



ARTÍCULO ESPECIAL

Documento de consenso para la formación en ecografía en Medicina Intensiva. Proceso asistencial, uso de la técnica y adquisición de competencias profesionales

J.M. Ayuela Azcárate^{a,*}, F. Clau-Terré^{b,*}, R. Vicho Pereira^c, M. Guerrero de Mier^d, A. Carrillo López^e, A. Ochagavía^f, J.M. López Pérez^g, J. Trenado Álvarez^h, L. Pérezⁱ, J.A. Llompert-Pou^e, F.J. González de Molina^h, S. Fojón^g, A. Rodríguez Salgado^e, M.C. Martínez Díaz^j, C. Royo Villa^e, F.J. Romero Bermejo^k, M. Ruíz Bailén^l, M. Arroyo Díez^a, M. Argueso García^m, J.L. Fernández Fernándezⁿ y Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la SEMICYUC

^a Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario de Burgos, Burgos, España

^b Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Vall d'Hebrón, Barcelona, España

^c Servicio de Medicina intensiva, Clínica USP Palmaplanas, Palma de Mallorca, España

^d Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Virgen de Valme, Sevilla, España

^e Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Son Espases, Palma de Mallorca, España

^f Servicio de Medicina intensiva, Hospital de Sabadell, Corporació Sanitària i Universitària Parc Taulí, Barcelona, España

^g Servicio de Medicina intensiva, Complejo Hospitalario Universitario A Coruña, La Coruña, España

^h Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Mútua Terrassa, Terrassa, Barcelona, España

ⁱ Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Universitario de Vall d'Hebron, Barcelona, España

^j Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario Príncipe de Asturias, Alcalá de Henares, Madrid, España

^k Servicio de Medicina intensiva, Clínica Jerez ASISA, Jerez de la Frontera, Cádiz, España

^l Servicio de Medicina intensiva, Hospital Médico-Quirúrgico, Complejo Hospitalario de Jaén, Jaén, España

^m Servicio de Medicina intensiva, Hospital Clínico de Valencia, Valencia, España

ⁿ Servicio de Medicina intensiva, Hospital Universitario de Cruces, Baracaldo, Vizcaya, España

Recibido el 19 de junio de 2013; aceptado el 12 de julio de 2013

Disponible en Internet el 4 de diciembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Ultrasonidos;
Ecografía;
Ecocardiografía;
Medicina Intensiva;
Cuidados Críticos

Resumen La ecografía se ha convertido en un instrumento imprescindible en la asistencia a los pacientes críticos. Su conocimiento, uso e instrucción requiere un posicionamiento por parte de las sociedades científicas implicadas en su desarrollo y aplicación.

Nuestros objetivos son determinar el uso de la técnica dentro de Medicina Intensiva, las situaciones clínicas donde su aplicación es recomendable, los niveles de conocimiento, la responsabilidad asociada y el proceso de aprendizaje, así como convertir la técnica ecográfica en una herramienta de uso habitual en todas las unidades de cuidados intensivos, en concordancia con el ámbito europeo que nos rodea, para su integración y homologación.

* Autores para correspondencia.

Correos electrónicos: josemariaayuela8@gmail.com (J.M. Ayuela Azcárate), fclau_terre@yahoo.es (F. Clau-Terré).

El Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la SEMICYUC establece, tras revisión bibliográfica y evidencia científica, un documento de consenso donde se establecen los requisitos necesarios para la acreditación en ecografía aplicada al paciente crítico y adquirir las competencias necesarias.

El aprendizaje exige un proceso estructurado dentro de la especialidad. La SEMICYUC debe comprometerse a divulgar este documento, establecer relaciones con otras sociedades científicas y dar cobertura legal mediante acreditación de las unidades formativas, cursos y niveles de capacitación.

© 2013 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Ultrasound;
Echography;
Echocardiography;
Intensive care;
Critical care

Consensus document on ultrasound training in Intensive Care Medicine. Care process, use of the technique and acquisition of professional skills

Abstract Ultrasound has become an essential tool in assisting critically ill patients. His knowledge, use and instruction requires a statement by scientific societies involved in its development and implementation.

Our aim are to determine the use of the technique in intensive care medicine, clinical situations where its application is recommended, levels of knowledge, associated responsibility and learning process also implement the ultrasound technique as a common tool in all intensive care units, similar to the rest of european countries.

The SEMICYUC's Working Group Cardiac Intensive Care and CPR establishes after literature review and scientific evidence, a consensus document which sets out the requirements for accreditation in ultrasound applied to the critically ill patient and how to acquire the necessary skills.

Training and learning requires a structured process within the specialty. The SEMICYUC must agree to disclose this document, build relationships with other scientific societies and give legal cover through accreditation of the training units, training courses and different levels of training.

