

Artículo especial

Documento de consenso de SEMI, semFYC, SEN y SEC sobre ecocardiografía en España



Leopoldo Pérez de Isla^{a,*}, Santiago Díaz Sánchez^b, Jorge Pagola^c, Gonzalo García de Casasola Sánchez^d, Teresa López Fernández^e, Ignacio Manuel Sánchez Barrancos^f, Patricia Martínez-Sánchez^g, Antonio Zapatero Gaviria^h, Manuel Anguitaⁱ, Antonio Lorenzo Ruiz Serrano^j y Juan Torres Macho^d

^aServicio de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

^bCentro de Salud «Los Pintores», Parla, Madrid, España

^cServicio de Neurología, Hospital Vall d'Hebron, Barcelona, España

^dServicio de Medicina Interna-Urgencias, Hospital Universitario Infanta Cristina, Parla, Madrid, España

^eServicio de Cardiología, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^fConsultorio de Membrilla, Centro de Salud Manzanares II, Ciudad Real, España

^gServicio de Neurología, Hospital Torrecárdenas, Almería, España

^hServicio de Medicina Interna, Hospital Universitario de Fuenlabrada, Fuenlabrada, Madrid, España

ⁱServicio de Cardiología, Hospital Reina Sofía, Córdoba, España

^jCentro de Salud Ciudad Real III, Ciudad Real, España

Historia del artículo:

On-line el 28 de junio de 2018

Palabras clave:

Ecocardiografía
Consenso

Keywords:

Focused cardiac ultrasound
Consensus

RESUMEN

En el presente documento se sintetizan el concepto de ecocardiografía, los aspectos técnicos fundamentales relacionados con esta técnica y sus objetivos diagnósticos. Además, se define cómo deben ser la formación y la capacitación en ecocardiografía. Todo ello, avalado por la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (semFYC), la Sociedad Española de Neurología (SEN) y la Sociedad Española de Cardiología (SEC).

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Consensus Document of the SEMI, semFYC, SEN, and SEC on Focused Cardiac Ultrasound in Spain

ABSTRACT

This document summarizes the concept of focused cardiac ultrasound, the basic technical aspects related to this technique, and its diagnostic objectives. It also defines training requisites in focused cardiac ultrasound. This consensus document has been endorsed by the Spanish Society of Internal Medicine (SEMI), the Spanish Society of Family and Community Medicine (semFYC), the Spanish Society of Neurology (SEN), and the Spanish Society of Cardiology (SEC).

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

INTRODUCCIÓN

Gracias al desarrollo de equipos portátiles, la ecografía se ha podido trasladar a la cabecera del paciente y se ha convertido en una prueba de imagen esencial en múltiples especialidades¹. En los últimos años se ha acuñado el término «ecocardiografía» (traducción adaptada del término anglosajón *focused cardiac ultrasound*) para definir el uso de los ultrasonidos por el médico responsable del paciente, con el objetivo de mejorar la exploración física cardiaca convencional. Este tipo de estudios tiene alta

rentabilidad diagnóstica, con una curva de aprendizaje teórico-práctica relativamente corta². Las características fundamentales de la ecocardiografía pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Está dirigida a responder cuestiones concretas y cruciales que buscan una orientación diagnóstica a un problema relevante. Debe integrarse en el árbol de toma de decisiones y orienta al clínico en el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes³.
- Está indicada en situaciones clínicas específicas, definidas principalmente por los síntomas del paciente (disnea, dolor torácico, etc.) y los escenarios clínicos (paciente crítico, urgencias, paciente asintomático).
- Tiene un carácter limitado (no exhaustivo), emplea un número de planos menor que un estudio reglado y busca principalmente un

* Autor para correspondencia: Unidad de Imagen Cardiovascular, Hospital Clínico San Carlos, Prof. Martín Lagos s/n, 28040 Madrid, España.
Correo electrónico: leopisla@hotmail.com (L. Pérez de Isla).

Abreviaturas

SEC: Sociedad Española de Cardiología
 semFYC: Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria
 SEMI: Sociedad Española de Medicina Interna
 SEN: Sociedad Española de Neurología

alto valor predictivo negativo. Generalmente no son necesarios los requisitos técnicos de los equipos más avanzados (Doppler pulsado, continuo, tisular, etc.).

- Es rápida de completar y repetible para analizar la evolución de determinados parámetros relacionados con la situación clínica del paciente.
- Cualquier médico que tenga la formación teórico-práctica necesaria puede utilizar la ecocardiografía⁴. Para sacarle el máximo rendimiento, son imprescindibles la anamnesis y la exploración física previas para plantear un diagnóstico diferencial congruente.

