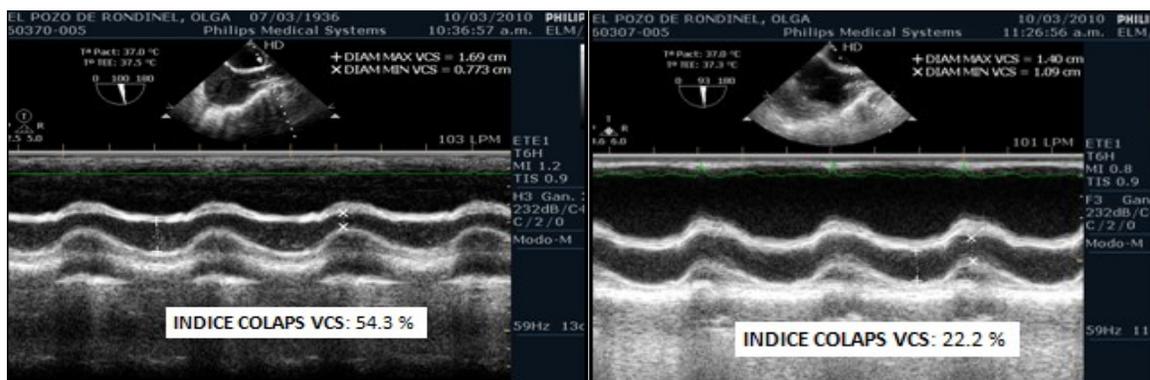


FIG 2: Examen ultrasonográfico de la vena cava superior

Ecocardiografía transesofágica modo bidimensional y modo movimiento, Vista bicaval eje largo de la vena cava superior, medición de los diámetros máximos y mínimos durante el ciclo respiratorio. Figura izquierda Índice de colapso de la vena cava superior (VCS) 54.3%, post expansión de volumen se observa una reducción de la variabilidad con el ciclo respiratorio un índice de colapso de VCS de 22.2%.

Examen ultrasonográfico de la vena cava inferior: Se realiza por un acercamiento transtorácico, vista subcostal (21,22). La medida del diámetro de la vena cava inferior (VCI) ha probado su utilidad en separar sujetos normales de pacientes con presión auricular derecha elevada (23). Feissel y cols (24) fue el primero en proponer el uso de los cambios respiratorios cíclicos en el diámetro de la VCI para detectar la capacidad de respuesta a los líquidos en pacientes ventilados mecánicamente, expresar la variabilidad respiratoria del diámetro de la VCI como el diámetro inspiratorio máximo menos diámetro espiratorio mínimo, dividido por el valor promedio de los dos diámetros; encontraron que un 12% de aumento en el diámetro de la VCI durante la insuflación pulmonar permitía discriminar entre los respondedores y no respondedores a la carga de líquidos, con un valor predictivo positivo de 93% y un valor predictivo negativo de 92%. Los hallazgos de Feissel y cols están confirmados en un estudio por Barbier (25).

Técnica del examen: Estudio ultrasonográfico transtorácico, vista subcostal, con registro de la vena cava inferior, medición ecocardiográfica fácil de realizar al lado de la cama del paciente, y requiere solo mínima experiencia en ecocardiografía, se obtiene el registro bidimensional de la VCI y se realiza las mediciones de los diámetros por modo de movimiento (Fig.3).

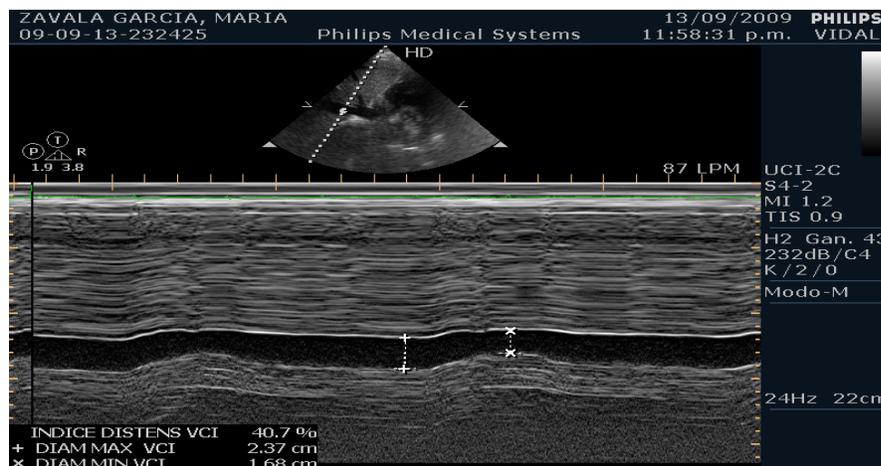


FIG 3: Examen ultrasonográfico de la vena cava inferior

Ecocardiografía transtorácica de la vena cava inferior (VCI), imagen superior vista bidimensional eje largo de la vena cava inferior, imagen inferior vista modo movimiento se observa los diámetros máximos y mínimos durante el ciclo respiratorio

