



Revista Clínica Española

www.elsevier.es/rce



ARTÍCULO ESPECIAL

La ecografía en manos del internista: ¿el estetoscopio del siglo XXI?



L.M. Beltrán^{a,*} y G. García-Casasola^b, miembros del Grupo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna

^a Unidad Metabólico-Vascular, Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^b Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Infanta Cristina, Parla, Madrid, España

Recibido el 1 de noviembre de 2013; aceptado el 8 de enero de 2014

Disponible en Internet el 12 de febrero de 2014

PALABRAS CLAVE

Medicina interna;
Ultrasonografía;
Diagnóstico
por imagen

KEYWORDS

Internal medicine;
Ultrasonography;
Diagnostic imaging

Resumen La ecografía en manos del internista permite responder preguntas clínicas concretas de forma rápida en el lugar de atención al paciente. Esta técnica «potencia» los sentidos del clínico y mejora su capacidad para resolver los problemas del enfermo. La ecografía clínica ha mostrado una buena precisión en el diagnóstico de diversas patologías cardíacas, abdominales y vasculares. También es útil para la evaluación de la patología tiroidea, osteoarticular y de partes blandas. Además, el uso de la ecografía para guiar procedimientos invasivos (accesos venosos, toracocentesis, paracentesis) reduce el riesgo de complicaciones. Presentamos 5 casos para ilustrar la utilidad de esta técnica en la práctica clínica habitual del médico internista: a) miocardiopatía periparto; b) ateromatosis carotídea subclínica; c) aneurisma de aorta abdominal asintomático; d) tendinitis de los tendones largo del bíceps braquial y supraespinoso, y e) hematoma espontáneo en sóleo.

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

Ultrasonography managed by internists: The stethoscope of 21th Century?

Abstract Ultrasonography in the hands of the internist can answer important clinical questions quickly at the point of patient care. This technique “enhance” the senses of the physicians and improves their ability to solve the problems of the patient. Point of care ultrasonography performed by clinicians has shown good accuracy in the diagnosis of diverse cardiac, abdominal and vascular pathologic conditions. It may also be useful for evaluation of thyroid, osteoarticular and soft tissue diseases. Furthermore, the use of ultrasound to guide invasive procedures (placement of venous catheters, thoracentesis, paracentesis) reduces the risk of complications. We present 5 cases to illustrate the usefulness of this technique in clinical practice: (i) peripartum cardiomyopathy; (ii) subclinical carotid artery atherosclerosis; (iii) asymptomatic abdominal

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luiszanguan@hotmail.com (L.M. Beltrán).

aortic aneurysm; (iv) tendinitis of long head of biceps brachii and supraspinatus, and (v) spontaneous soleus muscle haematoma.

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

Introducción

En los últimos años la ecografía ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad en la práctica clínica cotidiana de muchos internistas. El desarrollo de equipos portátiles y portables y la mayor accesibilidad a ellos ha permitido el uso de la ecografía «a la cabecera del enfermo» (*point of care ultrasonography*). Los médicos generalistas que tradicionalmente dependían de exploraciones ecográficas especializadas han comenzado a usar esta técnica como herramienta complementaria a la historia clínica y la exploración física, para descartar o confirmar una sospecha diagnóstica sin pretender realizar un estudio ecográfico reglado (*focused ultrasonography*). Surge así el concepto de «ecografía clínica básica» como una exploración complementaria que, de forma rápida y en el lugar en el que se atiende al paciente, busca responder a una pregunta clínica concreta con respuestas dicotómicas, como por ejemplo: «¿existe hidronefrosis?» o «¿hay disfunción sistólica del ventrículo izquierdo?». La ecografía clínica básica «potencia» los sentidos del clínico, y de esta forma mejora la sensibilidad de su exploración física y permite realizar diagnósticos en un mismo acto médico. En la [tabla 1](#) se recogen las posibles indicaciones de la ecografía clínica básica en manos del médico internista.