© 2013 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Introducción

La ecografía es una técnica incruenta que utiliza el ultrasonido para formar una imagen de órganos o vasos con fines diagnósticos y/o terapéuticos. Conlleva un riesgo en función de la indicación, según la capacidad técnica del operador, la calidad de los datos obtenidos y de las decisiones tomadas.

Las actuaciones derivadas de una mala interpretación del examen pueden tener repercusiones adversas para el paciente. De la misma manera, no hacer uso de la técnica para diagnósticos y procedimientos invasivos puede implicar un riesgo innecesario para el paciente, que puede tener repercusiones legales para el médico. Su uso implica una correcta formación.

El paciente crítico, en general, presenta una serie de particularidades clínicas donde el estudio ecográfico, morfológico y funcional se convierte en una herramienta indispensable por su inocuidad, fiabilidad, validez y aplicabilidad a la cabecera del enfermo (tabla 1).

Se dispone de una amplia bibliografía que avala su uso en el paciente crítico¹⁻⁵.

La Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC), como sociedad científica, tiene la responsabilidad, el deber y la obligación de velar para que los procedimientos que se aplican en los pacientes en las áreas de críticos se hagan de manera correcta y segura, en cuanto a la indicación, la calidad y el

Tabla 1 Ventajas de la ecografía en los pacientes críticos

Realización a la cabecera del paciente
Sin necesidad de traslados
Naturaleza no invasiva (ETT) o semiinvasiva (ETE)
Sin uso de contraste, o radiación
Análisis inmediato de la imagen
Información rápida, repetitiva, fiable y validada
Alta definición de la imagen por avances técnicos actuales
Capacidad de grabar y revisar las imágenes
ETE: ecocardiograma transesofágico; ETT: ecocardiograma transtorácico.

conocimiento técnico, siguiendo un programa de formación acreditado.

Por este motivo la SEMICYUC debe promover su uso, para convertir la técnica ecográfica en una herramienta de uso habitual, así como la correcta formación, que posibilite que en la mayor parte de las unidades se tenga acceso a estos procedimientos y que los pacientes críticos estén tratados y monitorizados de manera efectiva, adecuada y segura. Sin embargo, no hay en la actualidad directrices ampliamente reconocidas, y solo unos pocos ejemplos nacionales dispersos han instaurado reglas sobre la formación en ultrasonidos para médicos no cardiólogos, que realizan exámenes de diversos ámbitos⁶⁻⁹, y especialmente en cuidados intensivos⁹.

De las posibles situaciones clínicas donde la ecocardiografía podría estar indicada¹⁰ (alrededor de 200), más del 50% de los escenarios clínicos ocurren en el área de Urgencias y en las unidades de Medicina Intensiva.

Métodos

El GTCIC y RCP, en su XXVII reunión en 2010 en Sabadell, decidió en asamblea comenzar a redactar un documento de consenso basado en las evidencias científicas más actualizadas mediante búsqueda en el *US National Institute of Health, National Library of Medicine –MEDLINE–* y con la representación nacional más amplia de intensivistas que tenían una experiencia y conocimiento profundo en ultrasonidos. Durante este periodo se consiguió aumentar el número de autores que colaboraron en el consenso del borrador inicial, que se fue presentando en las reuniones científicas de Segovia en 2011, Santander y Madrid en 2012 y Tenerife en 2013 hasta su presentación definitiva para publicación.

En este documento se especifican las características particulares que la ecografía en general y la ecocardiografía en particular tienen en la atención del paciente con enfermedad crítica. Se delimitan los estudios ecográficos según niveles y qué registros deben incluirse en ellos, así como la formación de los médicos especialistas no cardiólogos para adquirir las competencias necesarias.

Uno de los aspectos con mayor consenso en nuestro grupo fue determinar que la formación en ecografía general en medicina crítica y la ecocardiografía básica deben iniciarse en el periodo de formación como médico interno residente. Su ámbito de aplicación va desde la exploración a «primera vista» y el concepto de «descartar enfermedad vital» (*rule-in vs rule-out*) a una evaluación más precisa y específica. Los temas que forman parte de la ecografía general en medicina crítica son la ecografía pleuropulmonar, la ecografía vascular, el dúplex transcraneal y la ecografía dentro de diversos protocolos: *focused assessment with sonography in trauma* (FAST), *focused cardiac ultrasound* (FOCUS), *focused ultrasound and echocardiography* (FUSE), *focused assessment with transthoracic echocardiography* (FATE) y *focused echocardiography evaluation in life support* (FEEL).

La ecocardiografía avanzada permite, de forma independiente, realizar una evaluación a fondo de la anatomía del corazón y la hemodinámica mediante la ecocardiografía transtorácica (ETT) y transesofágica (ETE), requiriendo un dominio de los ultrasonidos, el Doppler-color y el Doppler tisular, y su correlación clinicopatológica para interpretar adecuadamente los cuadros clínicos más complejos.

