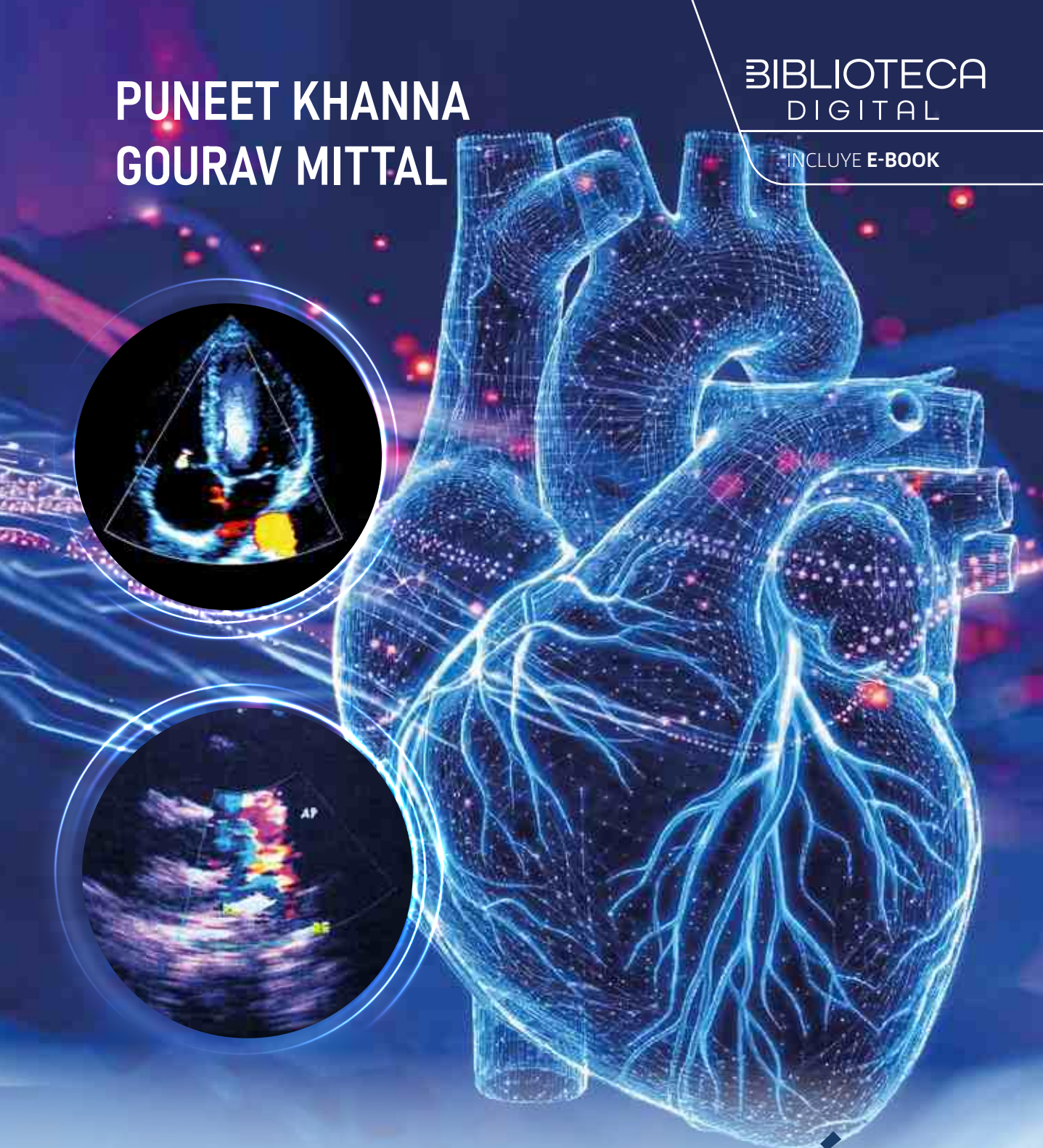


PUNEET KHANNA
GOURAV MITTAL

BIBLIOTECA
DIGITAL

INCLUYE **E-BOOK**

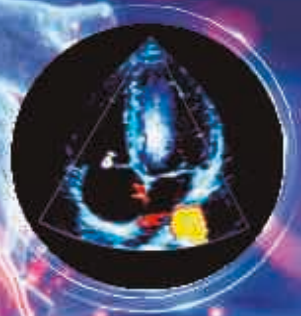


ECOCARDIOGRAFÍA

GUÍA PRÁCTICA PARA INTENSIVISTAS Y MÉDICOS DE URGENCIAS



Tabla de contenido



1. Indicaciones de la ETT y la ETE en la UCI: más allá de la ecocardiografía a pie de cama	1
<i>Mukkelli Vinay Gandhi y Puneet Khanna</i>	
2. Física en la ecocardiografía	8
<i>Bhavana Kayarat y Puneet Khanna</i>	
3. Conceptos básicos, incluyendo terminología y configuración	21
<i>Gourav Mittal</i>	
4. Artefactos en la ecocardiografía: implicaciones para los quirófanos y las unidades de cuidados intensivos	30
<i>Amit Kumar Malviya y Vinay Kumar</i>	
5. Vistas ecográficas básicas, sus ventajas y desventajas	37
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
6. Evaluación visual y estimación aproximada de las funciones cardíacas	42
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
7. Función sistólica del ventrículo izquierdo y estimación del gasto cardíaco: enfoque y aplicación clínica	46
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
8. Función diastólica del ventrículo izquierdo	56
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
9. Función ventricular derecha e hipertensión arterial pulmonar	65
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
10. Algoritmo de las lesiones estenóticas clínicamente relevantes (mitral y aórtica) junto con un enfoque paso a paso	88
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
11. Lesiones regurgitantes clínicamente relevantes (mitral, aórtica y tricúspide)	97
<i>Gourav Mittal</i>	
12. Válvulas protésicas	107
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
13. Enfermedad del pericardio (derrame, taponamiento y fisiología del taponamiento)	112
<i>Gourav Mittal</i>	

