

Enseñanza y uso en Colombia del ultrasonido al pie de la cama del paciente

Enfoque desde la Medicina Interna

Teaching and use of bedside ultrasound in Colombia An internal medicine perspective

JOSÉ ATILIO NÚÑEZ-RAMOS • BARRANQUILLA (COLOMBIA)
SERGIO VELASCO-MALAGÓN • BOGOTÁ, D.C. (COLOMBIA)

“In the history of mankind, it will be found that no great discovery, or probably conjecture was ever promulgated, without encountering the most bitter opposition”.
WILLIAM STOKES, 1825. AN INTRODUCTION TO THE USE OF THE STETHOSCOPE

DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2024.3039>

Resumen

Desde los invaluable aportes de Auenbrugger y Laennec, no asistíamos a una revolución de la exploración física como lo ha sido la introducción del ultrasonido realizado por el clínico y/o médico tratante del paciente. La ecografía realizada por especialistas clínicos en cualquier área (hospitalización, cuidados intensivos, servicio de urgencias, consulta externa, incluso en el domicilio) y de distintas formaciones (emergentólogo, internista, intensivista, anestesiólogo, neumólogo, nefrólogo, médico de familia, reumatólogo, cirujano general, etc), ha traído un nuevo aire a la exploración física. La evidencia del impacto del ultrasonido al pie del paciente es creciente y contundente en muchos aspectos. No solo permite que el clínico realice diagnósticos más certeros sino más rápidos cuando se compara con la dinámica usual, logrando así iniciar tratamiento más temprano y en algunos casos mejorando desenlaces clínicos como visitas a urgencias, re-hospitalizaciones, estancia hospitalaria, tiempos clínicos, entre otros.

En este artículo se comenta cómo surgió y cómo se enseña el *Point-of-Care Ultrasound (POCUS por sus siglas en inglés)* alrededor del mundo y lo que se viene haciendo en nuestro país desde distintos escenarios para lograr que el ultrasonido llevado a cabo por internistas y subespecialistas sea una realidad en la atención de los pacientes colombianos. (*Acta Med Colomb 2024; 49. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2024.3039>*).

Palabras clave: *ultrasonido, medicina interna, educación, POCUS, ecografía clínica.*

Abstract

Ever since the invaluable contributions of Auenbrugger and Laennec, we had not experienced a physical exam revolution equal to the introduction of ultrasound performed by the patient's clinician and/or attending physician. Ultrasound performed by clinical specialists in any area (hospital floors, intensive care, the emergency room, outpatient departments and even in the home) with different training backgrounds (emergency medicine specialists, internists, intensivists, anesthesiologists, pulmonologists, nephrologists, family medicine doctors, rheumatologists, general surgeons, etc.) has brought a new energy to the physical exam. The evidence of the impact of bedside ultrasound is growing and compelling in many aspects. Compared to the usual practice, it allows the clinician to not only make more accurate but also faster diagnoses and thus begin treatment sooner and, in some cases, improve clinical outcomes like emergency room visits, rehospitalizations, hospital stay, and clinical times, among others.

This article relates how point-of-care ultrasound (POCUS) emerged, how it is taught around the world, and what is being done in our country in different settings to make ultrasound performed by internists and subspecialists a reality in Colombian patient care. (*Acta Med Colomb 2024; 49. DOI: <https://doi.org/10.36104/amc.2024.3039>*).

Keywords: *ultrasound, internal medicine, education, POCUS, clinical ultrasound.*

Dr. José Atilio Núñez-Ramos: División Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia). Hospital Universidad del Norte, Soledad (Colombia); Dr. Sergio Velasco-Malagón: Departamento de Medicina Interna, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Medicina Interna, Hospital Universitario Santa Clara, Bogotá, D.C. (Colombia). Correspondencia: José Atilio Núñez-Ramos, Barranquilla (Colombia)
E-Mail: anunezj@uninorte.edu.co
Recibido: 30/IX/2023 Aceptado: 13/XII/2023

Introducción

Al igual que todas las aristas en medicina, el examen físico actual no ha existido desde siempre. Fue Hipócrates quien habló de la enfermedad *dentro del cuerpo*, y desde ese momento, la exploración física se ha reinventado y mutado incontables veces hasta su versión actual, cambios motivados en la mayoría de las ocasiones por la incesante curiosidad de sus proponentes.