Ecografía general y ecocardiografía básica

Dos conceptos se han desarrollado recientemente que ayudan a conocer su aplicación y utilidad en la atención del paciente crítico y, más concretamente, en Medicina Intensiva.

Por un lado, el denominado *point-of-care-ultrasonography*, que define la ecografía realizada en tiempo real, con el fin de obtener registros dinámicos que puedan ser correlacionados de forma inmediata con la clínica y los hallazgos de la exploración física, y además ser repetida

Tabla 2 Programa formativo en ecocardiografía básica

<i>Ecocardiografía básica</i>
Principios ultrasonidos
Mandos del ecocardiógrafo
Técnica de adquisición. Ventanas y planos ecocardiográficos
Artefactos y errores
Principios doppler
<i>Módulos ecocardiografía básica</i>
Evaluación cualitativa VI. Tamaño cavidades
Función sistólica global y detectar alteraciones segmentarias de la Contractilidad
Evaluación cualitativa VD. Dimensiones y función sistólica
Medida diámetro VCI y variación respiratoria
Detectar líquido pericárdico y signos de taponamiento
Manejo básico del doppler color en las insuficiencias graves
Manejo Doppler espectral básico: patrones de llenado mitral. Velocidad máxima e IVT del TSVI. Estimación de la presión de la arteria pulmonar

IVT: integral velocidad-tiempo; TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo; VCI: vena cava inferior; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

ante cualquier cambio en la situación del paciente o ante modificaciones del tratamiento¹¹. Las características de nuestra especialidad hacen posible que la ecografía encuentre múltiples aplicaciones en este contexto, algunas ya consolidadas como el dúplex transcraneal en las unidades de neurocríticos, pero su ámbito de actuación se ha extendido a otros muchos apartados que abarcan desde su uso con fines diagnósticos o de *screening*, como la ecografía abdominal¹¹ o la pleuropulmonar^{12,13}, o de guía para procedimientos como facilitar la inserción de catéteres centrales^{14,15}, drenaje pericárdico o colecciones pleurales. La modalidad con mayor aplicación clínica será el estudio anatómico y funcional del corazón y grandes vasos mediante la ecocardiografía básica (tablas 2 y 3).

A partir de las recomendaciones de Mayron et al.¹⁶ se desarrollan protocolos como FUSE y FOCUS^{17,18}, que se definen como la ecocardiografía anatómica o fisiológica dirigida a contestar una pregunta específica y/o dirigir un

Tabla 3 Aplicaciones clínicas

Hipovolemia y respuesta volumen
Manejo <i>shock</i>
Enfermedad pericardio. Taponamiento
Fallo ventricular derecho: cor pulmonale agudo (TEP y SDRA)
Fallo ventricular izquierdo: disfunción global o segmentaria. Complicaciones del IAM
Insuficiencia mitral masiva
Protocolos específicos: FEEL, FATE

FATE: *focused assessment with transthoracic echocardiography*; FEEL: *focused echocardiography evaluation in life support*; IAM: infarto agudo de miocardio; SDRA: síndrome de distrés respiratorio del adulto; TEP: tromboembolismo pulmonar.

procedimiento, realizada por un médico competente y con conocimiento de la técnica.

Protocolo *focused echocardiography evaluation in life support*

La evaluación ecocardiográfica en el soporte vital (FEEL)¹⁹ es una herramienta de diagnóstico durante la reanimación cardiopulmonar (RCP)²⁰. Se recomienda en las guías de 2010 de la *American Heart Association/European Resuscitation Council/Comité Internacional sobre la Resucitación*, cuyas directrices se centran en una RCP de alta calidad con la mínima interrupción para reducir los intervalos de no flujo²¹.

El objetivo del protocolo FEEL es diagnosticar o excluir algunas de las causas potencialmente tratables de un paro cardíaco, incluyendo taponamiento, embolia pulmonar masiva, disfunción ventricular severa e hipovolemia, así como la fibrilación ventricular fina no diagnosticada por ECG de superficie, optimizando así la reanimación peri-RCP.

Protocolo *focused assessment with transthoracic echocardiography*

El protocolo FATE, desarrollado en los últimos 15 años, permite tomar decisiones de forma fácil y rápida en situaciones de riesgo para la vida. Su aprendizaje es sencillo. Es una exploración fundamentalmente torácica, que incluye 3 imágenes cardíacas (subcostal, apical y paraesternal) y una imagen de la pleura, en una secuencia rápida, con los siguientes objetivos:

1. Ausencia de enfermedades evidentes.
2. Evaluar el espesor de la pared y las dimensiones de las cámaras.
3. Evaluar la contractilidad.
4. Visualizar la pleura en ambos lados.
5. Relacionar la información al contexto clínico.