14. Infarto de miocardio: diversos escenarios y resolución de problemas	120
<i>Gourav Mittal</i>	
15. Endocarditis infecciosa	126
<i>Gourav Mittal</i>	
16. Embolia pulmonar y trombosis venosa profunda	132
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
17. Miocardiopatías	137
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
18. Ecocardiografía para la aorta: diferenciación entre disección y rotura	145
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
19. Arritmias y ecocardiografía: ¿cómo podemos integrar la electricidad y las imágenes?	151
<i>Puneet Khanna y Gourav Mittal</i>	
20. Ecocardiografía intraoperatoria y posoperatoria de emergencia	155
<i>Richa Saroa, Sanjeev Palta y Avneet Singh</i>	
21. Ecocardiografía en complicaciones de intervenciones percutáneas	163
<i>Kandaswamy N</i>	
22. Líquidos para pacientes críticos. Respuesta, tolerancia y eliminación: enfoque integrado de la ecocardiografía	168
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
23. Ecocardiografía en niños en estado crítico	175
<i>Aravindhan Manohara y Rakesh Lodha</i>	
24. Avances recientes: el papel de la inteligencia artificial en la ecocardiografía de cuidados intensivos	186
<i>Balaji Rajaram</i>	
25. Ecocardiografía en el paro cardíaco	193
<i>Nitin Rai</i>	
26. Ecocardiografía en corazones trasplantados	201
<i>Meera Rajeev Sarvesh Pal Singh</i>	
27. Papel de la ecocardiografía en el trasplante de hígado, riñón y pulmón	208
<i>Kulbhushan Saini, Arshdeep Singh y Ajay Singh</i>	
28. Optimización de los resultados de los pacientes en la terapia con ECMO: el papel de la ecocardiografía	216
<i>Velmurugan Selvam y Shrikanth Srinivasan</i>	
29. Ecocardiografía integral en el tratamiento del traumatismo	225
<i>Kapil Dev Soni</i>	
30. Ecocardiografía en cuidados neurocríticos	231
<i>Kiran Jangra y Gyaninder Pal Singh</i>	

31. Formación y competencia en ecocardiografía en unidades de cuidados intensivos	237
<i>Mohd. Luqman y Srikant Behera</i>	
32. Diagrama de flujo del enfoque ecocardiográfico en la diferenciación del shock, la disnea aguda, el dolor torácico agudo y la desresucitación	244
<i>Anant Vikram Pachisa</i>	
33. Ecocardiografía avanzada en la unidad de cuidados intensivos: ampliando horizontes	248
<i>Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
34. Ecocardiografía transesofágica en la unidad de cuidados intensivos	257
<i>Meera Rajeev y Sarvesh Pal Singh</i>	
35. Autoevaluación en ecocardiografía de cuidados intensivos	273
<i>Rakupathy S, Gourav Mittal y Puneet Khanna</i>	
Índice alfabético	311



Tabla de contenido de videos

Capítulo 5. Vistas ecográficas básicas, sus ventajas y desventajas

Video 1. PLAX a PSAX: posición de la sonda y vista ecográfica

Video 2. Vista PSAX basal a papilar media

Video 3. Cuatro cámaras apicales

Video 4. Vista apical de cinco cámaras

Capítulo 6. Evaluación visual y estimación aproximada de las funciones cardíacas

Video 1. Estimación visual de la fracción de eyección

Capítulo 7. Función sistólica del ventrículo izquierdo y estimación del gasto cardíaco: enfoque y aplicación clínica

Video 1. Función sistólica del VI

Capítulo 8. Función diastólica del ventrículo izquierdo

Video 1. Disfunción diastólica del VI

Capítulo 9. Función ventricular derecha e hipertensión arterial pulmonar

Video 1. Disfunción del ventrículo derecho

Video 2. Sobrecarga del ventrículo derecho: volumen frente a presión

Capítulo 10. Algoritmo de las lesiones estenóticas clínicamente relevantes (mitral y aórtica) junto con un enfoque paso a paso

Video 1. Cuantificación de la estenosis mitral

Video 2. Cuantificación de la estenosis aórtica

Capítulo 11. Lesiones regurgitantes clínicamente relevantes (mitral, aórtica y tricúspide)

Video 1. Cuantificación de la insuficiencia mitral

Video 2. Cuantificación de la insuficiencia tricúspide

Capítulo 12. Válvulas protésicas

Video 1. Gradiente a través de la válvula protésica

Capítulo 13. Enfermedad del pericardio (derrame, taponamiento y fisiología del taponamiento)

Video 1. Fisiología del taponamiento cardíaco

Capítulo 14. Infarto de miocardio: diversos escenarios y resolución de problemas

Video 1. RWMA: anomalía regional del movimiento de la pared

Capítulo 15. Endocarditis infecciosa

Video 1. Endocarditis infecciosa del lado derecho

Capítulo 16. Embolia pulmonar y trombosis venosa profunda

Video 1. Embolia pulmonar

Capítulo 17. Miocardiopatías

Video 1. MCHO

Capítulo 18. Ecocardiografía para la aorta: diferenciación entre disección y rotura

Video 1. Disección aórtica

Capítulo 34. Ecocardiografía transesofágica en la unidad de cuidados intensivos

Video 1. Inserción de la sonda ETE

Video 2. ME 4 CÁMARAS

Video 3. ME 2 CÁMARAS

Video 4. ME LAX

Video 5. ME ATD LAX

Video 6. ME ATD SAX

Video 7. ME BICAVAL

Video 8. ME MODIFICADO BICAVAL

Video 9. ME VAO LAX

Video 10. ME VAO SAX

Video 11. ME VD ENTRADA Y SALIDA

Video 12. ME AORTA ASCENDENTE ESÓFAGICA

Video 13. PAP MEDIA TRANSGÁSTRICA

Video 14. TRANSGÁSTRICO PROFUNDO DE 5 CÁMARAS

8 Función diastólica del ventrículo izquierdo

Gourav Mittal y Puneet Khanna



■ INTRODUCCIÓN

La disfunción diastólica es la incapacidad del ventrículo para llenarse hasta su volumen diastólico final normal sin un aumento inadecuado de la presión diastólica final.