Sin embargo, desde los invaluable aportes de Auenbrugger y Laennec (1) no asistíamos a una revolución de la exploración física como lo ha sido la introducción del ultrasonido realizado por el clínico y/o médico tratante del paciente. La ecografía realizada por especialistas clínicos en cualquier área (hospitalización, cuidados intensivos, servicio de urgencias, consulta externa, incluso en el domicilio) y de distintas formaciones (emergentólogo, internista, intensivista, anestesiólogo, neumólogo, nefrólogo, médico de familia, reumatólogo, cirujano general, etc), ha traído un nuevo aire a la exploración física. Actualmente se tiene evidencia suficiente en diferentes publicaciones alrededor del mundo, en las que el ultrasonido impacta en el diagnóstico clínico de forma positiva (2). Esto ha derivado en cambios en la enseñanza médica enfocados a las técnicas e interpretaciones de las imágenes tomadas al pie del paciente, todo a la luz de la historia clínica clásica.

Esta práctica de la ecografía al pie del paciente pretende ser una herramienta de enfoque, la cual debe unirse y complementar el trabajo de los expertos en imágenes diagnósticas como los radiólogos y cardiólogos. Por tanto, no pretende competir con el espacio de la radiología o la cardiología; por el contrario, la ecografía clínica viene a enriquecer el proceso diagnóstico en el cual el beneficiado principal es el enfermo. La crítica más frecuente del ultrasonido es la dependencia del operador, pero no debemos olvidar que las herramientas de uso diario como el fonendoscopio, el oftalmoscopio entre otros también dependen del operador que las interpreta.

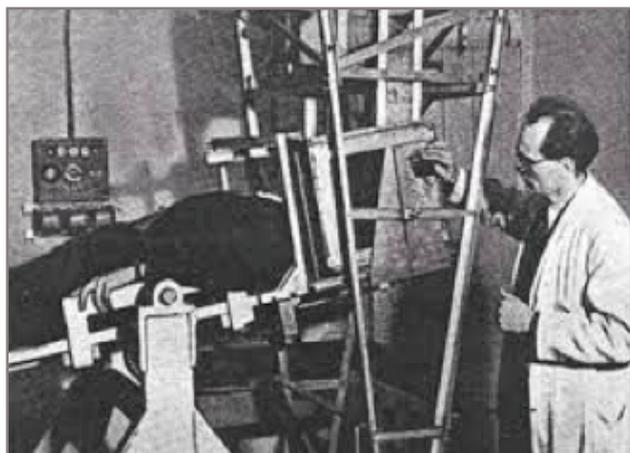


Figura 1. Primer equipo de ultrasonido en 1942. Tomado de Sudol-Scopincka et al. *History page: Leaders in MSK Radiology Karl Dussik. Seminar in musculoskeletal radiology*. 25.(1) 2021. Thieme Medical Publishers.

La evidencia del impacto del ultrasonido al pie del paciente es creciente y contundente en muchos aspectos. No solo permite que el clínico realice diagnósticos más certeros sino más rápidos cuando se compara con la dinámica usual, logrando así iniciar tratamiento más temprano y en algunos casos mejorando desenlaces clínicos como visitas a urgencias, re-hospitalizaciones, estancia hospitalaria, tiempos clínicos, entre otros (3–5).

En este artículo se comenta cómo surgió y cómo se enseña el *Point-of-Care Ultrasound (POCUS)* por sus siglas en inglés) alrededor del mundo y lo que se viene haciendo en nuestro país desde distintos escenarios para lograr que el ultrasonido llevado a cabo por internistas y subespecialistas sea una realidad en la atención de los pacientes colombianos.