El objetivo general es detectar enfermedades con riesgo vital y obtener información sobre el estado del volumen y la contractilidad del corazón.

Protocolo *focused assessment with sonography in trauma*

El protocolo FAST se ha desarrollado como una exploración en la atención al paciente traumático, es parte del protocolo *Advanced Trauma Life Support*, desarrollado por el Colegio Americano de Cirujanos²², y se centra inicialmente en el abdomen. Aunque el ultrasonido no es 100% sensible para la identificación de todas las hemorragias, es muy útil para el reconocimiento de sangrado intraperitoneal en pacientes hipotensos que necesitan una laparotomía urgente y para el diagnóstico de las lesiones cardíacas en el trauma penetrante. Estudios recientes han demostrado que el protocolo FAST es equivalente o incluso mejor (en manos experimentadas) que la radiografía de tórax para identificar neumotórax o hemotórax en los pacientes traumáticos.

Los objetivos del FAST son:

1. Identificar líquido libre (intraperitoneal, pericárdico).
2. Guiar la toma de decisiones en la resucitación del paciente traumático en base a los hallazgos del estudio ecográfico y la situación hemodinámica del paciente.

Dentro del apartado de ecografía general y ecocardiografía básica, se incluyen otras exploraciones, como la ecografía pleuropulmonar, la ecografía vascular y el dúplex craneal, que desarrollaremos a continuación.

Eco pleuropulmonar

La ecografía es de extraordinaria utilidad en el tratamiento diario de la enfermedad pleuropulmonar. Es el mejor método para la detección del derrame pleural, pero también es superior a la radiografía para descartar neumotórax²³, que puede estar radiooculto, y en el diagnóstico y seguimiento evolutivo de la condensación por neumonía y atelectasia^{24,25}. Complementa la información hemodinámica de la ecocardiografía con la valoración del agua extravascular pulmonar, e informa de la aireación pulmonar en múltiples enfermedades²⁶⁻²⁸.

La aproximación a la ecografía torácica es diferente a la de la abdominal o a la de la ecocardiografía. Las imágenes no se corresponden con ninguna estructura reconocible, sino que los ecos sobre los tejidos generan artefactos. En la ecografía pulmonar se visualizan líneas, horizontales o verticales, y hay que conocer lo que representan y en qué entidades se producen, pero a su vez, hay que diferenciarlas entre sí para evitar errores.

Ecografía vascular

Las principales aplicaciones de la ecografía vascular en el paciente crítico son: como guía en la punción e inserción de catéteres vasculares, ya sean venosos o arteriales, y en el diagnóstico de trombosis venosas.

Siempre que esté disponible, es recomendable la punción guiada por ecografía, que permite determinar la posición de la vena, su relación anatómica y descartar complicaciones asociadas a trombosis venosa^{29,30}. De este modo, la visualización directa mediante técnica ecográfica permite una cateterización de forma fácil, rápida y segura.

Existen en la actualidad numerosos estudios que proporcionan evidencia suficiente para la recomendación de la inserción de CVC guiada por ultrasonidos, habiéndose introducido en numerosas guías de práctica clínica y seguridad en el paciente^{31,32}. En estas circunstancias la inserción arterial guiada por ecografía está plenamente recomendada^{33,34}.

Dúplex craneal

El análisis morfológico y funcional del cráneo mediante el uso de ultrasonidos de baja frecuencia se introdujo como técnica diagnóstica en pacientes con enfermedad neurológica aguda^{35,36}. Esta técnica, denominada dúplex transcerebral codificado en color, se ha implantado de modo reciente en las unidades de cuidados intensivos (UCI). Permite un estudio estructural del parénquima cerebral, la localización de los vasos del polígono de Willis y su estudio,

Tabla 4 Indicaciones de la ecocardiografía avanzada

Endocarditis
Síndrome aórtico agudo
Trauma cardíaco
Fuente de émbolos
<i>Shunts</i> intracardiacos
Embolismo pulmonar
Complicaciones mecánicas del infarto de miocardio
Análisis de la función valvular
Interacciones cardiopulmonares con ventilación mecánica
<i>Shock</i>
Hipoxemia grave de etiología no filiada
Edema pulmonar no cardiogénico
Estudio de causas de disfunción miocárdica ante enfermedad crítica no cardíaca en UCI: pancreatitis, sepsis, neurogénica, intoxicaciones, muerte cerebral, estrés, anafilaxia. . .
Taponamiento cardíaco y drenaje pericárdico ecodirigido
Reconocimiento de las causas de parada cardíaca
Evaluación del donante cardíaco
Función ventricular sistólica y diastólica y respuesta al soporte inotrópico

e incluso los ecógrafos de última generación permiten el análisis semicuantitativo de la perfusión cerebral³⁷.