CONCEPTO DE ECOCARDIOSCOPIA

En España, tanto la cardiología como otras especialidades han avanzado en la implantación de la ecocardiografía en la práctica clínica diaria⁴⁻¹¹ y surge la necesidad de consensuar su uso entre las distintas sociedades científicas involucradas. En este sentido, la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (semFYC), la Sociedad Española de Neurología (SEN) y la Sociedad Española de Cardiología (SEC) se han reunido para redactar este consenso (tabla 1).

La ecocardiografía se entiende como el uso limitado y dirigido de la ecocardiografía como extensión de la exploración física por médicos cardiólogos y no cardiólogos, con el objetivo de mejorar la valoración diagnóstica, pronóstica y terapéutica aportada por la exploración física convencional¹². Al igual que con otras técnicas de imagen, es imprescindible plantear un sistema de formación y acreditación consensuado que facilite el correcto aprendizaje de las habilidades necesarias para realizar una ecocardiografía.

Cuando se hace una ecocardiografía, se debería tener presentes las siguientes premisas⁷:

1. La ecocardiografía no sustituye a un estudio ecocardiográfico reglado.
2. Se debe informar a los pacientes del alcance del estudio y de la posibilidad de ampliar la exploración con un ecocardiograma reglado.

Tabla 1

Adscripción de los autores a las diferentes sociedades científicas

Sociedad	Autores
Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI)	Gonzalo García de Casasola Sánchez Antonio Zapatero Gaviria Juan Torres Macho
Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (semFYC)	Santiago Díaz Sánchez Ignacio Manuel Sánchez Barrancos Antonio Lorenzo Ruiz Serrano
Sociedad Española de Neurología (SEN)	Jorge Pagola Patricia Martínez-Sánchez
Sociedad Española de Cardiología (SEC)	Leopoldo Pérez de Isla Teresa López Fernández Manuel Anguita

3. Su indicación tiene por objeto detectar determinadas alteraciones cardíacas especificadas en la literatura científica y en el programa de formación y acreditación, que permiten al clínico mejorar su orientación diagnóstica.
4. La valoración de estos estudios debe plasmarse en la historia clínica de forma similar que la exploración física. En ningún caso dará lugar a un informe ecocardiográfico completo, e incluirá únicamente los aspectos descritos en este documento.
5. Como con cualquier otra técnica de imagen, es imprescindible realizar un programa de entrenamiento y formación específico, preferiblemente acreditado, para asegurar la calidad y la fiabilidad de los resultados.
6. Cuando en la ecocardiografía se detecten hallazgos anormales que hagan sospechar una cardiopatía relevante o no sean concluyentes, se recomienda completar el estudio con una ecocardiografía reglada.
7. Es recomendable que los médicos que realicen ecocardiografías mantengan relaciones de supervisión y control de calidad con un laboratorio de ecocardiografía acreditado relacionado con su institución.

ASPECTOS TÉCNICOS

Para obtener la información incluida dentro de los objetivos diagnósticos de la ecocardiografía, basta un reducido número de planos (tabla 2). En general, es recomendable obtener una buena calidad de imagen en al menos 2 planos para una correcta valoración del paciente^{4,13-21}. Es importante destacar que los planos paraesternal longitudinal y apical de 4 cámaras son los más rentables, ya que con ellos se puede valorar el mayor número de estructuras cardíacas y diagnosticar enfermedades.

Al igual que en otras técnicas de imagen, es conveniente sistematizar el orden de obtención de los planos y la información esencial que se busca en cada uno de ellos²². Se recomienda almacenar vídeos e imágenes para que se pueda revisar y confirmar los hallazgos y mejorar el grado de competencia con una revisión del estudio por ecocardiografistas expertos en casos complejos⁴.

OBJETIVOS DIAGNÓSTICOS

Los objetivos diagnósticos de la ecocardiografía se caracterizan por su elevada concordancia con los estudios reglados, su relativamente corta curva de aprendizaje y su utilidad en la práctica clínica. Están basados en los estudios más relevantes, realizados con diversas metodologías y con distintos niveles de evidencia, y los documentos de consenso de diversas sociedades científicas (tabla 2).