El objetivo de este artículo es mostrar la utilidad de la ecografía clínica en el ámbito de la Medicina Interna. Presentamos varios casos clínicos que ilustran este concepto.

Casos clínicos

Caso 1

Mujer de 25 años sin antecedentes patológicos relevantes y sin factores de riesgo cardiovascular conocidos, que se encontraba en la semana 36 de su primera gestación. Había realizado los controles ginecológicos habituales sin detectarse ningún problema. Acudió por presentar edemas progresivos en las extremidades inferiores y disnea de pequeños esfuerzos durante la última semana. Presentaba presión arterial (PA) de 120/85 mmHg, frecuencia cardíaca de 110 latidos/min, frecuencia respiratoria de 30 respiraciones/min y saturación de oxígeno (SO) basal del 92%. El ginecólogo solicitó valoración urgente al internista, quien apreció en la auscultación cardíaca tonos rítmicos y un soplo sistólico en ápex y en la auscultación pulmonar crepitantes basales bilaterales. No se disponía de radiografía de tórax ni de análisis de sangre. Se efectuó ecografía clínica básica (equipo portable Esaote MyLab25 Gold®), que detectó una dilatación ventricular izquierda con disfunción sistólica grave (fracción de eyección del ventrículo izquierdo del 25%) ([fig. 1](#)) y una insuficiencia mitral moderada. En la ecografía pulmonar se observaron líneas B en ambos campos pulmonares y derrame pleural bilateral sugerente de edema agudo

Tabla 1 Indicaciones de la ecografía clínica en Medicina Interna

Cardíaca

Estimación de la función sistólica del ventrículo izquierdo
Cuantificación de la hipertrofia ventricular izquierda y de las dimensiones de la aurícula izquierda
Detección de derrame pericárdico
Evaluación inicial del paciente con soplo cardíaco
Valoración del volumen intravascular (índice de vena cava inferior)

Vascular

Detección de arteriosclerosis subclínica carotídea y/o femoral (placas de ateroma, engrosamiento íntima-media)
Medición del diámetro de la aorta abdominal.
Diagnóstico de aneurisma de aorta abdominal
Diagnóstico de trombosis venosa profunda proximal en extremidades inferiores

Abdominal

Diagnóstico de coleditiasis y colecistitis
Detección de líquido libre intraabdominal
Diagnóstico de hidronefrosis y/o retención aguda de orina
Valoración de datos de hepatopatía crónica y/o hipertensión portal
Medición del tamaño del hígado y del bazo
Estimación de la esteatosis hepática

Osteoarticular

Detección de derrame articular
Valoración de erosiones óseas
Diagnóstico de tendinitis o fascitis

Miscelánea

Ecografía torácica (derrame pleural, edema intersticial, neumotórax, neumonía)
Valoración inicial de nódulos tiroideos
Visualización de colecciones en partes blandas (abscesos, hematomas)
Guía de procedimientos invasivos (toracocentesis, paracentesis, artrocentesis, canalización de accesos venosos centrales o periféricos)

de pulmón. La paciente ingresó en la unidad de cuidados intensivos para su estabilización y posterior inducción del parto.

Este caso ilustra la enorme utilidad de la ecografía en la valoración de un paciente con disnea. En menos de 5 minutos podemos valorar la función ventricular y otras posibles lesiones cardíacas (disfunción ventricular derecha, derrame pericárdico, valvulopatías graves) y detectar patología pulmonar (derrame pleural, signos de edema intersticial, neumotórax).