Ecocardiografía avanzada

La ecocardiografía avanzada en UCI, sin ser excluyente de otros procedimientos, intenta responder a varias cuestiones fundamentales ante un paciente inestable: valorar la etiología, determinar el perfil hemodinámico y cuál es el componente principal que genera la inestabilidad, seleccionar adecuadamente el tratamiento inicial y evaluar el grado de respuesta a la decisión tomada.

Adquirir estas competencias requiere el dominio del análisis morfológico y funcional del estudio transtorácico, incluyendo el examen Doppler, competencias que deben integrarse al conocimiento de la posible repercusión a nivel funcional cardíaco de factores extrínsecos, como el soporte ventilatorio mecánico, el soporte inotrópico, las técnicas de depuración extrarrenal, etc. (tablas 4 y 5).

Uno de los principales inconvenientes de la ecocardiografía en las unidades de críticos son las dificultades de una adecuada ventana acústica (ventilación mecánica invasiva y no invasiva, dificultades de movilización, vendajes y dispositivos de drenaje torácicos, etc.), así como la dependencia en la experiencia del observador. La ETE mejora notablemente las dificultades de obtener una adecuada ventana; constituye una técnica semiinvasiva, en la que la cercanía del esófago a las estructuras cardíacas permite usar sondas de elevada frecuencia con gran capacidad de resolución y proporciona una ventana a partir de la cual obtener imágenes del corazón y grandes vasos con un gran aumento de resolución respecto a la ETT (tabla 6). Así mismo, permite visualizar áreas del corazón inaccesibles a la ecografía con-

Tabla 5 Usos habituales de la ecocardiografía en la Unidad de Cuidados Intensivos

<i>Diagnóstico de cardiopatía subyacente</i>
Confirmar o descartar una cardiopatía estructural oculta
Origen de un soplo no conocido
<i>Inestabilidad hemodinámica</i>
Hipotensión y shock
Evaluación de la volemia
Función ventricular izquierda
Función ventricular derecha
Obstrucción dinámica de ventrículo izquierdo
Estenosis y/o insuficiencias valvulares severas
<i>Hipoxia</i>
Función ventricular derecha
Presiones del circuito pulmonar
Interacción cámaras cardíacas
Cortocircuitos intracardiacos y extracardiacos
Embolismo pulmonar agudo
<i>Sepsis</i>
Búsqueda de foco valvular y/o aórtico
Adecuación y monitorización hemodinámica

vencional. En los estudios se obtiene un alto porcentaje de imágenes adecuadas en pacientes críticos y su utilidad justifica la necesidad de competencias en ETE para los intensivistas³⁸.

Formación en ecografía en el paciente crítico

Hasta la fecha, solo unos pocos países han desarrollado programas específicos de formación en el paciente crítico. Sin embargo, recientemente se ha formulado y publicado una lista completa de las competencias requeridas en ecografía para médicos intensivistas, en una Declaración de Competencia que emana de 2 sociedades de cuidados críticos³⁹.

Tabla 6 Ventajas e indicaciones de la ecocardiografía transesofágica en la Unidad de Cuidados Intensivos

<i>Valorar estructuras de difícil visión por ETT</i>
Aorta torácica
Orejuela izquierda
Vena pulmonar superior izquierda
Prótesis valvulares y aparato subvalvular
Estructuras posteriores como seno venoso
<i>Diagnóstico en condiciones en las que una alta calidad de imagen es vital</i>
Disección de aorta
Endocarditis bacteriana y complicaciones
Detección de trombos y masas en cavidades cardíacas
Trombosis o disfunción protésica, especialmente mitral
<i>Ventana inadecuada o subóptima por ETT</i>
<i>Postoperatorio de cirugía cardíaca</i>

ETT: ecocardiografía transtorácica.

Estas competencias abarcan los ámbitos de la ecografía abdominal, torácica y el ultrasonido vascular (*General Critical Care Ultrasound*), así como la ecocardiografía en cuidados críticos (*Critical Care Echocardiography*).

Del mismo modo, el objetivo del proyecto CoBaTrICE, Capacitación basada en competencias en Medicina Intensiva en Europa, liderado por la Sociedad Europea de Medicina Intensiva y en el que ha participado la SEMICYUC, es desarrollar un programa de formación aceptado internacionalmente, basado en el desarrollo de competencias y con el fin principal de armonizar la formación⁴⁰.

En el Dominio 2 (diagnóstico, evaluación, investigación, monitorización e interpretación de los datos), en su apartado 2.3, se describen los conocimientos e indicaciones para la realización de la ETT y la ETE como método de valoración, monitorización e investigación en el enfermo crítico.

Por todo ello se considera que entre las competencias de los médicos Intensivistas debe figurar no solo el aprendizaje de las indicaciones de la ecocardiografía en el paciente crítico, sino también la habilidad y la aptitud para la realización e interpretación de los estudios ecocardiográficos^{41,42}, y se ha consensuado una formación dirigida a la obtención de diferentes niveles o grados⁴³.