■ BREVE DISCUSIÓN

Causas de la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo (VI):

- Edad avanzada.
- Pacientes diabéticos.
- Pacientes con síndrome metabólico.
- Pacientes hipertensos.
- Pacientes con hipertrofia ventricular.
- Estenosis aórtica.
- Cardiopatía restrictiva.

■ FASES DE LA DIÁSTOLE

- *Relajación isovolumétrica:*
 - Cierre de la válvula aórtica (VA) [antes de la apertura de la válvula mitral (VM)].
- *Llenado ventricular rápido temprano: onda E.*
 - La VM se abre: mayor parte de la precarga del VI.
- *Fase mesodiastólica/diástasis:*
 - Flujo bajo.
- *Contracción arterial: onda A.*
 - Contribuye con el 20 % de la precarga.

El corazón es una bomba de volumen variable insertada en un sistema de tubos elásticos con válvulas unidireccionales, llenos de sangre.

Por lo tanto, la función de la bomba no solo está relacionada con la contracción sistólica, sino que también depende del grado de relajación de las cavidades cardíacas, lo que crea el volumen de reserva necesario para una eyección eficaz. La evaluación de la relajación cardíaca es una parte importante de los cuidados intensivos. Con la ecocardiografía, podemos evaluar la función diastólica de forma rápida y no invasiva. La mayoría de los intensivistas utilizan un método simplificado que consiste en observar el flujo de entrada de la válvula mitral con Doppler de onda pulsada (PWD) y Doppler tisular (TDI).

La diástole es un proceso que requiere energía activa. No se trata de un llenado pasivo del corazón. El ventrículo se relaja, se desenrolla y desciende rápidamente aspirando sangre. Con la edad y en enfermedades críticas, el ventrículo se endurece. La relajación deficiente provoca un aumento de la presión auricular y una disminución del llenado ventricular. Se necesita una presión venosa alta para llenar una aurícula y un ventrículo rígidos. Esto da lugar a congestión venosa y bajo volumen sistólico, lo que pone al paciente en riesgo tanto de edema pulmonar como de hipoperfusión. La disfunción diastólica es una parte normal del envejecimiento. Se encuentra en pacientes con una fracción de eyección (FE) del ventrículo izquierdo baja. Pero también puede existir en pacientes con función sistólica normal. La función diastólica no mejora y puede empeorar con agonistas alfa y beta como la norepinefrina, la epinefrina y la dobutamina.

La función diastólica del ventrículo izquierdo se evalúa con PWD a través de la válvula mitral (VM) y TDI en el anillo de la VM. El PWD mide la velocidad del flujo sanguíneo a través de la válvula hacia el VI durante el llenado diastólico. La TDI mide la rapidez con la que el músculo ventricular se mueve hacia abajo para permitir el llenado. La TDI se puede evaluar en la cara lateral o medial del anillo de la VM, pero lo más común es hacerlo en el anillo lateral. En general, E/e' es el parámetro métrico más confiable.

Aspectos que se miden en la ecocardiografía para clasificar el DD:

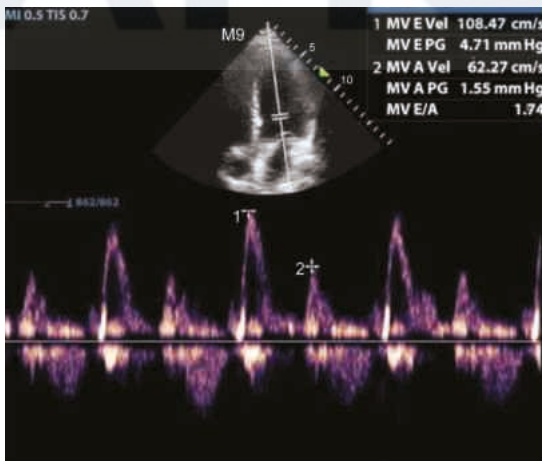
- Relación E/A.
- E/e' .
- Índices de volumen de la aurícula izquierda.
- Velocidad del chorro IT.

Otros parámetros que complementan estos son el TRIV, el TD y las velocidades del flujo venoso pulmonar.

Vistas ecocardiográficas: formación y dificultades

Forma de evaluar:

- *Vista necesaria:* A4C.
- *Doppler de onda pulsada (PWD) a través de la válvula mitral:* E y A
 - Coloque el cursor Doppler pulsado a través de la VM.
 - Establezca el marcador dentro de las valvas de la punta de la VM.



- Identifique la onda E y la onda A por encima de la línea de base.

Parámetros de interés:

- *Velocidad máxima E.*
- *Tiempo de desaceleración de la onda E.*
- *Velocidad máxima A.*
- *Relación E/A.*
 - La onda E representa el llenado diastólico temprano y la contribución auricular de la onda A a la precarga ventricular izquierda.
 - Hay un periodo de diástasis entre las ondas E y A.
 - Con la envolvente así obtenida, se pueden medir el tiempo de relajación isovolumétrica (TRIV), las velocidades de las ondas E y A y la relación E/A.
 - La velocidad normal de la onda E es de $0,8 \pm 0,2$ m/s y la velocidad de la onda A es de $0,5 \pm 0,2$ m/s.