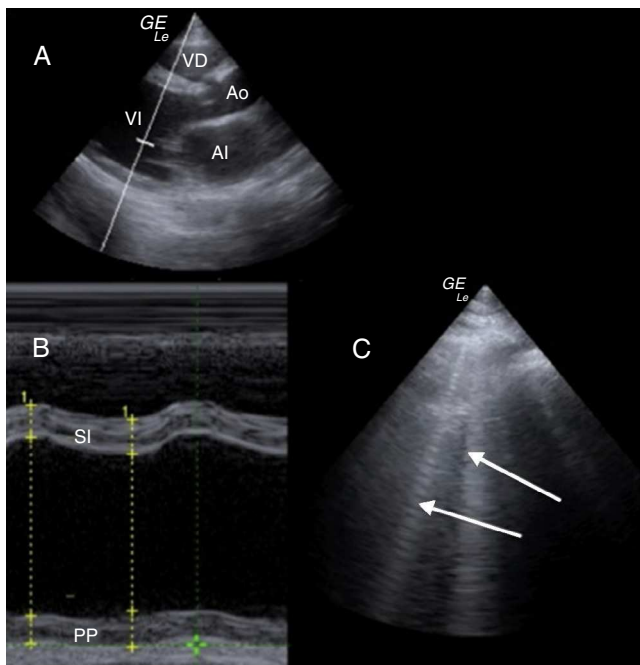


Figura 1 Ecocardiograma: A) Plano paraesternal largo. Aumento del diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo (VI); ventrículo derecho (VD), aurícula izquierda (AI) y raíz aórtica (Ao) normales. B) Corte en modo M. Representa las estructuras insonadas en un corte paraesternal largo y cómo evolucionan durante el ciclo cardíaco. Ausencia del engrosamiento sistólico fisiológico del septo interventricular (SI) y pared posterior (PP) del ventrículo izquierdo. Obsérvese que el grosor de las líneas correspondiente al septo interventricular y la pared posterior se mantiene constante en el tiempo. Ecografía pulmonar: C) Líneas B (flechas), sugyentes de edema pulmonar.

Caso 2

Mujer de 74 años con hipertensión arterial (HTA) sistólica aislada y dislipidemia. Seguía tratamiento con irbesartán, amlodipino y simvastatina. En la monitorización ambulatoria de 24h la PA media (PAm) fue de 143/54 mmHg, con un importante efecto de bata blanca (PAm en consulta de 164/56 mmHg). El colesterol total era de 205 mg/dl, el cLDL de 126 mg/dl y el cHDL de 70 mg/dl. Según la escala de riesgo SCORE, el riesgo cardiovascular global estimado era moderado (3%); sin embargo, esta escala no ha sido validada en mayores de 65 años y puede infraestimar el riesgo real. De acuerdo con las tablas de estratificación de riesgo de la Sociedad Europea de Hipertensión¹, la paciente presentaba un riesgo elevado. Se realizó ecografía carotídea para detección de arteriosclerosis subclínica y mejorar la estratificación de riesgo (equipo portable Esaote MyLab25 Gold[®]), que detectó un aumento del grosor íntima-media en la pared anterior de la arteria carótida común (por consenso habitualmente se mide en la pared posterior a 1 cm proximal de la bifurcación carotídea)² y 2 placas calcificadas que afectaban al bulbo y al origen de la arteria carótida interna derecha ocupando gran parte de la luz (fig. 2). Estos hallazgos no esperados previamente conllevaron cambios importantes en el tratamiento. De acuerdo con las recomendaciones vigentes^{3,4}, se inició antiagregación con ácido

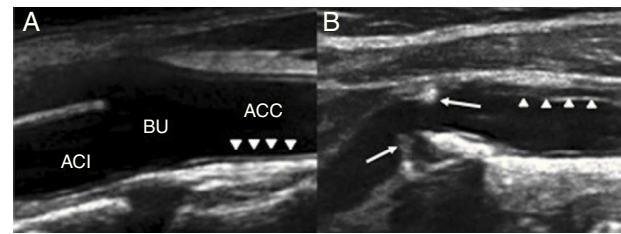


Figura 2 A) Ecografía carotídea normal: arteria carótida común (ACC), bulbo carotídeo (BU) y arteria carótida interna (ACI) en individuo sano. Íntima-media regular con grosor íntima-media normal en pared posterior de ACC (cabezas de flecha), lugar habitual de medición². B) Ecografía carotídea de la paciente: arteria carótida común con aumento del grosor íntima-media en pared anterior (cabezas de flecha). Placas calcificadas afectando a bulbo y origen de la arteria carótida interna derecha (flechas).

acetilsalicílico y se intensificó el tratamiento hipolipemiante para reducir el LDLc por debajo de 70 mg/dl.