El Ultrasonido como extensión del examen físico

La primera aplicación del ultrasonido en medicina se estima fue realizada por Karl Theodore Dussik en 1942 (Figura 1), también hubo importantes contribuciones de Wild, Hertz, Siemens entre otros. Con la implementación del ultrasonido en áreas como la cardiología, la radiología y la obstetricia hacia los años 70's se abrió un espacio importante de diagnóstico por ultrasonido para estas especialidades (6).

No deja de ser una coincidencia, al menos curiosa, que en la misma París donde residió y pregonó Laennec el uso del estetoscopio, sea Daniel Lichtenstein en el afamado Hospital Ambroise Paré, quien usara el obsoleto ecógrafo ADR 4000 hacia finales de los años 80, bajo la tutoría de Francois Jardin para ampliar sus sentidos a través del ultrasonido a la cabecera del paciente, empezando así el camino que lo llevaría a ser hoy reconocido como el padre del ultrasonido pulmonar (7).

El problema principal era el tamaño de estas grandes máquinas de ultrasonido. Fue hasta los años 90 que su tamaño empieza a conferirles cierta portabilidad, permitiendo así transferir su uso desde áreas altamente especializadas con personal entrenado únicamente en la interpretación de imágenes hasta las áreas de cuidado de pacientes.

La publicación del ya clásico protocolo FAST (*Focused assesment with sonography in trauma*) puso de manifiesto la relevancia del ultrasonido enfocado en áreas críticas donde el diagnóstico expedito es fundamental para los desenlaces (8). Esto motivó a su inclusión en las recomendaciones ATLS (*Advanced trauma life support*) del momento y desde entonces esta evolución ha sido exponencial contando a la fecha con dispositivos ultraportables y tan pequeños que pueden ser transportados en las batas y usarse de manera continua a la cama del paciente (9) (Figura 2).

Actualmente el ultrasonido a la cabecera del paciente está consolidado como el quinto pilar del examen físico acompañando a las irremplazables inspección, percusión, palpación y auscultación; con el respaldo de figuras como Eugene Braunwald, y cambiando un paradigma heredado de siglos atrás (10). POCUS llegó para ser una herramienta



Figura 2. Distintos dispositivos ultraportables de ultrasonido. *Recopilación propia.

que suma y complementa la capacidad del clínico para tomar decisiones basadas en mejor información, la correcta interpretación y el direccionamiento hacia un mejor enfoque; apela nuevamente a nuestra curiosidad para “ver debajo de la piel” y complementa los pilares iniciales de la evaluación al poder observar la ascitis sospechada desde la inspección, ver la insuficiencia valvular que se insinuaba en la auscultación e incluso confirmar la sospecha de hidronefrosis en el paciente con anuria.

Enseñanza de POCUS en el mundo

No son pocas las experiencias publicadas desde el inicio del siglo XXI que muestran cómo el entrenamiento adecuado y supervisado permite que médicos clínicos tengan un buen desempeño diagnóstico que puede ser complementado con los especialistas expertos en imágenes diagnósticas. Por ejemplo, el diagnóstico de derrame pericárdico podría ser realizado por médicos de emergencias con una hora de entrenamiento teórico y cuatro horas de entrenamiento práctico con una sensibilidad de 96% (11). Se tiene evidencia que sugiere desenlaces similares para la detección de disfunción sistólica (12), la presencia de valvulopatías (13). Incluso la detección de ascitis por estudiantes de medicina de primer año muestra la plausibilidad de la enseñanza de POCUS en diferentes niveles de formación (14).

Con esto también se debe manifestar enfáticamente que la transmisión y apropiación de la herramienta debe ser responsable, supervisada por profesionales entrenados con experiencia e incluso verificada por imágenes formales. Todo esto para evitar caer en el simplismo diagnóstico que puede representar un peligro latente en la atención de los pacientes.