Variación respiratoria de la velocidad del flujo aórtico:

Los cambios respiratorios del volumen sistólico del ventrículo izquierdo en pacientes en ventilación mecánica proporciona una evaluación de la dependencia a la precarga; en pacientes sin esfuerzo inspiratorio espontáneo, el volumen sistólico del ventrículo izquierdo se incrementa durante la inspiración y disminuye durante la espiración. La velocidad del flujo aórtico o la integral tiempo velocidad (ITV) la variación máxima durante el ciclo respiratorio tiene alta sensibilidad y especificidad para predecir el incremento del volumen sistólico después de una infusión o reto de fluidos. Un punto de corte de 12% para la velocidad máxima y 20% para el ITV del flujo aórtico, puede discriminar entre respondedores y no respondedores a la carga de fluidos (15) (Fig. 4).

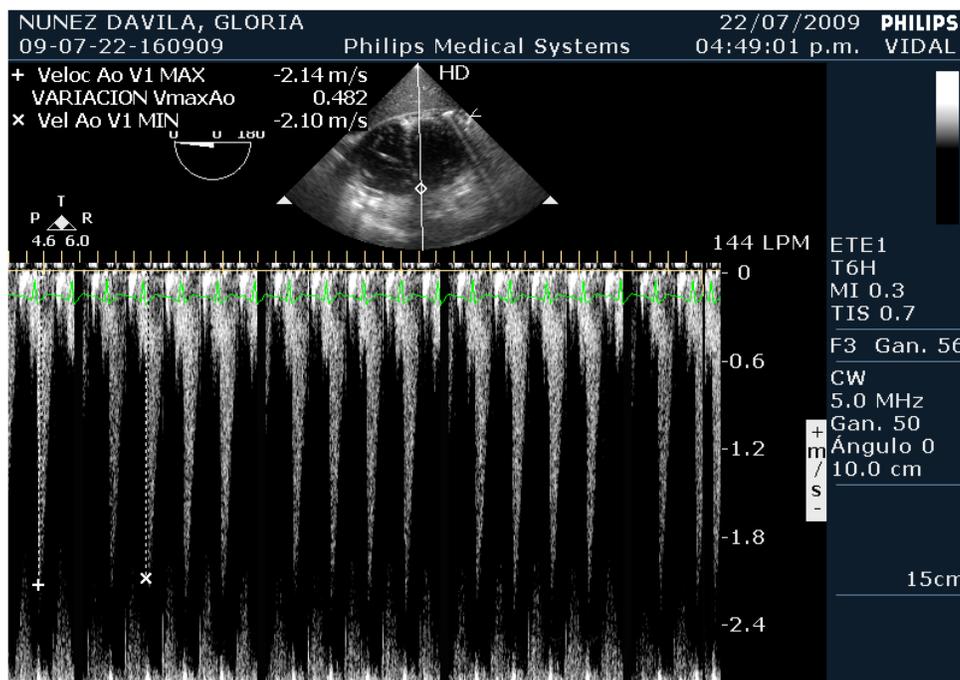


FIG 4: Variación de velocidad del flujo aórtico durante el ciclo respiratorio
Ecocardiografía transesofágica, vista transgástrica profunda con imagen bidimensional y doppler pulsado a nivel de anillo anular aórtico

ALGORITMO DE LA VALORACION Y MANEJO DE LA HIPOTENSION EN SHOCK SEPTICO CON GUIA ULTRASONOGRAFICA:

La sepsis severa y shock séptico son las entidades nosológicas más frecuentes en las unidades críticas, la estabilización temprana disminuye la morbi-mortalidad; la ultrasonografía es una herramienta que facilita la valoración de la volemia central y la respuesta al tratamiento y se realiza en la cama del paciente con la ventaja de ser un procedimiento no invasivo o mínimamente invasivo en caso de la ecocardiografía transesofágica; aportando valiosa información sobre la performance cardiaca y la hemodinámica.

La estabilización hemodinámica es una recomendación de las guías de manejo del paciente con hipotensión, la adecuada reanimación del paciente influye en los resultados finales, una aproximación de la valoración y manejo de la hipotensión en sepsis severa y shock séptico con guía ultrasonográfica (ver algoritmo de manejo)

Paciente con criterios de sepsis severa y shock séptico, con hipotensión, signos de inadecuada perfusión, inestabilidad hemodinámica; se procede a valorar siguiendo los secuencias descritas en el algoritmo.