Caso 3

Varón de 73 años con múltiples factores de riesgo cardiovascular (obesidad, HTA y diabetes mellitus tipo 2 mal controlada [hemoglobina A1c 10,3%], fumador activo [consumo acumulado de unos 50 paquetes-año] e hipercolesterolemia). Fue valorado en urgencias por disnea de esfuerzo progresiva hasta hacerse de reposo en los últimos 5 días. No presentaba dolor torácico ni disnea paroxística nocturna. En la exploración física se apreció un soplo sistólico en foco aórtico que se irradiaba a carótidas. En ese momento la PA era normal y la SO₂ basal, del 92%. En el hemograma y la bioquímica básica destacaban glucosa de 249 mg/dl y creatinina de 1,4 mg/dl. El electrocardiograma era normal, sin signos de hipertrofia ventricular, y la radiografía de tórax mostraba una discreta cardiomegalia y redistribución vascular. El enfermo fue ingresado con el diagnóstico de insuficiencia cardíaca y sospecha de estenosis aórtica. Al día siguiente de su ingreso en planta de hospitalización se realizó ecografía clínica básica (equipo portable Esaote MyLab25 Gold[®]), que objetivó hipertrofia ventricular izquierda significativa con fracción de eyección normal, con válvula aórtica calcificada y apertura disminuida; sorprendentemente se detectó un aneurisma de aorta abdominal de más de 10 cm de diámetro máximo (fig. 3). El ecocardiograma reglado confirmó una estenosis aórtica leve-moderada. Con tratamiento diurético el enfermo mejoró rápidamente, y a la semana siguiente fue intervenido satisfactoriamente del aneurisma de la aorta abdominal. El cribado de aneurisma de aorta abdominal está especialmente indicado (nivel de evidencia clase 1B)^{5,6} en varones de 65 a 75 años con factores de riesgo cardiovascular, y de forma muy especial si son o han sido fumadores.

Caso 4

Varón de 52 años, cocinero de profesión, con HTA diagnosticada hacía 10 años, controlada con olmesartán y amlodipino. Consultó por dolor para la abducción del hombro derecho

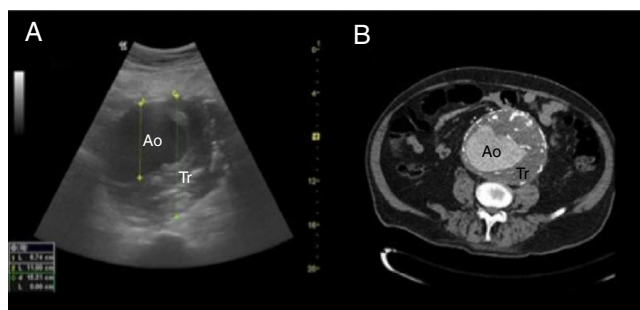


Figura 3 A) Corte transversal de ecografía abdominal que muestra un gran aneurisma de aorta abdominal (luz arterial [Ao], trombo mural [Tr]). B) Tomografía axial computarizada abdominal del mismo paciente.

a partir de los 60 grados, que se intensificaba al oponer resistencia. No tenía limitación a la movilización pasiva. Realizamos una ecografía clínica básica articular (equipo portable Esaote MyLab25 Gold®), en la que se apreció engrosamiento y alteración de la estructura fibrilar del tendón del músculo supraespinoso compatible con tendinitis. Además, objetivamos una disrupción de las fibras del tendón largo del bíceps y aumento del líquido en la vaina sinovial (fig. 4). El paciente fue diagnosticado de tendinitis del tendón del músculo supraespinoso y tendinitis con rotura parcial del tendón largo del bíceps. La ecografía permitió en una misma visita confirmar el diagnóstico de sospecha tras