Correlación de las ondas en el ECG:

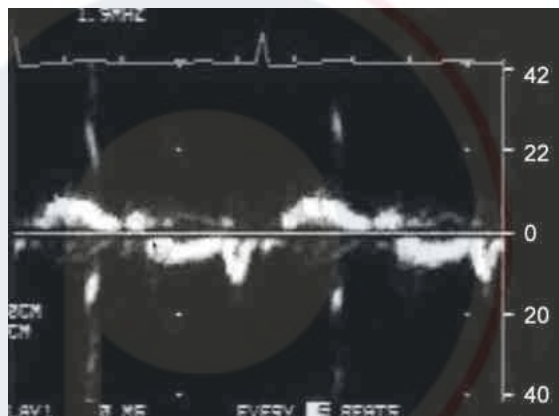
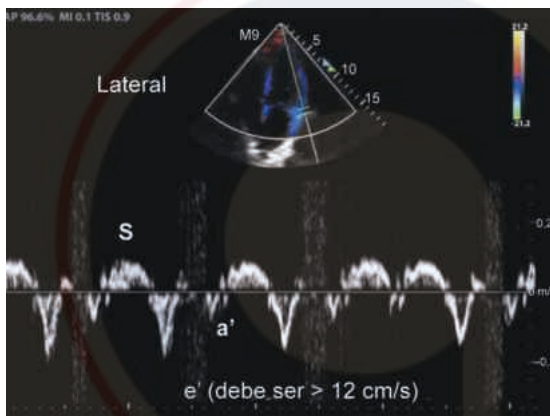
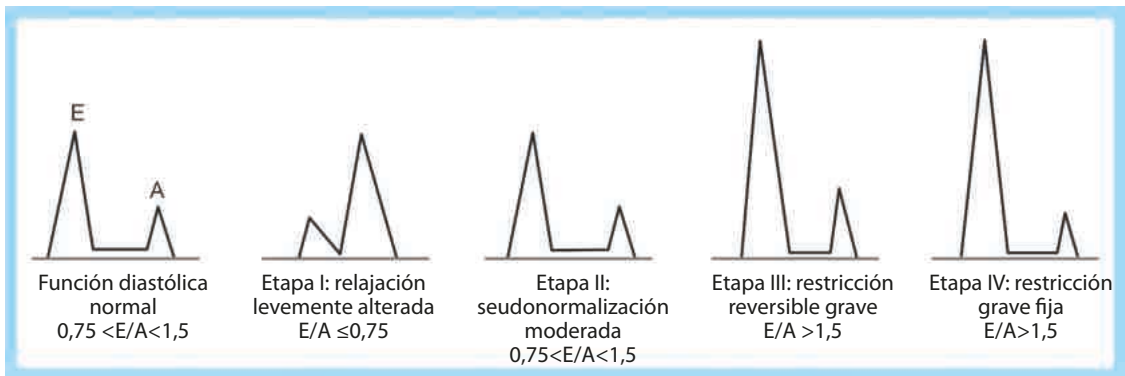
- La onda E se produce entre la onda T y el QRS.
- La onda A se produce justo antes o durante el QRS.
- En la fibrilación auricular no hay onda A, solo está presente la onda E.
- Mida la velocidad máxima de la onda E y la onda A.

Errores:

- Onda L durante la diástasis.
- $E/A > 2$: llenado superior al normal en personas jóvenes debido a una potente succión del ventrículo izquierdo.
- Relación E/A en presencia de FA, IM, calcificación del anillo mitral, bloqueo de rama izquierda (BRI), ritmo marcapasos o EM o MVR.
- En estas situaciones, otros parámetros resultan útiles.
- El aumento del índice de volumen de la AI también se puede encontrar fisiológicamente en atletas bien entrenados con bradicardia.

Doppler tisular en la mitral lateral: anillo valvular: e' y a'

- Seleccione la imagen Doppler tisular.



- Coloque el cursor a través del anillo lateral de la válvula mitral.
- Coloque el marcador en la parte más gruesa del anillo.
- Obtenga la forma de onda TDI y guarde la imagen.
- Identifique la onda e' y la onda a'.
- Relación E/e': refleja la presión telediastólica del ventrículo izquierdo (PTDVI).
- Normalmente < 8: elevada > 15.
- TDI lateral e' < 10 cm/s y septal < 7 cm/s sugiere disfunción diastólica.
- La relación E/e' < 8 es normal y una relación > 15 se asocia con disfunción diastólica del ventrículo izquierdo en pacientes no ventilados.
- Una relación > 12 es suficiente para identificar una disfunción diastólica en pacientes con ventilación mecánica.

Correlación con el ECG:

La onda a' se produce justo antes del QRS.