Basados en esta premisa, distintas personalidades académicas como Nilam Soni, director del *Center for Clinical Ultrasound* de la Universidad de Texas (EEUU) han abanderado y abogado por la inclusión de esta modalidad diagnóstica no solamente en los currículos de los programas de postgrado en Medicina Interna sino también por el aval de las sociedades científicas y su compromiso con el entrenamiento adecuado y la certificación (15).

A la fecha existen varias entidades que permiten una certificación en una serie de pasos de formación que le brindan al clínico la formación en ultrasonido desde competencias básicas hasta competencias avanzadas. Para destacar podemos mencionar el *Point of Care Ultrasound (POCUS) Pathway for Internal Medicine* que ofrece el *American College of Physicians*: incluye tres módulos de un proceso guiado por expertos, ofreciendo así las competencias generales que debe tener un internista general como procedimientos menores (toracentesis, paracentesis) y diagnóstico enfocado de patologías prevalentes en la especialidad (16). También *The Society of Hospital Medicine* provee de una serie de pasos de formación con exámenes que certifican las competencias del alumno. Estas estrategias formativas involucran una formación teórica estricta con conceptos establecidos previamente, prácticas supervisadas por expertos y la presentación de portafolios de imágenes que deben ser evaluados para establecer su adecuada obtención e interpretación.

La apropiación de esta herramienta se ha venido profundizando principalmente desde las unidades de cuidado intensivo hacia la práctica clínica general. Diferentes líderes como Andre Denault y Phillippe Rola en Canadá, Antoine Viellard Baron y Daniel Lichtenstein en Francia, Giovanni Volpicelli en Italia, han logrado consolidar alrededor del mundo el ultrasonido como una herramienta de vital importancia (17). Recientemente el nefrólogo académico y divulgador Abilash Koratala con su proyecto *NephoPOCUS* ha impulsado el avance del ultrasonido enfocado en la nefrología, permitiendo que muchos de manera gratuita, puedan acceder a las bases teóricas del POCUS (18).

Resaltamos que, en algunos países del mundo el ultrasonido clínico ya es una subespecialidad formal para médicos internistas, emergentólogos, intensivistas y demás afines. En Estados Unidos y Canadá, se puede aplicar a una especialidad como ecografía clínica que tiene una duración variable de dos a tres años donde el residente es apoyo a los equipos clínicos en las salas de hospitalización, urgencias y cuidado intensivo realizando imágenes para tomas de decisiones inmediatas. La formación en ultrasonido básico y avanzado es

la característica de estos programas, logrando dominar con experticia las distintas modalidades del ultrasonido clínico.

Enseñanza de POCUS en Colombia

En nuestra experiencia podemos resaltar el camino que ha transitado POCUS en las instituciones donde nos hemos formado y en la medicina interna del país. Alrededor del 2012 empiezan a aparecer iniciativas principalmente desde especialidades como la medicina de emergencias y el cuidado crítico, con el objeto de la formación en ecografía a la cabecera del paciente. Estas iniciativas contaron con respaldos académicos de instituciones universitarias y en ocasiones esfuerzos personales. Destacan el impacto de profesionales como Yuri Bustos desde el Centro de Simulación en la Universidad del Rosario y el centro de simulación INSIMED; posteriormente la presencia de Carlos Santacruz en la Fundación Santa Fe de Bogotá en el área de cuidado crítico. De igual manera Hans Garcia presenta un aporte invaluable a la formación en ecografía desde el programa de anestesiología y cuidado crítico de la Universidad Militar y la iniciativa PERIOCRIT.

Esto muestra que el impulso inicial POCUS aparece desde las áreas de cuidado crítico y reanimación al igual que en otras latitudes. Fue en los servicios de urgencias y la UCI donde POCUS encontró su primer nicho natural. En este sentido, destacamos esfuerzos actuales como el del departamento de Medicina de Urgencias y cuidado crítico la Universidad de Antioquia, la Pontificia Universidad Javeriana, la Universidad de Caldas e ICESI que han avanzado en propuestas de extensión universitaria enfocadas en esta tarea.