Tabla 2

Objetivos didácticos en ecocardiografía y escenarios clínicos frecuentes en los que se puede aplicar

Objetivo didáctico	Escenario clínico	Habilidades
Obtención de planos ecográficos esenciales y medición de cavidades cardíacas	Valoración del paciente con cardiomegalia radiológica Valoración de la dilatación de la aurícula izquierda de pacientes con ictus sin causa En todos los casos con indicación de ecocardiografía	Planos ecocardiográficos básicos: paraesternal de ejes largo y corto, apical de 4, 3 y 2 cámaras y subcostal Es conveniente medir el tamaño de los ventrículos (área y volumen), el septo interventricular, la aorta ascendente y la vena cava inferior
Estimación de la FEVI	Valoración del paciente con disnea Valoración del paciente con inestabilidad hemodinámica Valoración del paciente con alteraciones en el ECG o la radiografía tórax Valoración de pacientes con ictus cardioembólico Valoración integral del paciente con alto riesgo cardiovascular	Para reforzar el diagnóstico de disfunción ventricular sistólica, se puede incluir algún parámetro indirecto como el diámetro telediastólico del VI o la MAPSE Detección de ausencia de actividad mecánica durante la reanimación cardiopulmonar
Valoración de la función del VD y estimación de la sobrecarga de presión o volumen del ventrículo	Valoración del paciente con disnea Valoración del paciente con sospecha de embolia de pulmón Valoración del paciente con hipotensión- <i>shock</i> Cribado de la hipertensión pulmonar	Valoración del tamaño de las cavidades derechas, la vena cava inferior, el cociente VD/VI en plano apical de 4 cámaras, el grosor del VD en el plano subcostal Incluir la valoración visual de la función sistólica del VD y la TAPSE como dato cuantitativo de su función general
Detección de valvulopatías significativas	Valoración inicial del paciente con disnea Valoración inicial del paciente con sospecha de insuficiencia cardíaca Valoración del paciente con hipotensión- <i>shock</i> Valoración del paciente con soplo cardíaco significativo en la exploración Valoración de pacientes con ictus cardioembólico	El objetivo es identificar cuándo una lesión valvular podría estar relacionada con la clínica del paciente Si la ecocardiografía establece la sospecha de valvulopatía o hay dudas al respecto, debe realizarse un ecocardiograma reglado
Detección de derrame pericárdico e identificación del paciente con taponamiento cardíaco	Valoración del paciente con disnea Valoración del paciente con hipotensión- <i>shock</i> Valoración del paciente con cardiomegalia radiológica Paciente con pericarditis aguda	Identificar la presencia de derrame pericárdico y discernir si este tiene repercusión en las cavidades cardíacas (colapso de cavidades, <i>swinging heart</i>) Insistir en que lo que marca la indicación de pericardiocentesis urgente es el estado clínico y hemodinámico del paciente, y no solo los hallazgos de la ecocardiografía
Estimación de la HVI y sospecha de disfunción diastólica	Valoración del paciente con disnea Sospecha de cardiopatía hipertensiva Valoración integral del paciente con alto riesgo cardiovascular	Para pacientes con disnea de esfuerzo cuya ecocardiografía muestra espesores ventriculares aumentados de forma importante y dilatación de la aurícula izquierda
Evaluación de la volemia	Hipotensión o <i>shock</i>	Valoración de la presencia/ausencia de dilatación de cavidades derechas y del diámetro y la colapsabilidad de la vena cava inferior
Detección de placas aórticas y masas cardíacas	Valoración de pacientes con ictus embólico	Placas aórticas y masas cardíacas o valvulares que requerirán confirmación mediante estudio reglado

ECG: electrocardiograma; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo; HVI: hipertrofia del ventrículo izquierdo; MAPSE: excursión sistólica del anillo mitral; TAPSE: excursión sistólica del anillo tricúspideo; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

Función sistólica del ventrículo izquierdo

La ecocardiografía permite realizar una estimación visual del tamaño y la función sistólica general del ventrículo izquierdo con un aceptable nivel de concordancia con los métodos cuantitativos. Además, desde el punto de vista clínico, es suficiente diferenciar una función normal de una anormal^{4,6,13,18,19,23-33}.

Cuantificar la fracción de eyección queda fuera de los objetivos de la ecocardiografía. Sin embargo, la función sistólica del ventrículo izquierdo puede definirse visualmente utilizando más que nada el plano de 4 cámaras, y de manera semicuantitativa empleando los siguientes estratos: normal, probablemente reducida y gravemente reducida. Existen también métodos semicuantitativos que facilitan estimar la función sistólica, como la excursión sistólica del anillo mitral (MAPSE)³⁴⁻³⁹. Este último método tiene limitaciones, entre las que destaca su falta de utilidad en pacientes con calcificaciones del anillo mitral.