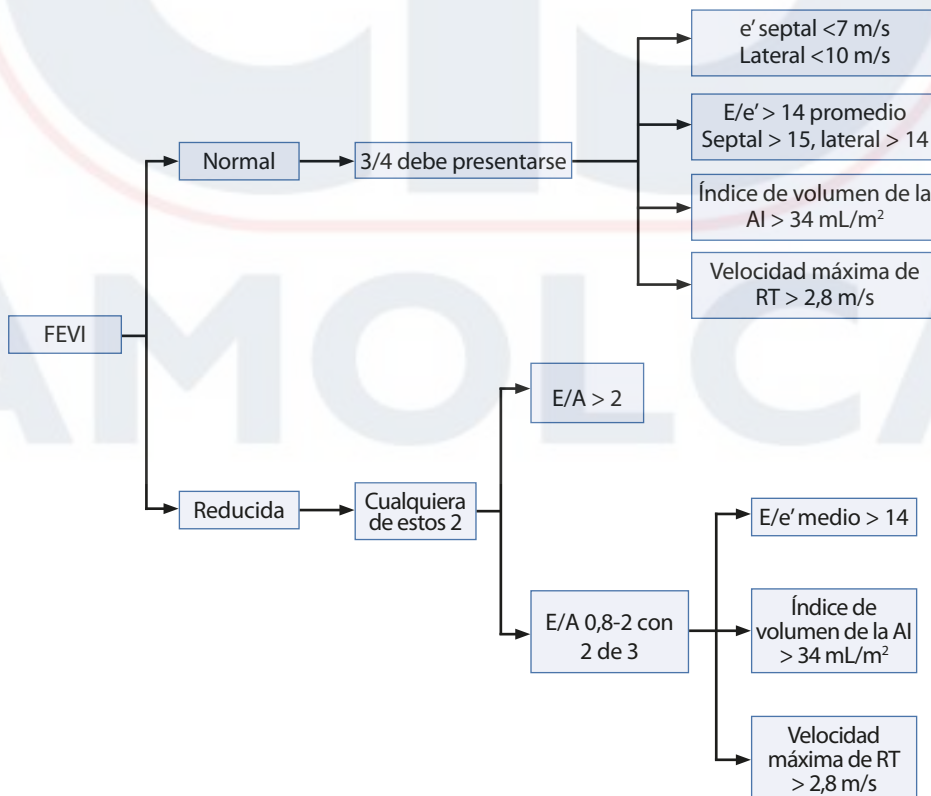
Mida el pico e' y guarde la medición.

- La evaluación ecográfica de la función diastólica se basa en la interpretación de un conjunto de mediciones ecográficas y Doppler.
- Ningún parámetro ecográfico por sí solo proporciona una medida definitiva o resumida de la relación PV ventricular durante la diástole.
- Si algún parámetro es anormal, solo refleja cambios aislados en la relajación o la distensibilidad.
- Se ven afectados por la compleja interacción entre los cambios en la relajación del VI, la distensibilidad del VI, y la contractilidad de la AI, lo que se complica aún más por el ritmo y las condiciones de carga.

Optimización de las mediciones

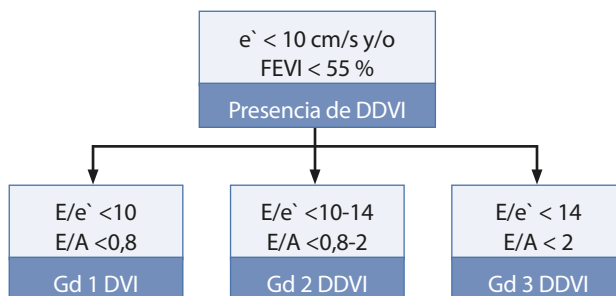
1	Obtenga una vista apical verdadera de cuatro cámaras del corazón que excluya la válvula aórtica
2	Reducir al máximo el ángulo entre el haz de ultrasonidos y el flujo sanguíneo (visualizado con mapeo Doppler color) ($< 20^\circ$): • <i>Flujo mitral</i> : desplazar el transductor de la vista apical verdadera de cuatro cámaras a una posición ligeramente más lateral.
3	Utilice un volumen de muestra Doppler pulsado pequeño: • <i>Flujo mitral</i> : 1-2 mm.
4	Coloque el volumen de muestra adecuadamente: • <i>Flujo mitral</i> : entre las puntas de las valvas mitrales
5	• Utilice una velocidad de barrido de 50 mm/s (apreciación de la influencia del ciclo respiratorio en las velocidades Doppler) o 100 mm/s (medición de la duración del flujo o del tiempo de desaceleración) • Utilice trazados de ECG y respiratorios, especialmente en pacientes ventilados • Configure el filtro de velocidad lo más bajo posible (200-600 Hz)
6	Realice todas las mediciones al final de la espiración (o durante la apnea) para limitar los efectos de las interacciones cardiopulmonares en las velocidades Doppler

Sospecha de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo (DDVI):



(FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda).

Difícil evaluar el volumen del VI y el chorro de IT. Enfoque simplificado como se describe a continuación:



(DDVI: disfunción diastólica ventricular izquierda; FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda).

1. A veces se observa $E < A$ en corazones hiperdinámicos y con llenado insuficiente.
 - Si este es el caso, el ventrículo izquierdo parece estar insuficientemente lleno, con una fracción de eyección alta y $e \gg 10$ cm/s.

Desde el punto de vista fisiológico, entiéndase como nivel fisiológico:

	Normal	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Relajación del ventrículo izquierdo	Normal	Alterada	Alterada	Alterada
Presión auricular izquierda	Normal	Baja o normal	Elevada	Elevada
Compliance	Normal	Normal	Reducida	Muy reducido

■ CASO CLÍNICO 1

Mujer de 56 años, con antecedentes de hipertensión no controlada con medicación, que acudió con un empeoramiento de la dificultad para respirar y dolor de cabeza. En la exploración, se observó crepitación pulmonar bilateral junto con edema pedal bilateral con fóvea. Las extremidades periféricas estaban calientes y la paciente negó tener antecedentes de fiebre, tos o ardor al orinar. Las constantes vitales mostraban una presión arterial de 220/120 mmHg en ambos brazos. El médico de urgencias inició la reanimación básica. ¿Cómo le ayudan la ecocardiografía 2D y la ecografía pulmonar a determinar el diagnóstico y orientar el tratamiento?