Fue el trabajo de Gabriel Ortiz en la Universidad Nacional de Colombia, quien impulsó la publicación del primer trabajo de grado en POCUS en el país desarrollado por internistas en el año 2013. Este trabajo fue llevado a cabo con el apoyo de José Luis Díaz Gómez, anestesiólogo e intensivista en *Baylor College of Medicine* en EEUU y hoy Chair-elect del Concilio de Ecocardiografía Crítica de la Asociación Americana de Ecocardiografía (19). Posteriormente el esfuerzo de Gladys Alfonso y el cardiólogo Arnold Méndez para la formación de residentes de medicina interna por internistas ha permitido la continuidad de este proceso. En 2022 se logra la creación de la primera asignatura universitaria de posgrado de ecografía a la cabecera del paciente en nuestra especialidad y que nos permite brindar a los futuros internistas competencias para la obtención e interpretación de imágenes. Este proceso es supervisado por expertos, logrando así entregar al país internistas con capacidades de ecografía en diferentes ámbitos. Participamos en la formación del Grupo de Interés en Ultrasonografía Enfocada de la Universidad Nacional que tiene como objetivo la divulgación académica en la especialidad y que genera material audiovisual de libre consulta. Esta experiencia se viene complementando con la formación de algunas subespecialidades como la inclusión

en 2023 del primer curso de POCUS para neumólogos en la misma institución.

En otra zona del país, con el mismo sentir y objetivo, comienza el entrenamiento en ultrasonido a la cabecera del paciente de residentes de medicina interna en la Universidad del Norte. En 2017 los residentes del momento ven los albores del ultrasonido clínico cuando se introduce poco a poco la evaluación POCUS de los pacientes con disnea, dolor torácico y en estado de shock en el servicio de urgencias del Hospital Universidad del Norte. En 2021 se da inicio al Curso POCUS para Residentes de Medicina Interna que se incluye en el primer año de formación de los estudiantes de la especialidad. El entrenamiento se basa en clases teóricas y prácticas guiadas con modelos sanos durante dos meses continuos. Luego de esta parte inicial, la formación se centra en el uso continuo del ultrasonido para tomar decisiones en urgencias, hospitalización y cuidado intensivo durante los tres años de la residencia. Las imágenes tomadas por los residentes son grabadas y supervisadas luego con retroalimentación y entrenamiento continuo (20). La integración POCUS-Historia clínica es el real éxito de la herramienta y lo que deben aprender los especialistas en formación: interpretar las imágenes en el contexto clínico para tomar las mejores decisiones, tal y como define POCUS el Dr. José Luis Díaz Gómez (21).

Tanto en la Universidad Nacional como en la Universidad del Norte, la formación en ultrasonido se ha fortalecido con la investigación clínica. Reportes de casos, cohortes, estudios transversales de validez diagnóstica, entre otros, se han publicado en revistas nacionales e internacionales (5, 19, 20, 22–24). Esto se suma al acervo de evidencia mundial que permite reconocer hoy el ultrasonido clínico como una herramienta revolucionaria tanto para el médico, como para los pacientes e incluso para los sistemas de salud.

Desde la Asociación Colombiana de Medicina Interna (ACMI) hemos acogido el llamado a abanderar la enseñanza del POCUS para los internistas del país. Así, desde 2021, se realiza el *Curso de Ecografía para el Internista. POCUS: ultrasonido al pie del paciente*. Bajo el impulso inicial de la expresidenta nacional Dra. Tatiana Espinosa y el apoyo decidido del Dr. Javier Arango, presidente nacional actual, se ha logrado formar a más de 250 médicos internistas de todo el país. Se han congregado miembros y no miembros ACMI, médicos de toda la geografía colombiana e incluso de varios países de Latinoamérica. Esta formación es concebida como un entrenamiento básico inicial, que motiva a los internistas a seguir el camino del uso continuo de la ecografía como extensión del examen físico.