La formación en ecografía debe ser un procedimiento reglado y supervisado según las directrices de los programas de formación de cada una de las especialidades, y que sean concordantes con el ámbito europeo. Para estos aspectos es razonable seguir las recomendaciones acordadas en el congreso de la Sociedad Europea de Medicina Intensiva de Viena en 2009, dentro de una reunión de asociaciones internacionales (*International Expert Statement on Training Standards for Critical Care Ultrasonography*)⁴⁴.

Un programa de certificación estructurado es probablemente el mejor enfoque para equipar a profesionales con las habilidades y los conocimientos necesarios. A pesar de que desde un punto de vista médico-legal la competencia más que la certificación es importante, esto último ayuda enormemente en la consecución de un nivel mínimo y correcto de práctica estándar.

Niveles de formación en ecografía

En la discusión sobre los niveles de formación, el grupo de trabajo considera que la formación en ecografía debe plantearse en varios niveles, con objetivos concretos para cada uno de ellos y adquiridos de manera progresiva según la siguiente propuesta.

Propuesta para nivel básico (Nivel I)

Formación teórica y práctica que incluye: reconocer las alternativas diagnósticas disponibles ante una situación clínica, aspectos técnicos del ecógrafo, física de los ultrasonidos, anatomía cardiovascular y adquisición de planos ecocardiográficos a través de las diferentes ventanas acústicas, conocimiento de las diferentes modalidades de la ecocardiografía, incluida la teoría de la ETE y cómo las diferentes enfermedades pueden alterar la anatomía y fisiología cardíaca, reconocimiento de las afecciones más frecuentes, finalizando con la forma de realización de un informe. El objetivo es la evaluación cualitativa de un número limitado de problemas frecuentes, que permita un diagnóstico de

sospecha rápido, que puede confirmarse con TAC o ETT o ETE avanzado. Incluye formación básica en ecografía pleuropulmonar, accesos vasculares, ecografía abdominal y dúplex transcraneal. El programa teórico debe tener un mínimo de 20 h, que incluyan 14 h de teoría en enseñanza en ecografía general y en ecocardiografía básica, divididas entre sesiones y casos clínicos, y 6 h de práctica con ecógrafos.

El número mínimo de estudios realizados para adquirir la formación adecuada en ecocardiografía básica se ha establecido en unos 30 estudios supervisados. Deben ser realizados en una unidad acreditada y contener aspectos didácticos aplicados a la práctica clínica habitual. Cada «aspirante» debe presentar un cuaderno de estudios de su actividad, que incluya los informes realizados interpretados e informados y validados por un supervisor acreditado. La formación en esta fase se puede realizar tanto en el gabinete de ecocardiografía como en la UCI. *Se realizará un examen final y el diploma llevará asociados créditos de formación.*

Objetivos concretos:

1. Conocimiento del ecógrafo y sondas.
2. Ecocardiografía bidimensional y modo M. Conocimiento y correcta realización de planos. Reconocer dimensiones normales.
3. Doppler cardíaco.
4. Valoración semicuantitativa de la función ventricular derecha e izquierda. Valoración de la volemia.
5. Reconocer enfermedad aguda de pericardio y pleura. Guía de punción.
6. Reconocer semicuantitativamente disfunciones valvulares severas.
7. Guía de canalización de vías venosas y eco abdominal FAST y ecografía pleuropulmonar.

Propuesta para nivel avanzado (Nivel II)

Un segundo nivel (Grado II o ecocardiografía avanzada) implica el conocimiento y dominio de todos los aspectos relacionados con la ETT, no solo en la adquisición de imágenes y la realización de mediciones cuantitativas, sino también en la aplicación de las técnicas Doppler, el conocimiento de la técnica transesofágica (ETE) y las indicaciones específicas en el paciente crítico. Este nivel se subdividirá en IIa y IIb.

El nivel IIa conlleva reconocer y diagnosticar la mayor parte de las alteraciones cardiovasculares en UCI. Su objetivo es poder realizar un diagnóstico de certeza, interpretar los hallazgos correlacionándolos con la clínica y tomar decisiones que permitan una actitud terapéutica posterior. El nivel IIb estará dedicado al estudio de condiciones específicas de las unidades de Medicina Intensiva, uso de la ecografía como sistema de monitorización, profundización en los conocimientos adquiridos y uso de ETE. Los estudios de nivel IIb deben realizarse en la Unidad de Cuidados Críticos.