Paso 1. Descartar enfermedad cardiaca pre-existente, el conocimiento de patología cardiaca modifica el esquema de tratamiento en el aporte de fluidos, uso de inotrópicos y vasopresores.

Paso 2. Valorar la contractibilidad cardiaca del ventrículo derecho e izquierdo, medición de la fracción de eyección (FE) y/o otros parámetros ecocardiográficos de contractibilidad; la depresión miocárdica inducida por sepsis tiene bajo diagnóstico por la baja sospecha.

Paso 3. Determinar el Índice Cardíaco (IC), si el IC es bajo y con baja contractibilidad cardiaca (fracción de eyección ventrículo izquierdo menor 45%) se define como Patrón Hipodinámico; realizando el manejo con inotrópicos, en caso de falla ventricular derecha (VD) uso de inotrópicos y vasopresores; valorar efecto terapéutico hasta alcanzar las metas; si el IC es normal o alto y función de contractibilidad cardiaca normal o alto seguir el paso 4.

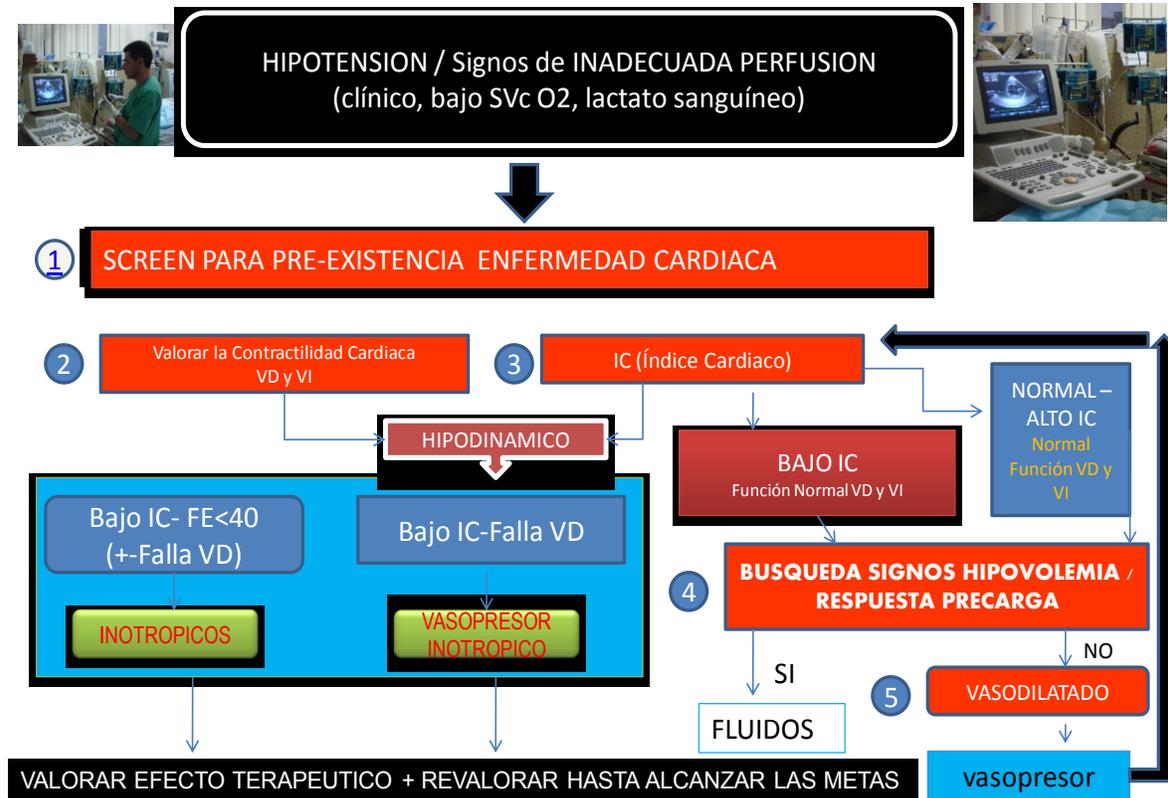
Paso 4. Búsqueda de signos hipovolemia y respuesta a la precarga de líquidos: Índice de Colapso de la vena cava superior mayor 36% y/o Índice de distensibilidad de la vena cava inferior mayor 12%; aporte de fluidos, valorar efecto terapéutico hasta alcanzar las metas; si no hay signos de hipovolemia según los índices ultrasonográficos, se va al paso 5.

Paso 5. Patrón hemodinámico vasodilatado; definido por Índice Cardíaco (IC) normal o alto con función ventrículo derecho e izquierdo normal, se maneja con vasopresores; se valora el efecto terapéutico hasta alcanzar las metas.