Tener especialistas formados en todo el país ha permitido poner en el centro de la discusión nacional la importancia de esta herramienta como un complemento para el clínico que necesita tomar decisiones rápidas. Creemos firmemente en lo que puede brindar POCUS en términos de mejores resultados diagnósticos, terapéuticos y de seguridad del paciente.

Hacia dónde vamos con POCUS

Educación

Cuando nos comparamos con el mundo, Colombia está apenas empezando el camino: POCUS tiene más de 20 años de estar siendo utilizado por internistas y subespecialistas en otras latitudes. Países como Estados Unidos, España, Reino Unido, Francia, Italia nos enseñan que el camino para incorporar el ultrasonido en la práctica diaria primero pasa por la formación metódica y organizada de residentes y docentes (25). Es necesario que en Colombia se establezca en los currículos de las especialidades en medicina interna la formación estandarizada de ultrasonido para los futuros especialistas. Y debe haber un plan de formación para los docentes en cada uno de los programas de la especialidad en el país. Con el liderazgo de la ACMI se ha logrado formar a algunos especialistas docentes que multiplicarán este conocimiento en sus programas.

Falta aún mucho por hacer. La consecución de equipos de ultrasonido en cada servicio de hospitalización, UCI o urgencias requiere de la voluntad decidida de los directivos de las instituciones universitarias e instituciones hospitalarias para proveer el ambiente en el cual se formarán los futuros especialistas en nuestro país. Publicaciones demuestran que una de las grandes barreras para la adopción de POCUS como estándar de cuidado es la falta de profesionales formados en ultrasonido que enseñen a utilizar esta herramienta (26).

Nosotros, al igual que nuestros colegas radiólogos, creemos en la formación con calidad en el área del ultrasonido. Esa calidad tan necesaria la aseguramos con formación exigente e integral para los residentes e internistas en cada programa de la especialidad en todo el país.

En este punto resaltamos la experiencia en otros países (27), donde los expertos en imágenes (cardiólogos y radiólogos) hacen equipo con los clínicos no expertos para la formación y validación del entrenamiento. Esta colaboración es imperativa para la adecuada formación del talento humano en salud.

La enseñanza del ultrasonido en el pregrado de medicina ya se abre camino en varios países del mundo. Aún no se sabe realmente en qué momento de la escuela de medicina es ideal iniciar la formación POCUS para los futuros médicos; a pesar de esto, ya hay recomendaciones que muestran el beneficio de enseñar anatomía y fisiología con ultrasonido (28, 29). En nuestro país algunas escuelas de medicina, poco a poco, van utilizando más la ecografía como una herramienta valiosa de enseñanza para los niveles de formación en ciencias básicas y clínicas de nuestros futuros médicos.

Práctica médica

La evidencia del ultrasonido es contundente e incontrovertible. Su superioridad con respecto al examen físico y a la radiografía de tórax hacen de POCUS una herramienta ideal para adoptar en escenarios de incertidumbre diagnóstica, en el paciente crítico, en el paciente ambulatorio para seguimiento, entre otros (2).

Los internistas del país estamos llamados a adoptar rápidamente la ecografía a la cabecera del paciente como el acompañante ideal de la semiología clásica. Presentaciones clínicas como la disnea, dolor torácico, lesión renal aguda, sepsis, estado de choque; entidades clínicas como la insuficiencia cardíaca, los síndromes coronarios agudos, síncope, enfermedad tromboembólica, entre otros, son situaciones en las cuáles el ultrasonido aporta mucha información que permite mejores y más rápidas decisiones para los pacientes. No obstante, la formación debe ser responsable, supervisada y con calidad, la utilidad del ultrasonido es directamente proporcional a una adecuada interpretación e integración de los hallazgos, de lo contrario, podría ser peligrosa.