Diagnósticos diferenciales:

- ¿Edema pulmonar agudo? Insuficiencia cardíaca acelerada inducida por hipertensión con fracción de eyección preservada (ICFEP), edema pulmonar agudo por colapso simpático (SCAPE).
- Neumonía adquirida en la comunidad con insuficiencia cardíaca.

- Sobrecarga de líquidos secundaria a una disfunción renal subyacente no diagnosticada.

Tratamiento agudo: si el diagnóstico subyacente es SCAPE o hipertensión acelerada, la atención aguda puede estabilizar al paciente rápidamente y evitar la intubación y la ventilación mecánica posterior.

Basándonos en el historial sin fiebre y los signos localizados, la etiología infecciosa pasa a un segundo plano, y la ausencia de disfunción renal y la administración de líquidos también sitúan la sobrecarga de líquidos secundaria a la última D/D renal.

Ante la presencia de un edema pulmonar agudo, podemos realizar una ecografía y una ecografía pulmonar para confirmar nuestro diagnóstico y orientar nuestro tratamiento.

El edema pulmonar agudo por colapso simpático (SCAPE, por sus siglas en inglés) se produce debido a un círculo vicioso que implica un aumento del flujo simpático, una poscarga excesiva y un empeoramiento progresivo de la insuficiencia cardíaca. Dado que el SCAPE es un círculo vicioso, puede desarrollarse muy rápidamente

(de ahí el término «edema pulmonar fulminante»). Con un tratamiento agresivo, también puede *resolverse* muy rápidamente.

La característica fisiopatológica central y definitoria del SCAPE es la elevación patológica de la poscarga debido a la vasoconstricción sistémica y la hipertensión.

Los pacientes con SCAPE pueden presentar euvolemia o hipovolemia. El problema es un *desplazamiento* de líquido hacia los pulmones, más que una hipervolemia.

Las tres etapas de progresión son:

1. *Etapla 1*: distensión de los capilares pulmonares pequeños debido al aumento de la presión auricular izquierda.
2. *Etapla 2*: edema intersticial.

3. *Etapla 3*: inundación del espacio alveolar que provoca hipoxia.

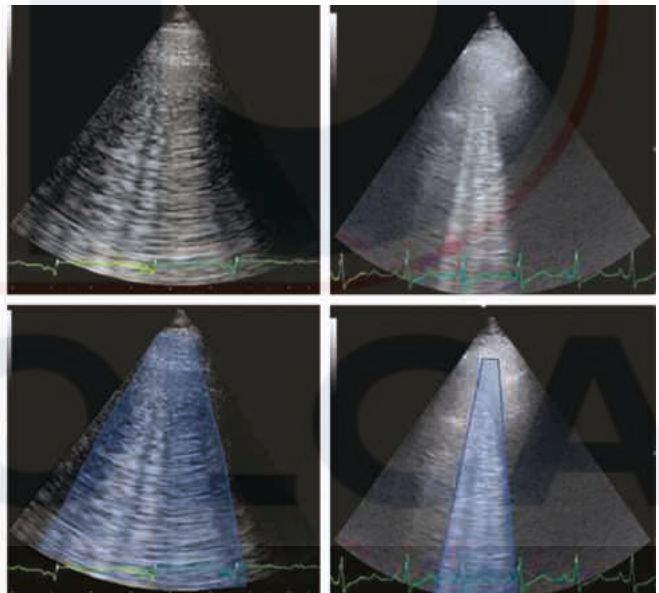
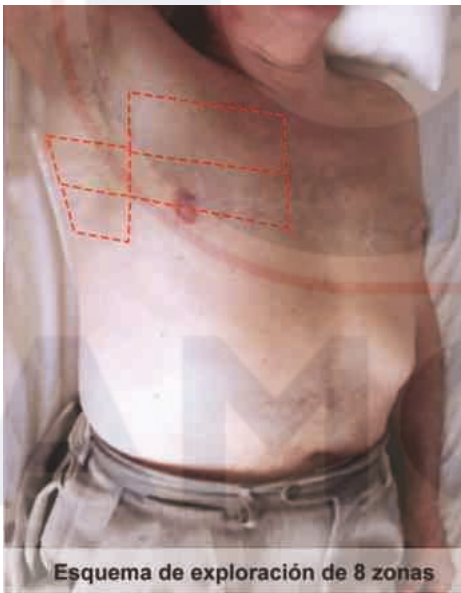
ECO:

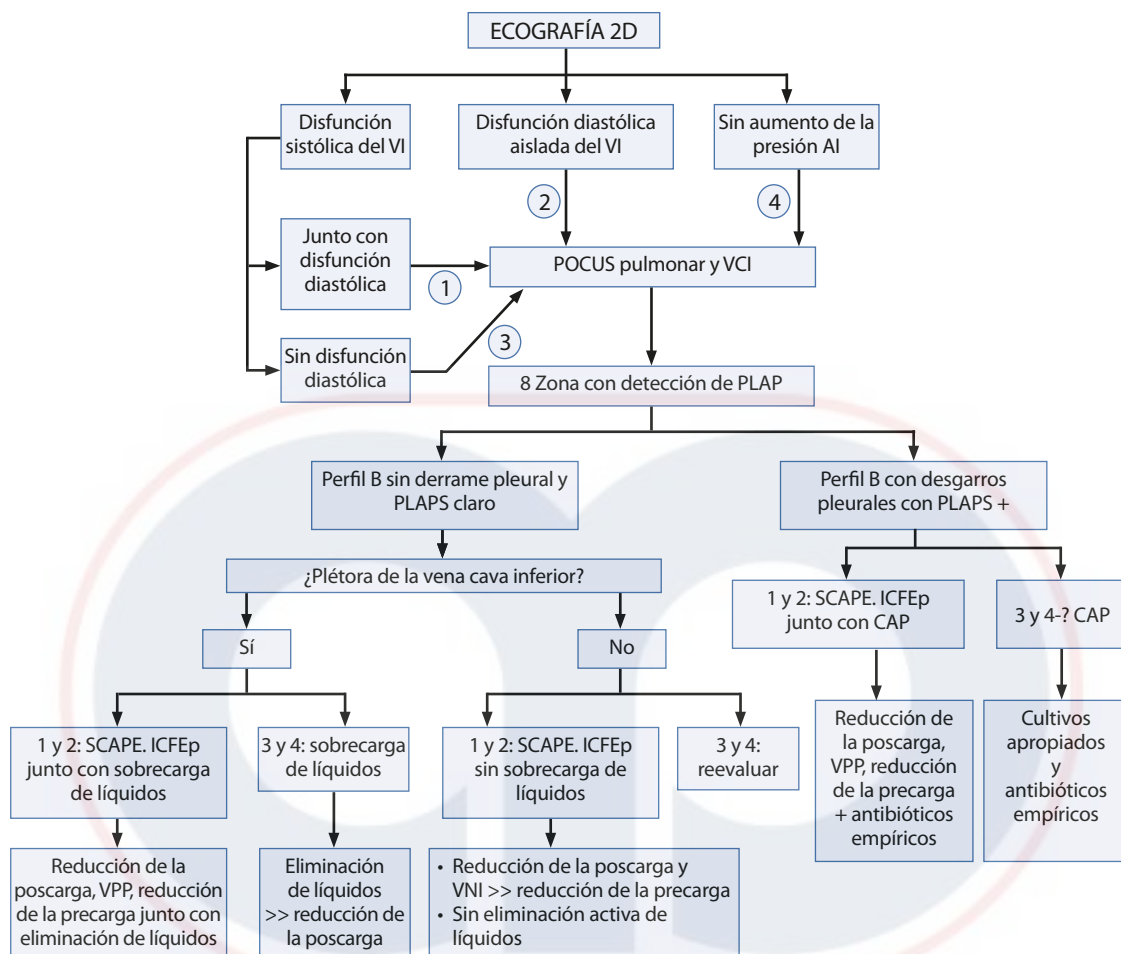
vistas:

Para evaluar la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y la presión de llenado de la aurícula izquierda:

- A4C centrada en el VI.
- Realizar función sistólica y función diastólica.
- Evaluación del tamaño y la variabilidad de la vena cava inferior (VCI).

Ecografía pulmonar: ≥ 1 zona con ≥ 3 líneas B (una zona positiva) en cada hemitórax.





(ICFEp: insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada; SCAPE: edema pulmonar agudo con colapso simpático; PLAPS: síndrome alveolar y/o pleural posterolateral; AI: aurícula izquierda; VI: ventrículo izquierdo).

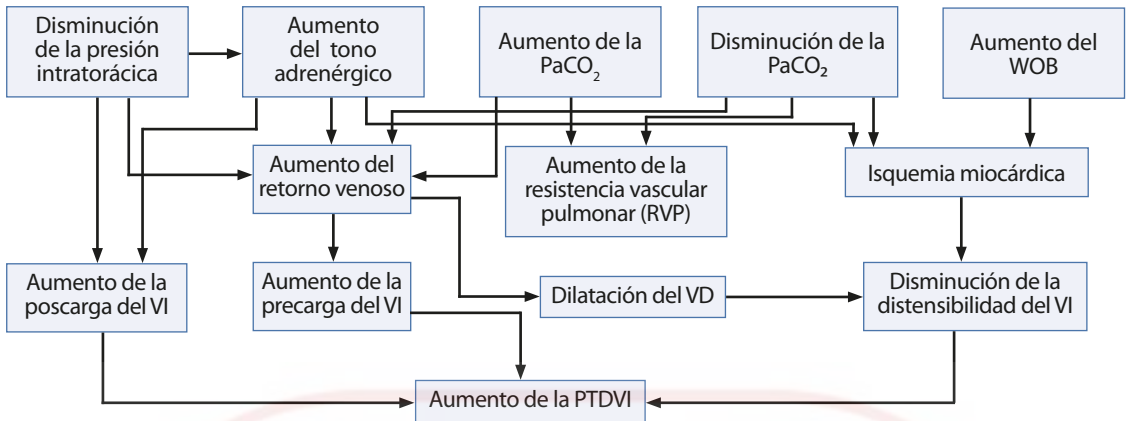
■ CASO CLÍNICO 2

Hombre de 33 años con antecedentes conocidos de hipertensión de larga duración que recibió ventilación con presión positiva durante 7 días debido a una neumonía viral y un síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Las funciones cardíacas basales eran normales, excepto por la presencia de hipertrofia ventricular izquierda. Tras la resolución de la afección primaria, se intentó la retirada de la ventilación, pero el paciente falló dos pruebas de respiración espontánea, el esfuerzo respiratorio

aumentó y la oxigenación empeoró al intentar la respiración espontánea. Ante los antecedentes de hipertensión de larga duración, el balance hídrico acumulativo claramente positivo y el aspecto edematoso evidente, se sospechó que la retirada de la ventilación había provocado una disfunción cardíaca. ¿Cómo le ayudará la ecocardiografía a llegar al diagnóstico?

Respuesta:

En primer lugar, comentamos brevemente la fisiopatología de la insuficiencia cardíaca inducida por el destete.



(PTDVI: presión telediastólica del ventrículo izquierdo; PaCO₂: presión parcial de dióxido de carbono arterial; PaO₂: presión de oxígeno arterial).