La formación teórica deberá ser lo más interactiva posible, usando casos ilustrativos con imágenes típicas grabadas. El número mínimo de horas de los cursos debe ser de 40 h, distribuidas en sesiones teóricas y casos didácticos. La formación se adquiere rotando por una UCI acreditada y bajo supervisión cualificada para adquirir competencias en ETT y

ETE. La literatura revisada muestra un número mínimo de 150 estudios de ETT supervisados en cada uno de los niveles y entre 30 a 50 estudios ETE. Sin embargo, la tendencia actual es evaluar la adquisición de competencias, más que el recuento simple, de cuantos exámenes o procedimientos se hayan realizado.

Se recomienda que no solo el número de estudios forme parte de la formación, sino que exista una diversidad de casos clínicos lo suficientemente amplia como para que el aprendizaje sea completo. Los estudios deben incluir el escenario clínico para su correcta interpretación.

Cada «aspirante» debe presentar un cuaderno de estudios de su actividad que incluya los informes realizados e informados, y la interpretación de imágenes, y que serán confirmados por el supervisor.

El nivel avanzado requiere un proceso de certificación o acreditación para su reconocimiento. Los niveles IIa y IIb pueden alcanzarse de forma simultánea y permitir la realización de estudios e informes de forma autónoma. En los centros acreditados se aportará todo el material audiovisual y teórico que el alumno precise. Se deberán grabar los estudios y realizar un examen final teórico-práctico.

Propuesta nivel III

No significa un nivel de formación superior, pero sí de exigencia en el desarrollo de protocolos de investigación en enfermedades específicas en la UCI, fisiología cardiovascular y, en general, un desarrollo del nivel anterior que capacite a su vez para la formación a terceros. Este grado supone la realización de técnicas especiales dentro del ámbito de la ecocardiografía en el paciente crítico.

Conclusiones

La SEMICYUC deberá comprometerse a divulgar este documento, establecer relaciones con otras sociedades científicas y dar cobertura legal mediante acreditación de las unidades formativas, cursos y niveles de capacitación.

Es intención de los redactores que el documento posea vocación nacional e internacional (sociedades americanas que tienen como referencia a la SEMICYUC) y posicione a la SEMICYUC para posteriores acuerdos con grupos de trabajo de otras sociedades como la Sociedad Española de Cardiología, la Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI), la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor y la Sociedad Española de Medicina de Urgencias.

Una versión ampliada está disponible en la página web de la SEMICYUC.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Lichtenstein D. General ultrasound in the critically ill. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2007. p. 1–198.
- Ayuela JM, López Pérez JM, Fiol M. Ecocardiografía en el paciente crítico. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 2000. p. 1–391.
- Price S, Nicol E, Gibson DG, Evans TW. Echocardiography in the critically ill: Current and potential roles. *Intensive Care Med.* 2006;32:48–59.
- Beaulieu Y, Marik PE. Bedside ultrasonography in the ICU: Part 1. *Chest.* 2005;128:881–95.
- Beaulieu Y, Marik PE. Bedside ultrasonography in the ICU: Part 2. *Chest.* 2005;128:1766–81.
- Education, Practical Standards Committee. European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology Minimum training recommendations for the practice of medical ultrasound. *Ultraschall Med.* 2006;27:79–105.
- Canadian Emergency Ultrasound Society. Recommended Standards. Disponible en: <http://www.ceus.ca/002-standards/002-00>. Canadian Association of Emergency Physicians. CAEP position statement on ultrasonography in the emergency department. Disponible en: <http://www.caep.ca>.
- Australasian College for Emergency Medicine. Policy document credentialing for ED ultrasonography: Trauma examination and suspected AAA. Disponible en: www.medeserv.com.au/acem/open/documents/ultrasonography.htm.
- Giraud R, Siegenthaler N, Tagan D, Bendjelid K. Evaluation of skills required to practice advanced echocardiography in intensive care. *Rev Med Suisse.* 2011;7:413–6.
- Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, Lai WW, Manning WJ, Patel AR, et al. ACCF/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 Appropriate use criteria for echocardiography. A report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance endorsed by the American College of Chest Physicians. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1126–66.
- Moore CL, Copel JA. Current concepts Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011;364:749–57.
- Atkinson PR, McAuley DJ, Kendall RJ, Abeyakoon O, Reid CG, Connolly J, et al. Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock (ACES): An approach by emergency physicians for the use of ultrasound in patients with undifferentiated hypotension. *Emerg Med J.* 2009;26:87–91.
- Gargani L. Lung ultrasound: A new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound.* 2011;27:6.
- Khoo SW, Han DC. The use of ultrasound in vascular procedures. *Surg Clin North Am.* 2011;91:173–84.
- Scheiermann P, Seeger FH, Breikreutz R. Ultrasound-guided central venous access in adults and children: Procedure and pathological findings. *Anaesthetist.* 2010;59:53–61.
- Mayron R, Gaudio FE, Plummer D, Asinger R, Elspenger J. Echocardiography performed by emergency physicians: impact on diagnosis and therapy. *Ann Emerg Med.* 1988;17:150–4.
- Patel NY, Rihard JM. Focused assessment with sonography for trauma: Methods, accuracy, and indications. *Surg Clin North Am.* 2011;91:195–207.
- Langlois Sle P. Focused ultrasound training for clinicians. *Crit Care Med.* 2007;35 5 Suppl:S138–43.
- Breikreutz R, Price S, Steiger HV, Seeger FH, Ilper H, Ackermann H, Rudolph M, Uddin S, Weigand MA, Müller E, Walcher F. Emergency Ultrasound Working Group of the Johann Wolfgang Goethe-University Hospital Frankfurt am Main. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation.* 2010;81:1527–33.