Además de lo mencionado, el ultrasonido en manos de médicos generales en zonas apartadas de nuestro país tiene el potencial inmenso de dar mayor resolutivez a los niveles de baja complejidad. Podría brindar mayor seguridad a nuestros médicos en el diagnóstico y a nuestros pacientes mayor seguridad en las conductas tomadas, haciendo eficientes los procesos de referencia y contrarreferencia. Esta discusión será muy importante para nuestro sistema de salud en el futuro cercano. Establecer de forma clara y responsable la dinámica de entrenamiento y certificación de los médicos generales será vital para su implementación adecuada y segura.

Conclusiones

El ultrasonido realizado por clínicos no es una moda, ni una herramienta de lujo. Es un pilar más de la semiología actual que no está en el futuro sino en el presente de nuestra especialidad y que nos permite mayor certeza diagnóstica. Así, la adopción de POCUS en la práctica diaria es vital. Los internistas, como médicos de adultos y clínicos por excelencia estamos llamados a abanderar la formación del personal de salud, además de la implementación y adopción de esta herramienta en los servicios hospitalarios y ambulatorios del país. Brindar una atención rápida, confiable y segura a nuestros pacientes incluye hacer ultrasonido al pie de la cama para tomar mejores y más rápidas decisiones. Como comunidad médica en Colombia debemos empezar a discutir la forma en que se entrenarán los futuros médicos y especialistas de nuestro país, dando un marco de formación homogénea y de calidad para lograr que el ultrasonido tenga los mejores resultados posibles. Nos espera un futuro esperanzador, si desde ya planeamos las estrategias para que cada médico en nuestro país pueda hacer ultrasonido al pie de la cama del paciente que lo requiera.

Referencias

1. Scholtz S, Becker M, MacMorris L, Langenbacher A. Curiosities in Medicine: Alphabetically. 1ra ed. *Springer Cham*; 2022. p 177–179
2. Andersen CA, Holden S, Vela J, Rathleff MS, Jensen MB. Point-of-Care Ultrasound in General Practice: A Systematic Review. *Ann Fam Med*. 2019;17:61–9.
3. Ahn JH, Jeon J, Toh HC, Noble VE, Kim JS, Kim YS, et al. SEARCH 8Es: A novel point of care ultrasound protocol for patients with chest pain, dyspnea or symptomatic hypotension in the emergency department. *PLoS One*. 2017;12(3):e0174581.