Detección de derrame pericárdico y sospecha de taponamiento

La ecografía es el método de elección para el diagnóstico de derrame pericárdico. Numerosos estudios han demostrado la alta capacidad diagnóstica de los «no cardiólogos» en la detección del

derrame pericárdico en diferentes escenarios clínicos (pacientes en *shock* o disociación electromecánica, cardiomegalia radiológica, pacientes en planta de hospitalización, etc.). Es preciso recordar que el diagnóstico de taponamiento es clínico (hipotensión, taquicardia, elevación de presión venosa) y que los datos ecográficos como el derrame pericárdico significativo, el colapso de las cavidades derechas y el corazón «bamboleante» (*swinging heart*) sirven para confirmar el diagnóstico clínico⁴⁰⁻⁴⁵.

Estimación de las dimensiones de las cavidades cardíacas

El cribado de alteraciones cardíacas estructurales como la dilatación del ventrículo izquierdo^{2,44}, su hipertrofia moderada-grave^{43,46} o la dilatación de la aurícula izquierda^{29,44,45,47,48} es relativamente sencillo y suele tener una relevancia significativa en la evaluación integral de los pacientes con enfermedad cardiovascular^{21,49-52}. Existen otras estructuras que se puede valorar mediante ecocardiografía, como la aorta ascendente⁵³.

Valoración de la dimensión y la función del ventrículo derecho

Pese a su complejidad, la evaluación subjetiva de la presencia de disfunción ventricular derecha o la detección de un ventrículo

derecho dilatado (basada principalmente en el hallazgo de un cociente diámetro telediastólico del ventrículo derecho/ventrículo izquierdo > 1 en el plano apical de 4 cámaras) son objetivos para la ecocardiografía^{19,23}. La medición de la excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE) es un método relativamente sencillo y reproducible para determinar la disfunción del ventrículo derecho que proporciona información pronóstica en escenarios clínicos como la insuficiencia cardiaca o la tromboembolia pulmonar aguda⁵⁴.

Probablemente el escenario clínico en el que la evaluación del ventrículo derecho tiene mayor relevancia es el paciente en situación de *shock* o actividad eléctrica sin pulso con sospecha de tromboembolia pulmonar masiva. En pacientes no críticos, estos hallazgos tienen menor significación^{55,56}.

Estimación del diámetro y la colapsabilidad de la vena cava inferior

Numerosos estudios han permitido validar la capacidad de los no cardiólogos para evaluar de manera fiable y reproducible la volemia e, indirectamente, la presión venosa central de los pacientes en ventilación espontánea mediante la estimación del diámetro y la colapsabilidad de la vena cava inferior. Para ello se debe tener en cuenta que hay numerosos factores que afectan a esas mediciones⁵⁷. Podría ser útil para identificar a pacientes que precisan «reposición de volumen» cuando su diámetro está disminuido y el índice de colapsabilidad es $> 50\%$ ⁵⁷⁻⁵⁹. En los pacientes con ventilación mecánica (invasiva o no invasiva), los parámetros de valoración de la vena cava inferior deben interpretarse con cautela^{16,60-65}.

Detección de alteraciones valvulares significativas

La detección de las alteraciones valvulares es frecuente y factible mediante ecocardiografía y puede ser útil como método de cribado^{43,51,66-70}. La detección precoz de lesiones valvulares graves en pacientes en *shock* o insuficiencia cardiaca puede acelerar el diagnóstico y las medidas terapéuticas y repercutir favorablemente en la morbilidad⁷¹⁻⁷³. El uso de métodos cuantitativos como el análisis de velocidades del flujo sanguíneo para estimar la gravedad de las lesiones valvulares está fuera de los objetivos de la ecocardiografía⁴. Sin embargo, es importante que se sepa reconocer visualmente la disminución de la apertura valvular, así como la presencia de regurgitaciones valvulares mediante Doppler color. Aunque no es un objetivo de la ecocardiografía cuantificar la gravedad de una valvulopatía, sí es factible clasificarlas en niveles: ausencia, lesiones triviales o mínimas y lesiones más graves. Cuando una lesión valvular parece más que leve, es necesario realizar una ecocardiografía convencional.

Otras posibilidades diagnósticas

Mediante ecocardiografía es posible detectar alteraciones de la contracción segmentaria en el ventrículo izquierdo, masas, trombos, vegetaciones o signos de disección aórtica, como la presencia de una aorta ascendente dilatada o un derrame pericárdico significativo en el contexto de un paciente con dolor torácico, ictus o síncope. Para ello, se requiere un adecuado nivel de experiencia. Obviamente, estos hallazgos deben confirmarse mediante un estudio reglado, salvo que no esté disponible y se deba tomar una decisión terapéutica inmediata. Además, que no se detecten en la ecocardiografía estas alteraciones no descarta estos diagnósticos^{5,53}.

Los aspectos que pueden valorarse mediante ecocardiografía son aplicables a múltiples escenarios clínicos concretos, algunos comunes y otros específicos de cada especialidad. Estos escenarios se enumeran en la [tabla 2](#).

FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN EN ECOCARDIOGRAFÍA

Los mecanismos que regulan la formación y la acreditación persiguen algo tan importante como asegurar que el médico que realiza un estudio dispone de las capacidades para realizar las tareas que debe desempeñar. La acreditación en cualquier actividad, y específicamente en las técnicas de imagen, es un proceso extraordinariamente importante, que asegura que el profesional que aplica la técnica dispone de los conocimientos y habilidades suficientes para realizar los estudios, tanto la adquisición de imágenes como su interpretación. En este sentido, la SEC, la SEMI, la SEN y la semFYC hacen una importante recomendación a través de este documento: es esencial que los estudios ecocardiográficos se realicen según criterios de calidad y acreditación para garantizar una óptima asistencia y el mayor beneficio para el paciente.

Se han publicado en los últimos años numerosos estudios^{18,29,31,42-44,49,51,69,70,74-77} que plantean diferentes itinerarios de aprendizaje en ecocardiografía y el número de horas de prácticas para conseguir objetivos concretos. A partir de una formación teórico-práctica inicial básica, es posible adquirir progresivamente la destreza conforme se realizan los estudios a pie de cama^{42,49,78}.

Aunque no existe un acuerdo generalizado, se recomienda un mínimo de 50 estudios supervisados en pacientes reales con situaciones clínicas variadas para alcanzar un nivel de competencia básico^{4,5,23,49,76}. Para ello, es fundamental que la formación en ecocardiografía se organice en colaboración con los servicios de cardiología⁵. Posteriormente, el especialista no cardiólogo debe integrar la ecocardiografía en su práctica diaria y en pocos meses habrá tenido la oportunidad de valorar a pacientes con lesiones cardiacas muy diversas⁷⁶. De esta forma conseguirá el nivel de competencia óptimo, acorde con las peculiaridades de cada especialidad concreta (urgencias, medicina interna, neurología vascular, atención primaria, telemedicina, etc.)^{5,13,79,80}.

La SEC, la SEMI, la SEN y la semFYC han diseñado un programa de formación en ecocardiografía que incluye formación teórica (curso *on-line*) y práctica en la que el candidato debe realizar un mínimo de 50 estudios supervisados en pacientes reales. Se incluye una evaluación práctica objetiva para obtener la acreditación. Es muy recomendable que los facultativos, una vez concluido el periodo de formación, mantengan contacto con los laboratorios de ecocardiografía de las unidades de imagen cardiaca, que les permitirá consultar o enviar imágenes que generen dudas diagnósticas, así como decidir para qué pacientes es preciso realizar un ecocardiograma reglado.

CONCLUSIONES

La ecocardiografía es una herramienta de extraordinaria utilidad en la valoración diagnóstica de los pacientes con enfermedades cardiovasculares como complemento de la exploración física. Además, sirve para la estratificación pronóstica y el seguimiento de los pacientes.