20. Price S, Ilper H, Uddin S, Steiger HV, Seeger FH, Schellhaas S, et al. Peri-resuscitation echocardiography: Training the novice practitioner. *Resuscitation*. 2010;81:1534–9.
21. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, et al., ERC Guidelines Writing Group. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010;81:1219–76.
22. calea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brenneman FD, Fallon Jr WF, Kato K, et al. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): Results from an international consensus conference. *J Trauma*. 1999;46:466–72.
23. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, Liu D, Rowan K, Ball CG, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: The Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma*. 2004;57:288–95.
24. Colmenero M, García-Delgado M, Navarrete I, López-Milena G. Utilidad de la ecografía pulmonar en la unidad de medicina intensiva. *Med Intensiva*. 2010;34:620–8.
25. Sperandeo M, Carnevale V, Muscarella S, Sperandeo G, Varriale A, Filabozzi P, et al. Clinical application of transthoracic ultrasonography in patients with pneumonia. *Eur J Clin Invest*. 2011;41:1–7.
26. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: The BLUE protocol. *Chest*. 2008;134:117–25.
27. Gazon M, Eboumbou N, Robert MO, Branche P, Duperrret S, Viale JP. Agreement between lung ultrasonography and chest radiography in the intensive care unit. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2011;30:6–12.
28. Trezzi M, Torzillo D, Ceriani E, Costantino G, Caruso S, Damavandi, et al. Lung ultrasonography for the assessment of rapid extravascular water variation: Evidence from hemodialysis patients. *Intern Emerg Med*. 2013;8:409–15.
29. Conz PA, Dissegna D, Rodighiero MP, la Greca G. Cannulation of the internal jugular vein: Comparison of the classic Seldinger technique and an ultrasound guided method. *J Nephrol*. 1997;10:311–3.
30. Hayashi H, Amano M. Does ultrasound imaging before puncture facilitate internal jugular vein cannulation? Prospective randomized comparison with landmark-guided puncture in ventilated patients *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2002;16:572–5.
31. Slama M, Novara A, Safavian O, Ossart M, Safar M, Fagon JY. Improvement of internal jugular vein cannulation using an ultrasound-guided technique. *Intensive Care Med*. 1997;23:916–9.
32. Hind D, Calvert N, McWilliams R, Davidson A, Paisley S, Beverley C, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: Meta-analysis. *BMJ*. 2003;327:361.
33. Feller-Kopman D. Ultrasound-guided internal jugular access: A proposed standardized approach and implications for training. *Chest*. 2007;132:302–9.
34. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. *Crit Care Med*. 2003;31:481–4.
35. Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg*. 1982;57:769–74.
36. Martin PJ, Evans DH, Naylor AR, Bell PR. Transcranial colour coded sonography as an aid to measurement of blood flow velocity in the basal cerebral arteries. *Ultrasound Med Biol*. 1993;19:711–6.
37. Seidel G, Kaps M, Dorndorf W. Transcranial color-coded duplex sonography of intracerebral hematomas in adults. *Stroke*. 1993;24:1519–27.
38. Charron C, Vignon P, Prat G, Tonnelier A, Aegerter P, Boles JM, et al. Number of supervised studies required to reach competence in advanced critical care transesophageal echocardiography. *Intensive Care Med*. 2013;39:1019–24.
39. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest*. 2009;135:1050–60.
40. Bion JF, Barrett H, CoBaTrICE Collaboration. Development of core competencies for an international training programme in intensive care medicine. *Intensive Care Med*. 2006;32:1371–83.
41. Orme E, Oram P, McKinstry E. Impact of echocardiography on patient management in the intensive care unit: An audit of district general hospital practice. *Br J Anaesth*. 2009;102:340–4.
42. Dorman T, Angood PB, Angus DC, Clemmer TP, Cohen NH, Durbin CG, et al. Guidelines for critical care medicine training and continuing medical education. *Crit Care Med*. 2004;32:263–72.
43. Price S, Via G, Sloth E, Guarracino F, Breikreutz R, Catena E, et al., World Interactive Network Focused On Critical Ultrasound ECHO-ICU Group. 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.
44. Expert Round Table on Ultrasound in I.C.U. International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Med*. 2011;37:1077–83.