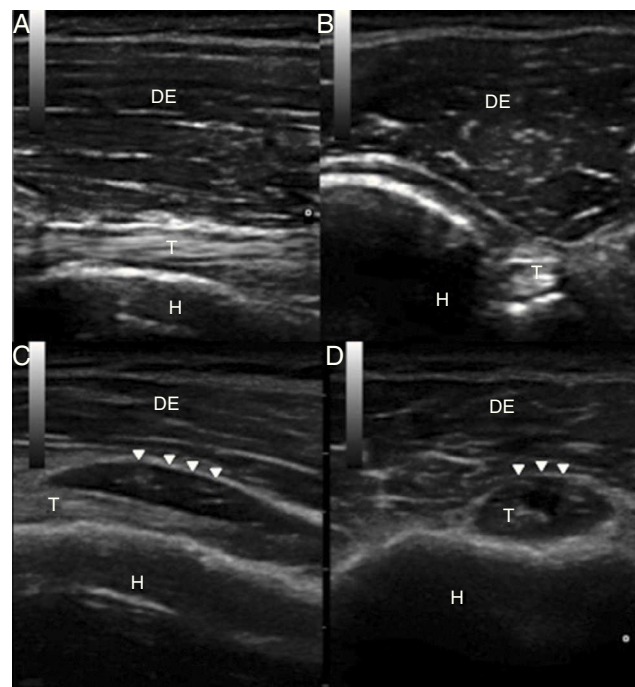


Figura 4 A y B) Ecografía articular normal: Proyecciones longitudinal (A) y transversal (B) del tendón largo del bíceps (T). Se observa la cortical ósea de cabeza humeral por debajo (H) y el músculo deltoides por encima (DE). C y D) Ecografía articular del paciente: Proyecciones longitudinal (C) y transversal (D) del tendón largo del músculo bíceps del enfermo donde se observa engrosamiento y disrupción de las fibras con aumento del líquido en la vaina sinovial (cabezas de flecha).

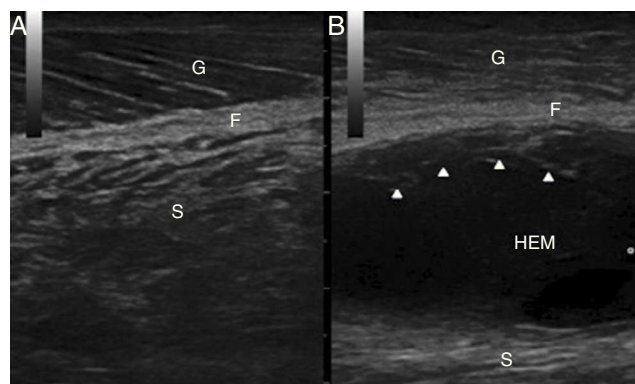


Figura 5 A) Ecografía de masa gemelar normal: se observa el músculo gastrocnemio (G). Debajo del mismo se sitúa el músculo sóleo (S), separado por la fascia muscular (F). B) Proyección longitudinal de la pantorrilla izquierda del paciente del caso 5: se observa una colección líquida (HEM) bajo la aponeurosis del músculo sóleo con zonas hipoeoicas en los bordes (cabezas de flecha) y algunos ecos «flotantes», compatible con hematoma en evolución.

la exploración física (tendinitis del supraespinoso) y aportó información adicional añadiendo un diagnóstico no sospechado inicialmente (tendinitis con rotura parcial del tendón largo del bíceps).