Es importante la difusión y expansión de la ecocardiografía, ya que es una herramienta beneficiosa para los pacientes; sin embargo, su uso generalizado debe asegurar una formación adecuada y acreditada de los profesionales.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declara ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 2011;364:749-757.
- Martin LD, Howell EE, Ziegelstein RC, et al. Hand-carried ultrasound performed by hospitalists: does it improve the cardiac physical examination? *Am J Med*. 2009;122:35-41.
- Croft LB, Duvall WL, Goldman ME. A pilot study of the clinical impact of hand-carried cardiac ultrasound in the medical clinic. *Echocardiography*. 2006;23:439-446.
- Via G, Hussain A, Wells M, et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:683e1-683.e33.
- Labovitz AJ, Noble VE, Bierig M, et al. Focused cardiac ultrasound in the emergent setting: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:1225-1230.
- Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26:567-581.
- Barba Cosials J, Pérez de Isla L. Echocardiography Outside the Cardiology Setting. Position Paper and Recommendations of the Spanish Society of Cardiology. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:644-646.
- Torres Macho J, García de Casasola G, Conthe Gutiérrez P. Ecocardiografía clínica básica en Medicina Interna. *Rev Clin Esp*. 2012;212:141-146.
- Evangelista A, Galuppo V, Méndez J, et al. Hand-held cardiac ultrasound screening performed by family doctors with remote expert support interpretation. *Heart*. 2016;102:376-682.
- Evangelista L, Juncadella E, Copetti S, Pareja A, Torradadella J, Evangelista A. Utilidad diagnóstica de la ecografía de bolsillo practicada por un médico de familia en una población hipertensa. *Med Clin (Barc)*. 2013;141:1-7.
- López-Palmero S, Bolívar-Herrera N, López-Lloret G, et al. Utilidad diagnóstica de la ecografía de bolsillo como extensión de la exploración física en pacientes con insuficiencia cardíaca. *Rev Clin Esp*. 2015;215:204-210.
- Kimura BJ. Point-of-care cardiac ultrasound techniques in the physical examination: better at the bedside. *Heart*. 2017;103:987-994.
- Beaulieu Y. Specific skill set and goals of focused echocardiography for critical care clinicians. *Crit Care Med*. 2007;35:S144-S149.
- Breitkreutz R, Price S, Steiger HV, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation*. 2010;81:1527-1533.
- Ferrada P, Anand RJ, Whelan J, et al. Limited transthoracic echocardiogram: so easy any trauma attending can do it. *J Trauma*. 2011;71:1327-1331; discussion 1331-1332.
- Gunst M, Ghaemmaghami V, Sperry J, et al. Accuracy of cardiac function and volume status estimates using the bedside echocardiographic assessment in trauma/critical care. *J Trauma*. 2008;65:509-516.
- Kimura BJ, Yogo N, O'Connell CW, Phan JN, Showalter BK, Wolfson T. Cardiopulmonary limited ultrasound examination for "quick-look" bedside application. *Am J Cardiol*. 2011;108:586-590.
- Manasia AR, Nagaraj HM, Kodali RB, et al. Feasibility and potential clinical utility of goal-directed transthoracic echocardiography performed by noncardiologist intensivists using a small hand-carried device (SonoHeart) in critically ill patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2005;19:155-159.
- Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, et al. American College of Chest Physicians/La Societe de Reanimation de Langue Francaise statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest*. 2009;135:1050-1060.
- Schmidt GA, Koenig S, Mayo PH. Shock: ultrasound to guide diagnosis and therapy. *Chest*. 2012;142:1042-1048.
- Vignon P, Dugard A, Abraham J, et al. Focused training for goal-oriented hand-held echocardiography performed by noncardiologist residents in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 2007;33:1795-1799.
- Steeds RP, Garbi M, Cardim N, et al. EACVI appropriateness criteria for the use of transthoracic echocardiography in adults: a report of literature and current practice review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18:1191-1204.
- Neskovic AN, Hagendorff A, Lancellotti P, et al. Emergency echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging recommendations. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:1-11.
- Holm JH, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Sloth E. Perioperative use of focus assessed transthoracic echocardiography (FATE). *Anesth Analg*. 2012;115:1029-1032.
- Moore CL, Rose GA, Tayal VS, Sullivan DM, Arowood JA, Kline JA. Determination of left ventricular function by emergency physician echocardiography of hypertensive patients. *Acad Emerg Med*. 2002;9:186-193.
- Royse CF, Haji DL, Faris JG, Veltman MG, Kumar A, Royse AG. Evaluation of the interpretative skills of participants of a limited transthoracic echocardiography training course (H.A.R.T.scan course). *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:498-504.
- Melamed R, Sprengle MD, Ulstad VK, Herzog CA, Leatherman JW. Assessment of left ventricular function by intensivists using hand-held echocardiography. *Chest*. 2009;135:1416-1420.
- Randazzo MR, Snoey ER, Levitt MA, Binder K. Accuracy of emergency physician assessment of left ventricular ejection fraction and central venous pressure using echocardiography. *Acad Emerg Med*. 2003;10:973-977.
- DeCara JM, Lang RM, Koch R, Bala R, Penzotti J, Spencer KT. The use of small personal ultrasound devices by internists without formal training in echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2003;4:141-147.