La valoración del efecto terapéutico al uso de inotrópicos y vasopresores y/o respuesta a la expansión de fluidos se procede a evaluar la contractibilidad cardiaca, el índice cardiaco y la volemia central evaluando las variaciones de la vena cava superior o inferior.

Las metas en la estabilización es lograr una presión arterial media mayor a 65 mmHg, una saturación venosa de oxígeno mayor a 70%, gasto urinario mayor 0.5ml/Kg/h.

ALGORITMO DE MANEJO SHOCK SEPTICO CON GUIA ULTRASONOGRAFICA



PUNTOS CLAVE:

1. El ultrasonido es una herramienta útil en el manejo del paciente crítico para el diagnóstico y seguimiento de la respuesta terapéutica.
2. Dado que es un procedimiento no invasivo que puede realizarse en la cabecera del paciente, su uso se ha extendido para la valoración de la volemia central y la respuesta a fluidos.
3. Existen parámetros ultrasonográficos válidos que permiten evaluar en forma certera la respuesta a fluidos, lo cual puede ser aplicable a los diferentes tipos de choque, en particular el séptico.

Referencia Bibliográfica:

1. Host HM, Obeid FN (1986) Hemodynamic response to fluid challenge: a means of assessing volumen status in the critically ill. *Henry Ford Hosp Med J* 34:90-94.
2. Marakawa K, Kobayashi A. Effect of vasopressors on renal tissue gas tensions during hemorrhagic shock in dogs. *Crit Care Med* 1988; 16:789–792.
3. Humphrey H, Hall J, Sznajder I, et al. Improved survival in ARDS patients associated with a reduction in pulmonary capillary wedge pressure. *Chest* 1990; 97:1176–1180.
4. Mitchell JP, Schuller D, Calendrino FS, et al. Improved outcome based on fluid management in critically ill patients requiring pulmonary artery catheterization. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145:990–998.
5. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest* 2002; 121:2000–2008.
6. Jardin F, Farcot JC, Gueret P, et al. Cyclic changes in arterial pulse during respiratory support. *Circulation* 1983; 68:266–274.
7. Cholley B, Vieillard-Baron A, Mebazaa A. Echocardiography in the ICU: time for widespread use! *Intensive Care Med* 2005; 16 November [Epub ahead of print].
8. Vieillard-Baron A, Prin S, Chergui K, et al. Echo-Doppler demonstration of acute cor pulmonale at the bedside in the medical intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:1310–1319.
9. Tavernier B, Makhotine O, Lebuffe G, et al. Systolic pressure variation as a guide to fluid therapy in patients with sepsis-induced hypotension. *Anesthesiology* 1998; 89:1313–1321.
10. Cheung AT, Savino JS, Weiss SJ. Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. *Anesthesiology* 1994; 81:376–387.
11. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, Jardin F (2004) Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 30:1734–1739.
12. Barbier C, Loubie`res Y, Schmit C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 2004; 30:1740–1746.
13. Feissel M, Michard F, Faller JP, et al. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med* 2004; 30:1834–1837.

14. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, et al. Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 2004; 30:1734–1739.
15. Feissel M, Michard F, Mangin I, et al. Respiratory changes in aortic blood velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock. *Chest* 2001; 119:867–873.
16. Jardin F, Dubourg O, Bourdarias JP (1997) Echocardiographic pattern of acute cor pulmonale. *Chest* 111:209-217.
17. Vignon P, Mentec H, Terre S, Gastinne H (1994) Diagnostic accuracy and therapeutic impact of transthoracic and transesophageal echocardiography in mechanically ventilated patients in the ICU. *Chest* 106: 1829-1834.
18. Cheung AT, Savino JS, Weis SJ, Aukburg SJ, Berlin JA (1994) Echocardiographic and hemodynamic indexes of left ventricular preload in patients with normal and abnormal ventricular function. *Anesthesiology* 81:376-387.
19. Vieillard-Baron A, Augarde R, Prin S, Page B, Beauchet A, Jardin F (2001) Influence of superior vena caval zone conditions on cyclic changes in right ventricular outflow during respiratory support. *Anesthesiology* 95:1083–1088.
20. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, Jardin F (2004) Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 30:1734–1739.
21. Mintz G, Kotler M, Parry W, Iskandrian A, Kane S (1981) Real-time inferior vena caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right heart function. *Circulation* 64:1018–1025.
22. Moreno F, Hagan A, Holmen J, Pryor A, Strickland R, Castle H (1984) Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol* 52:579–585.
23. Nakao S, Come P, McKay R, Ransil B (1987) Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressures. *Am J Cardiol* 59:125–132.
24. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL (2004) The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med* 30:1834–1837.
25. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, Vieillard-Baron A (2004) Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* 30:1740–1746.