Caso 5

Varón de 78 años con antecedentes de diabetes mellitus tipo 2, HTA de larga evolución y cardiopatía isquémica crónica estable (revascularización quirúrgica hace 9 años). Presentaba un síndrome posflebítico del miembro inferior derecho secundario a una trombosis venosa profunda que sufrió 7 años antes. Hacia 2 años se le detectó fibrilación auricular crónica tratada con anticoagulación oral (inicialmente con acenocumarol y en los últimos meses con dabigatrán por control irregular). Consultó por dolor en pantorrilla derecha al iniciar la marcha tras un periodo de unas horas de inmovilidad relativa (conducción). El dolor se reproducía con la deambulación. No presentaba signos inflamatorios externos, ni fiebre, y el signo de Homans era negativo. En la ecografía clínica básica >(equipo portable Esaote MyLab25 Gold®) se apreciaba una adecuada compresión de las venas femoral y poplítea, y en la pantorrilla una colección de 10 × 2,1 cm bajo la aponeurosis del sóleo con ecos irregulares en su interior (fig. 5). El juicio clínico fue de hematoma espontáneo del sóleo. Como factor adyuvante el paciente presentaba una creatinina sérica 1,2-1,6 mg/dl. La evolución fue favorable bajo tratamiento conservador.

Este enfermo ilustra la utilidad de la ecografía clínica en el diagnóstico diferencial del dolor agudo en región poplítea o pantorrilla. Entre los posibles diagnósticos debemos considerar la trombosis venosa profunda, un quiste de Baker complicado, un pseudoaneurisma de la arteria poplítea, una rotura fibrilar muscular o, como sucedió en este caso, un hematoma espontáneo. Todos estos diagnósticos son susceptibles de ser identificados de forma rápida en la misma consulta o a pie de cama con la ecografía.

Discusión

Hemos presentado varios casos en los que la ecografía clínica aportó información relevante para un diagnóstico y tratamiento adecuados. Clínicos de diversas especialidades médicas, como intensivistas, internistas o médicos de familia, han comenzado a usar la ecografía en su práctica habitual con muy buenos resultados. Se pueden tardar meses o incluso años en dominar los múltiples procedimientos y técnicas dentro de la ecografía. En el campo de la Medicina Interna es básico seleccionar aspectos concretos dentro de la ecografía que nos permitan el abordaje de problemas médicos determinados donde la rentabilidad diagnóstica sea alta y en los que, por lo general, no sean necesarias largas curvas de aprendizaje. En múltiples estudios se ha demostrado una buena relación entre las exploraciones realizadas por médicos generalistas tras un periodo de formación limitado y la ecografía especializada en la evaluación de diversos parámetros de interés clínico. La ecocardiografía clínica básica ha sido probablemente la modalidad más estudiada, con una buena precisión en la detección de derrame pericárdico y disfunción sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo⁷⁻¹¹. También la ecografía clínica abdominal y vascular es fiable para la detección de coledolitiasis y colecistitis¹²⁻¹⁴, trombosis venosa profunda¹⁵, hidronefrosis¹⁶ y patología de la aorta abdominal^{17,18}. Recientemente, en un estudio en el que participaron miembros del Grupo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna, varios médicos de urgencias, tras un corto periodo de formación en ecografía, mostraron una adecuada capacitación (sensibilidad del 92,6% y especificidad del 89%) en el diagnóstico de colecistitis, hidronefrosis, trombosis venosa profunda y diferentes problemas cardiovasculares¹⁹.

La valoración global del paciente es inherente a la especialidad de Medicina Interna, y la ecografía, aplicada en ámbitos muy diversos, puede ser una herramienta de gran utilidad. Así la ecografía osteoarticular, de partes blandas o tiroidea pueden aportar información relevante en la valoración de distintos motivos de consulta habituales en nuestra práctica clínica, tales como hombro doloroso, artritis, infecciones de partes blandas o nódulos tiroideos. Además, la ecografía permite la visualización directa y en tiempo real de estructuras profundas, facilitando y mejorando la seguridad de procedimientos invasivos tales como toracocentesis^{20,21}, paracentesis^{21,22}, canalización de accesos venosos centrales²³⁻²⁵ o periféricos en pacientes con venas superficiales de difícil localización (obesos, pacientes con edemas importantes, usuarios de drogas por vía parenteral...)^{26,27}.