- Mark DG, Hayden GE, Ky B, et al. Hand-carried echocardiography for assessment of left ventricular filling and ejection fraction in the surgical intensive care unit. *J Crit Care*. 2009;24:470e1-e7.
- Vignon P, Mucke F, Bellec F, et al. Basic critical care echocardiography: validation of a curriculum dedicated to noncardiologist residents. *Crit Care Med*. 2011;39:636-642.
- Razi R, Estrada JR, Doll J, Spencer KT. Bedside hand-carried ultrasound by internal medicine residents versus traditional clinical assessment for the identification of systolic dysfunction in patients admitted with decompensated heart failure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:1319-1324.
- Hope MD, de la Pena E, Yang PC, Liang DH, McConnell MV, Rosenthal DN. A visual approach for the accurate determination of echocardiographic left ventricular ejection fraction by medical students. *J Am Soc Echocardiogr*. 2003;16:824-831.
- Bergenzaun L, Ohlin H, Gudmundsson P, Willenheimer R, Chew MS. Mitral annular plane systolic excursion (MAPSE) in shock: a valuable echocardiographic parameter in intensive care patients. *Cardiovasc Ultrasound*. 2013;11:16.
- Elnooamany MF, Abdelhameed AK. Mitral annular motion as a surrogate for left ventricular function: correlation with brain natriuretic peptide levels. *Eur J Echocardiogr*. 2006;7:187-198.
- Hu K, Liu D, Herrmann S, et al. Clinical implication of mitral annular plane systolic excursion for patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:205-212.
- Koestenberger M, Nagel B, Ravekes W, et al. Left ventricular long-axis function: reference values of the mitral annular plane systolic excursion in 558 healthy children and calculation of z-score values. *Am Heart J*. 2012;164:125-131.
- Matos J, Kronzon I, Panagopoulos G, Perk G. Mitral annular plane systolic excursion as a surrogate for left ventricular ejection fraction. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25:969-974.
- Wenzelburger FW, Tan YT, Choudhary FJ, Lee ES, Leyva F, Sanderson JE. Mitral annular plane systolic excursion on exercise: a simple diagnostic tool for heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J Heart Fail*. 2011;13:953-960.
- Tayal VS, Graf CD, Gibbs MA. Prospective study of accuracy and outcome of emergency ultrasound for abdominal aortic aneurysm over two years. *Acad Emerg Med*. 2003;10:867-871.
- Mjølstad OC, Dalen H, Graven T, Kleinau JO, Salvesen O, Haugen BO. Routinely adding ultrasound examinations by pocket-sized ultrasound devices improves inpatient diagnostics in a medical department. *Eur J Intern Med*. 2012;23:185-191.
- Mjølstad OC, Andersen GN, Dalen H, et al. Feasibility and reliability of point-of-care pocket-size echocardiography performed by medical residents. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:1195-1202.
- Panoulas VF, Daigeler AL, Malaweera AS, et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:323-330.
- Martin LD, Howell EE, Ziegelstein RC, Martire C, Shapiro EP, Hellmann DB. Hospitalist performance of cardiac hand-carried ultrasound after focused training. *Am J Med*. 2007;120:1000-1004.
- Lucas BP, Candotti C, Margeta B, et al. Hand-carried echocardiography by hospitalists: a randomized trial. *Am J Med*. 2011;124:766-774.
- Perez-Avraham G, Kobal SL, Etzion O, et al. Left ventricular geometric abnormality screening in hypertensive patients using a hand-carried ultrasound device. *J Clin Hypertens*. 2010;12:181-186.
- Liu SC, Chang WT, Huang CH, Weng TI, Ma Matthew HM, Chen WJ. The value of portable ultrasound for evaluation of cardiomegaly patients presenting at the emergency department. *Resuscitation*. 2005;64:327-331.
- Kimura BJ, Fowler SJ, Fergus TS, et al. Detection of left atrial enlargement using hand-carried ultrasound devices to screen for cardiac abnormalities. *Am J Med*. 2005;118:912-916.
- Hellmann DB, Whiting-O'Keefe Q, Shapiro EP, Martin LD, Martire C, Ziegelstein RC. The rate at which residents learn to use hand-held echocardiography at the bedside. *Am J Med*. 2005;118:1010-1018.
- Kimura BJ, Amundson SA, Phan JN, Agan DL, Shaw DJ. Observations during development of an internal medicine residency training program in cardiovascular limited ultrasound examination. *J Hosp Med*. 2012;7:537-542.
- Jones AE, Tayal VS, Kline JA. Focused training of emergency medicine residents in goal-directed echocardiography: a prospective study. *Acad Emerg Med*. 2003;10:1054-1058.
- Botker MT, Vang ML, Grofte T, Sloth E, Frederiksen CA. Routine pre-operative focused ultrasonography by anesthesiologists in patients undergoing urgent surgical procedures. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58:807-814.
- Taylor RA, Oliva I, Van Tonder R, Eleftheriades J, Dziura J, Moore CL. Point-of-care focused cardiac ultrasound for the assessment of thoracic aortic dimensions, dilation, and aneurysmal disease. *Acad Emerg Med*. 2012;19:244-247.
- Daley J, Grotberg J, Pare J, et al. Emergency physician performed tricuspid annular plane systolic excursion in the evaluation of suspected pulmonary embolism. *Am J Emerg Med*. 2017;35:106-111.
- Dresden S, Mitchell P, Rahimi L, et al. Right ventricular dilatation on bedside echocardiography performed by emergency physicians aids in the diagnosis of pulmonary embolism. *Ann Emerg Med*. 2014;63:16-24.
- Taylor RA, Davis J, Liu R, Gupta V, Dziura J, Moore CL. Point-of-care focused cardiac ultrasound for prediction of pulmonary embolism adverse outcomes. *J Emerg Med*. 2013;45:392-399.