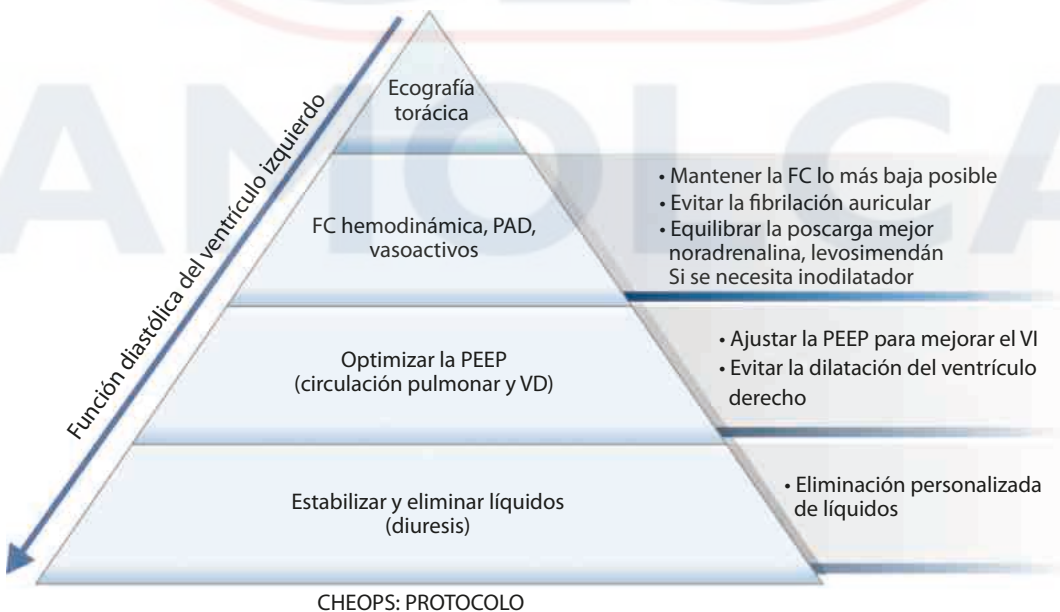
Vista requerida: similar al caso anterior

La precisión diagnóstica de la ecocardiografía 2D para identificar la disfunción cardíaca inducida por el destete: E/e' antes de la SBT > 12,5 y > 14,5 después de la SBT tienen una sensibilidad del 75 % y una especificidad del 95,8 % de que aumentan si se combinan con un incremento del péptido natriurético cerebral (BNP)/pro-BNP > 12 % después de la SBT y una ecografía

pulmonar (perfil B en área no dependiente después de la SBT).

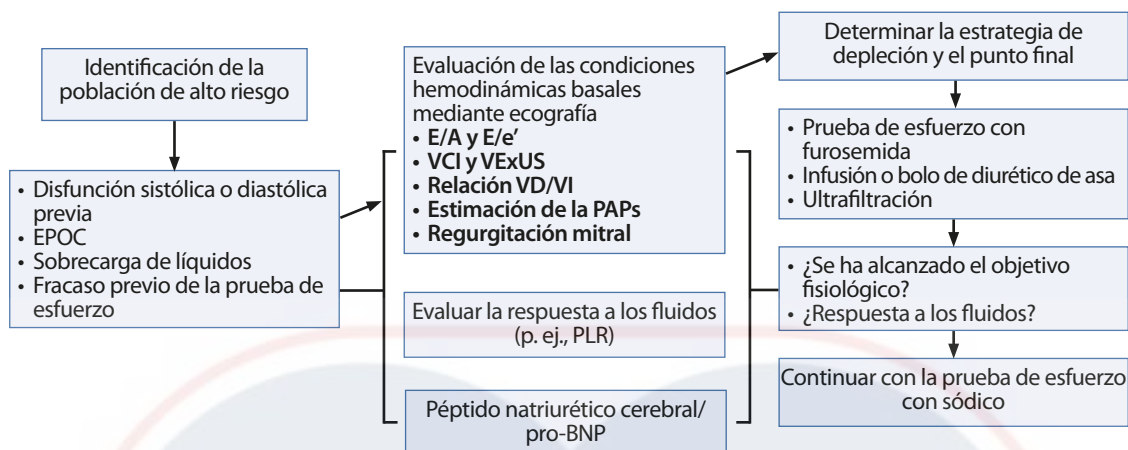
P1. ¿Cómo le ayuda la POCUS a manejar este caso una vez que se confirma el diagnóstico de disfunción cardíaca inducida por el destete?

El protocolo CHEOPS es útil para tratar la disfunción diastólica en la UCI.



(FC: frecuencia cardíaca; PAD: presión arterial diastólica; PEEP: presión positiva al final de la espiración).

P2. ¿Algún algoritmo propuesto para la extracción personalizada de líquidos?



(BNP: péptido natriurético cerebral; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica).

Puntos a recordar:

- La diástole es un proceso que requiere energía activa. No es un llenado pasivo del corazón.
- Con la ecocardiografía, podemos evaluar la función diastólica de forma rápida y no invasiva. La mayoría de los intensivistas utilizan un método simplificado que consiste en observar el flujo de entrada de la válvula mitral con Doppler pulsado (PWD) y Doppler tisular (TDI).
- E/e' es el parámetro métrico más confiable.
- Sospecha en pacientes de edad avanzada, diabéticos e hipertensos.
- Un factor modificable importante en el fracaso del destete es que siempre se debe realizar un cribado antes de intentar el destete y comprobar si se ha producido un fracaso del destete en comparación con el E/e' anterior al destete.

	Relación E-A		e' (cm/s)		E/e'
Normal	E>A		>8		<8
Alterada	A>E (2:1)				<8
Seudonormal	E>A		<8		8-15
Restrictivo	E>>A (3:1)		<8		>15