La ecografía clínica básica tiene el valor añadido de permitir resolver o encauzar el problema del paciente en un mismo acto clínico. Además, es el propio clínico el que realiza la exploración, circunstancia muy apreciada por el enfermo²⁸, que refuerza la relación médico-paciente y supone una gran satisfacción personal para el médico.

Como limitaciones de la ecografía clínica básica es preciso señalar que, dependiendo del nivel de formación del médico, aporta una información limitada, pudiendo existir otras condiciones patológicas no detectadas y que, por tanto, no pueden excluirse. Además, requiere un tiempo

de exploración adicional, recursos para formarse específicamente y disponibilidad de equipos. Por último, hay que tener en cuenta las limitaciones inherentes al equipo con el que realizamos la exploración. En el ámbito de los servicios de Medicina Interna frecuentemente disponemos de equipos portátiles (fácilmente trasladables) o portables (pueden trasladarse, aunque sean más pesados y suelen requerir un soporte), que pueden tener limitaciones técnicas importantes: ausencia o menor sensibilidad del doppler, menor calidad de imagen, no disponibilidad de sondas específicas para explorar determinadas estructuras... Por tanto, es muy importante que conozcamos las características técnicas de nuestro equipo y debemos tener en cuenta sus limitaciones para evitar errores diagnósticos.

La ecografía en manos de internistas constituye un complemento a su actividad clínica tradicional, puede aportar información de relevancia en múltiples escenarios y aumentar nuestra capacidad para resolver los problemas del enfermo. Es necesario enfatizar que se trata de una prueba complementaria a la exploración física exhaustiva, que aportará información adicional pero que nunca debe sustituirla.

En los últimos años también se está implantando la formación ecográfica en pregrado. Esta técnica facilita el aprendizaje de la anatomía, ayuda a comprender la fisiología y la fisiopatología de muchos órganos y sistemas (especialmente el cardiovascular) y, por supuesto, mejora el rendimiento y la fiabilidad de la exploración física por parte de los alumnos. Para algunos profesores de medicina la ecografía en la próxima década va a cambiar la forma de enseñar y practicar la medicina. En nuestra faceta docente, los internistas deberíamos intentar liderar o participar en la enseñanza de la ecografía en pregrado^{29,30}.

El interés por la ecografía está creciendo a un ritmo vertiginoso entre los internistas españoles. Prueba de ello ha sido la creación y el auge del Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica de la Sociedad Española de Medicina Interna. Queda por delante un largo camino para conseguir la implantación generalizada de la ecografía como herramienta habitual en la práctica de la Medicina Interna: definición de competencias, diseño de planes de formación, adquisición de ecógrafos en los distintos servicios... Sin embargo, su utilidad y el interés que está suscitando hacen prever que este proceso tendrá éxito a corto-medio plazo y que supondrá un cambio irreversible para mejorar la práctica clínica de la Medicina Interna.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redón J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *J Hypertens*. 2013;31:1281-357.

2. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, et al. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness Consensus (2004-2006). *Cerebrovasc Dis.* 2007;23:75–80.
3. Tendera M, Aboyans V, Bartelink ML, Baumgartner I, Clément D, Collet JP, et al. ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. *Eur Heart J.* 2011;32:2851–906.
4. Catapano AL, Reiner Z, de Backer G, Graham I, Taskinen MR, Wiklund O, et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *Atherosclerosis.* 2011;217:3–46.
5. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic). *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:1239–312.
6. Takagi H, Goto SN, Matsui M, Manabe H, Umemoto T. A further meta-analysis of population-based screening for abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2010;52:1103–8.
7. Alexander JH, Peterson ED, Chen AY, Harding TM, Adams DB, Kisslo Jr JA. Feasibility of point-of-care echocardiography by internal medicine house staff. *Am Heart J.* 2004;147:476–81.
8. 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;4:141–7.
9. Moore CL, Rose GA, Tayal VS, Sullivan DM, Arrowood JA, Kline JA. Determination of left ventricular function by emergency physician echocardiography of hypotensive patients. *Acad Emerg Med.* 2002;9:186–93.
10. Unlüer EE, Bayata S, Postaci N, Yeşil M, Yavaş Ö, Kara PH, et al. Limited bedside echocardiography by emergency physicians for diagnosis of diastolic heart failure. *Emerg Med J.* 2012;29:280–3.
11. Torres Macho J, Garcia de Casasola G, Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica, Sociedad Española de Medicina Interna. Echocardiography in internal medicine. *Med Clin (Barc).* 2012;138:567–9.
12. Fang R, Pilcher JA, Putnam AT, Smith T, Smith DL. Accuracy of surgeon-performed gallbladder ultrasound. *Am J Surg.* 1999;178:475–9.
13. Eiberg JP, Grantcharov TP, Eriksen JR, Boel T, Buhl C, Jensen D, et al. Ultrasound of the acute abdomen performed by surgeons in training. *Minerva Chir.* 2008;63:17–22.
14. Summers SM, Scruggs W, Menchine MD, Lahham S, Anderson C, Amr O, et al. A prospective evaluation of emergency department bedside ultrasonography for the detection of acute cholecystitis. *Ann Emerg Med.* 2010;56:114–22.
15. Burnside PR, Brown MD, Kline JA. Systematic review of emergency physician-performed ultrasonography for lower-extremity deep vein thrombosis. *Acad Emerg Med.* 2008;15:493–8.
16. Rosen CL, Brown DF, Sagarin MJ, Chang Y, McCabe CJ, Wolfe RE. Ultrasonography by emergency physicians in patients with suspected ureteral colic. *J Emerg Med.* 1998;16:865–70.
17. Kuhn M, Bonnin RL, Davey MJ, Rowland JL, Langlois SL. Emergency department ultrasound scanning for abdominal aortic aneurysm: Accessible, accurate, and advantageous. *Ann Emerg Med.* 2000;36:219–23.
18. 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;10:867–71.
19. Torres-Macho J, Antón-Santos JM, García-Gutiérrez I, de Castro-García M, Gámez-Díez S, de la Torre PG, et al. Initial accuracy of bedside ultrasound performed by emergency physicians for multiple indications after a short training period. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1943–9.
20. Hibbert RM, Atwell TD, Lekah A, Patel MD, Carter RE, McDonald JS, et al. Safety of ultrasound-guided thoracentesis in patients with abnormal preprocedural coagulation parameters. *Chest.* 2013;144:456–63.
21. Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest.* 2013;143:532–8.
22. Nazeer SR, Dewbre H, Miller AH. Ultrasound-assisted paracentesis performed by emergency physicians vs the traditional technique: A prospective, randomized study. *Am J Emerg Med.* 2005;23:363–7.
23. 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.
24. Milling Jr TJ, Rose J, Briggs WM, Birkhahn R, Gaeta TJ, Bove JJ, et al. Randomized, controlled clinical trial of point-of-care limited ultrasonography assistance of central venous cannulation: The Third Sonography Outcomes Assessment Program (SOAP-3) Trial. *Crit Care Med.* 2005;33:1764–9.
25. Lamperti M, Bodenham AR, Pittiruti M, Blaivas M, Augoustides JG, Elbarbary M, et al. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med.* 2012;38:1105–17.
26. Costantino TG, Parikh AK, Satz WA, Fojtik JP. Ultrasonography-guided peripheral intravenous access versus traditional approaches in patients with difficult intravenous access. *Ann Emerg Med.* 2005;46:456–61.
27. Egan G, Healy D, O'Neill H, Clarke-Moloney M, Grace PA, Walsh SR. Ultrasound guidance for difficult peripheral venous access: Systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J.* 2013;30:521–6.
28. Wordsworth S, Scott A. Ultrasound scanning by general practitioners: Is it worthwhile? *J Public Health Med.* 2002;24:88–94.
29. Mircea PA, Badea R, Fodor D, Buzoianu AD. Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education — time to reach a decision. *Med Ultrason.* 2012;14:211–6.
30. Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD, et al. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2011;3:1–12.