4. **Rivas-Lasarte M, Álvarez-García J, Fernández-Martínez J, Maestro A, López-López L, Solé-González E, et al.** Lung ultrasound-guided treatment in ambulatory patients with heart failure: a randomized controlled clinical trial (LUS-HF study). *Eur J Heart Fail.* 2019;21:1605–13.
5. **Núñez-Ramos JA, Aguirre-Acevedo DC, Pana-Toloza MC.** Point of care ultrasound impact in acute heart failure hospitalization: A retrospective cohort study. *Am J Emerg Med.* 2023;66:141–5.
6. **Nilam Soni, Robert Arntfield PK.** **Point of Care Ultrasound.** 2da ed. San Antonio, Texas: Elsevier; 2019. p 546
7. **Koratala A, Kazory A.** An Introduction to Point-of-Care Ultrasound: Laennec to Lichtenstein. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2021;28:193–9.
8. **Tse KH, Luk WH, Lam MC.** Pocket-sized versus standard ultrasound machines in abdominal imaging. *Singapore Med J.* 2014;55:325–33.
9. **Jehle D, Guarino J, Karamanoukian H.** Emergency department ultrasound in the evaluation of blunt abdominal trauma. *Am J Emerg Med.* 1993;11:342–6.
10. **Han DC, Rozycki GS, Schmidt JA, Feliciano D V.** Ultrasound training during ATLS: an early start for surgical interns. *J Trauma.* 1996;41:208–13.
11. **Narula J, Chandrashekar Y, Braunwald E.** Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation. *JAMA Cardiol.* 2018;3:346–50.
12. **Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K, Henderson SO.** Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med.* 2001;38:377–82.
13. **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;10:973–7.
14. **Chugh Y, Lohese O, Sorajja P, Garberich R, Stanberry L, Cavalcante J, et al.** Adoptability and accuracy of point-of-care ultrasound in screening for valvular heart disease in the primary care setting. *J Clin Ultrasound.* 2022;50:265–70.
15. **Arora S, Cheung AC, Tarique U, Agarwal A, Firdouse M, Ailon J.** First-year medical students use of ultrasound or physical examination to diagnose hepatomegaly and ascites: a randomized controlled trial. *J Ultrasound.* 2017;20:199–204.
16. **Soni NJ, Tierney DM, Jensen TP, Lucas BP.** Certification of Point-of-Care Ultrasound Competency. *J Hosp Med.* 2017;12:775–6.
17. **Point of Care Ultrasound CME for Internal Medicine | ACP** [Internet]. 2023 [citado 7 de enero de 2024]. Disponible en: <https://www.acponline.org/meetings-courses/focused-topics/point-of-care-ultrasound-pocus-for-internal-medicine>
18. **Wong A, Galarza L, Forni L, De Backer D, Slama M, Cholley B, et al.** Recommendations for core critical care ultrasound competencies as a part of specialist training in multidisciplinary intensive care: a framework proposed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Crit Care.* 2020;24:393.
19. **Abilash Koratala.** NephroPOCUS [Internet]. 2023 [citado 7 de enero de 2024]. *NephroPOCUS.* Disponible en: <https://nephropocus.com/>
20. **Osorio Lombana, J. P. Ortiz Jaimes GE.** Utilidad del ultrasonido enfocado en la evaluación del choque en pacientes críticamente enfermos. Universidad Nacional de Colombia; 2013. p 2-55.
21. **Núñez JA, De la Rosa BD, Macareno H.** Entrenamiento en Ecografía Clínica para Residentes de Medicina Interna: Experiencia de la Universidad del Norte y Hospital Universidad del Norte. *Acta Médica Colombiana.* 2022;47:127.
22. **Díaz-Gómez JL, Mayo PH, Koenig SJ.** Point-of-Care Ultrasonography. *NEJM.* 2021;385:1593–602.
23. **Jaimes GO, Mendez-Toro A, Quintero JG, Ballesteros E, Soni N.** Correlation of cardiac output measurement by goal-directed echocardiography performed by intensivists vs pulmonary artery catheter. *Chest.* 2020;158:A608.
24. **Núñez-Ramos JA, Pana-Toloza MC, Palacio-Held SC.** E-Point Septal Separation Accuracy for the Diagnosis of Mild and Severe Reduced Ejection Fraction in Emergency Department Patients. *POCUS journal.* 2022;7:160–5.
25. **Velasco Malagón S, Moreno Ladino J, Ruiz HA.** Three Cases of Right Heart Thrombus: Using POCUS for the Diagnosis of Thromboembolism in COVID-19. *POCUS J.* 7:197-200.
26. **Badejoko SO, Nso N, Buhari C, Amr O, Erwin JP.** Point-of-Care Ultrasound Overview and Curriculum Implementation in Internal Medicine Residency Training Programs in the United States. *Cureus.* 15:e42997.
27. **Nathanson R, Le MPT, Proud KC, LoPresti CM, Haro EK, Mader MJ, et al.** Development of a Point-of-Care Ultrasound Track for Internal Medicine Residents. *J Gen Intern Med.* 2022;37:2308–13.
28. **Kirkpatrick JN, Grimm R, Johri AM, Kimura BJ, Kort S, Labovitz AJ, et al.** Recommendations for Echocardiography Laboratories Participating in Cardiac Point of Care Cardiac Ultrasound (POCUS) and Critical Care Echocardiography Training: Report from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2020;33:409-422.e4.
29. **Rathbun KM, Patel AN, Jackowski JR, Parrish MT, Hatfield RM, Powell TE.** Incorporating ultrasound training into undergraduate medical education in a faculty-limited setting. *BMC Med Educ.* 2023;23:263.