57. Via G, Tavazzi G, Price S. Ten situations where inferior vena cava ultrasound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologically based point of view. *Intensive Care Med.* 2016;42:1164–1167.
58. Schmidt GA. POINT: Should acute fluid resuscitation be guided primarily by inferior vena cava ultrasound for patients in shock? Yes. *Chest.* 2017;151:531–532.
59. Corl KA, George NR, Romanoff J, et al. Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients. *J Crit Care.* 2017;41:130–137.
60. Blair JE, Brennan JM, Goonewardena SN, Shah D, Vasaiwala S, Spencer KT. Usefulness of hand-carried ultrasound to predict elevated left ventricular filling pressure. *Am J Cardiol.* 2009;103:246–247.
61. Stawicki SP, Braslow BM, Panebianco NL, et al. Intensivist use of hand-carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: correlations with CVP. *J Am Coll Surg.* 2009;209:55–61.
62. Goonewardena SN, Gemignani A, Ronan A, et al. Comparison of hand-carried ultrasound assessment of the inferior vena cava and N-terminal pro-brain natriuretic peptide for predicting readmission after hospitalization for acute decompensated heart failure. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2008;1:595–601.
63. Goonewardena SN, Blair JE, Manuchehry A, et al. Use of hand carried ultrasound, B-type natriuretic peptide, and clinical assessment in identifying abnormal left ventricular filling pressures in patients referred for right heart catheterization. *J Card Fail.* 2010;16:69–75.
64. Pellicori P, Carubelli V, Zhang J, et al. IVC diameter in patients with chronic heart failure: relationships and prognostic significance. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2013;6:16–28.
65. Cubo-Romano P, Torres-Macho J, Soni NJ, et al. Admission inferior vena cava measurements are associated with mortality after hospitalization for acute decompensated heart failure. *J Hosp Med.* 2016;11:778–784.
66. Lip GY, Gibbs CR, Beevers DG. ABC of heart failure: aetiology. *BMJ.* 2000;320:104–107.
67. Manno E, Navarra M, Faccio L, et al. Deep impact of ultrasound in the intensive care unit: the “ICU-sound” protocol. *Anesthesiology.* 2012;117:801–809.
68. Shmueli H, Burshtein Y, Sagy I, et al. Briefly trained medical students can effectively identify rheumatic mitral valve injury using a hand-carried ultrasound. *Echocardiography.* 2013;30:621–626.
69. Kobal SL, Trento L, Baharami S, et al. Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. *Am J Cardiol.* 2005;96:1002–1006.
70. Alexander JH, Peterson ED, Chen AY, Harding TM, Adams DB, Kisslo JAJ. Feasibility of point-of-care echocardiography by internal medicine house staff. *Am Heart J.* 2004;147:476–481.
71. Vahanian A, Ducrocq G. Emergencies in valve disease. *Curr Opin Crit Care.* 2008;14:555–560.
72. Torres Macho J, García De la Torre P, de Castro-García M, García de Casasola Sanchez G. Ecocardiografía clínica básica en urgencias: ¿podemos mejorar el pronóstico en algunos pacientes? *Emergencias.* 2015;27:209–210.
73. Saura D, Rodríguez Palomares JF, López Fernández T, De la Morena G, Pérez de Isla L, Barba Cosials J. Selection of the Best of 2016 in Echocardiography in Heart Valve Disease. *Rev Esp Cardiol.* 2017;70:212–213.
74. Chisholm CB, Dodge WR, Balise RR, Williams SR, Gharahbaghian L, Beraud AS. Focused cardiac ultrasound training: how much is enough? *J Emerg Med.* 2013;44:818–822.
75. Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Nielsen DG, Eika B, Sloth E. Limited intervention improves technical skill in focus assessed transthoracic echocardiography among novice examiners. *BMC Med Educ.* 2012;12:65.
76. Lucas BP, Candotti C, Margeta B, et al. Diagnostic accuracy of hospitalist-performed hand-carried ultrasound echocardiography after a brief training program. *J Hosp Med.* 2009;4:340–349.
77. Galderisi M, Santoro A, Versiero M, et al. Improved cardiovascular diagnostic accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaU-SiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound.* 2010;8:51.
78. Khasawneh FA, Smalligan RD. Focused transthoracic echocardiography. *Postgrad Med.* 2010;122:230–207.
79. Price S, Via G, Sloth E, et al. Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (WINFOCUS). *Cardiovasc Ultrasound.* 2008;6:49.
80. Mayo PH. Training in critical care echocardiography. *Ann Intensive Care.* 2011;1:36.