



# ARTÍCULO ORIGINAL: Ultrasonido en el punto de atención en un escenario rural con recursos limitados



Hospital San Juan de Dios, San José, Costa Rica. Fundado en 1845

**ISSN  
2215-2741**

Recibido: 31/09/2015  
Aceptado: 16/09/2015

Dr. Gabriel Carvajal Valdy<sup>1</sup>  
Dr. Jacobo Pardo Jara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialista en Medicina Paliativa. CCSS. Hospital William Allen Taylor. Asociación costarricense para el estudio de la ecografía en el punto de atención, gabrielcarvajalvaldy@gmail.com

<sup>2</sup>Especialista en Medicina de Emergencias. CCSS. Hospital William Allen Taylor. Asociación costarricense para el estudio de la ecografía en el punto de atención, jacparja@hotmail.com

## RESUMEN

La ultrasonografía en el punto de atención es una modalidad de evaluación ecográfica limitada llevada al paciente y realizada por un proveedor en tiempo real como complemento de la evaluación y razonamiento clínicos, con el objetivo de lograr un diagnóstico y tratamiento adecuado para situaciones específicas. El ultrasonido en el punto de atención por proveedores no radiólogos ha adquirido gran relevancia en medios austeros o de baja disponibilidad de recursos como en las zonas rurales, debido a su accesibilidad, portabilidad, seguridad y confiabilidad en situaciones específicas. Esta modalidad de imágenes ha logrado consolidarse en la evaluación diagnóstica y como método de guía de procedimientos percutáneos. Esta revisión pretende introducir las ventajas de las aplicaciones en

el punto de atención de la ultrasonografía y presentar ejemplos de su relevancia en ambientes austeros.

## PALABRAS CLAVE

Ultrasonido, emergencias, pulmón, medicina paliativa.

## ABSTRACT

Point of care ultrasound is a form of limited echographic patient assessment carried to the patient in real-time by a provider to supplement clinical evaluation and reasoning, in order to achieve a proper diagnosis and treatment for specific conditions. Point of care ultrasound by non-radiologists has acquired great relevance in austere environments and in rural areas with low



resources because of its accessibility, portability, security and reliability in specific situations. This imaging modality has consolidated in the diagnostic evaluation and during guide of percutaneous procedures. This review aims to introduce the advantages of point of care ultrasound applications and present relevant examples in austere environments.

## KEY WORDS

Ultrasound; emergency; lung; palliative medicine.

## INTRODUCCIÓN

Desde el descubrimiento del efecto piezoelectrónico a finales del siglo XIX, el ultrasonido ha evolucionado de una herramienta para la eco-localización marítima militar en una modalidad de diagnóstico médico en su propio derecho. Esta modalidad diagnóstica por imágenes se ha expandido a través de muchas disciplinas, incluyendo cirugía vascular<sup>(1)</sup>, obstetricia y ginecología<sup>(2)</sup>, urología<sup>(3)</sup>, medicina crítica<sup>(4)</sup>, cardiología<sup>(5)</sup>, reumatología<sup>(6)</sup>, medicina paliativa<sup>(7)</sup>, medicina interna<sup>(8)</sup>, geriatría<sup>(9)</sup> medicina de emergencias<sup>(10)</sup>, anestesiología<sup>(11)</sup> y es ampliamente utilizado tanto en la adquisición de imágenes diagnósticas como durante la guía de procedimientos percutáneos.<sup>(12)</sup>

## DISCUSIÓN

### Filosofía del ultrasonido enfocado

El ultrasonido en el punto de atención se define como la ultrasonografía llevada al paciente y realizada por el proveedor en tiempo real.<sup>(13)</sup> El ultrasonido con su portabilidad actual permite su uso en ambientes no convencionales distantes a una sala de radiología, limita el uso de radiación ionizante y permite diagnosticar en tiempo real y frecuentemente con mayor seguridad que a través de la evaluación semiológica un cierto número de patologías limitadas.<sup>(14)</sup> El concepto de una evaluación *enfocada* (también ha sido descrita en la literatura como “limitada”, “dirigida” u “holística”) describe una evaluación frecuentemente dicotómica y no extensamente descriptiva como lo hacen otras disciplinas, cuyos

objetivos son diferentes. El ultrasonido enfocado en el punto de atención busca complementar la evaluación y razonamientos clínicos para lograr un tratamiento adecuado en situaciones específicas y en particular aquellas que limitan el traslado del paciente para estudios por otras especialidades, adquiriendo gran relevancia en adquiriendo gran relevancia en medios austeros o de baja disponibilidad de recursos como muchas de las zonas rurales debido a su accesibilidad, portabilidad, seguridad y confiabilidad.<sup>(15-17)</sup>

Desde el punto de vista económico, esta modalidad ha sido propuesta como una herramienta relevante en escenarios con recursos limitados<sup>(15,18)</sup> y se ha adaptado a una diversidad de ambientes hostiles como desiertos, selvas, montañas y escenarios bélicos<sup>(19-22)</sup>. La ultrasonografía permite la evaluación en tiempo real de diversidad de condiciones de alta incidencia y una correlación inmediata con la evaluación clínica semiológica y el plan terapéutico y es rápidamente repetible si la condición del paciente cambia. La implementación de programas formativos y de unidades de atención basada en el ultrasonido en el punto de atención han demostrado ser una alternativa relevante en entornos con recursos limitados<sup>(15,17,18,23-25)</sup>.

El ultrasonido en el punto de atención se utiliza en una variedad de situaciones por diferentes especialidades y sus aplicaciones pueden dividirse globalmente en las categorías de evaluaciones diagnósticas limitadas y procedimentales.<sup>(26)</sup>

### Incorporación del ultrasonido en el punto de atención

La ultrasonografía médica se desarrolló a partir del sonar utilizado en la Primera Guerra Mundial, la introducción a la medicina de la ultrasonografía fue hecha por el Dr. Ian Donald, Ginecóloga de Glasgow y en 1958 se publicaron las primeras imágenes de patología abdominopélvica, describiendo por primera vez los hallazgos ultrasonográficos de un tumor de ovario.<sup>(27)</sup> Desde este momento el ultrasonido fue adoptado como una herramienta diagnóstica en varias disciplinas médicas como la radiología y la obstetricia.<sup>(28)</sup> Aunque los médicos de otras especialidades ocasionalmente publicaban sobre aplicaciones posibles en su práctica, la ultrasonografía en el punto de atención no progresó notoriamente hasta la década de 1990 cuando se desarrollaron máquinas más compactas y asequibles.<sup>(15,26,29,30)</sup> Siendo el estudio FAST (Focused Assessment



Sonography Trauma) el primer protocolo ultrasonográfico aplicado por el médico tratante al lado de la cama del paciente, publicado por cirujanos de trauma y por muchos años el único abordaje ultrasonográfico focal, este dio pie a que se extendiera por otras áreas de la medicina. El auge en la aplicación de esta tecnología en el punto de atención (desde el escenario prehospitalario en unidades de transporte, domiciliar, y en unidades de atención intrahospitalarias) se ha vuelto evidente recientemente ante la necesidad de utilizar técnicas de imagen de rápida adquisición sin radiación ionizante que sean capaces de optimizar en forma rápida el manejo de los pacientes, para esto, la evaluación enfocada ha sido ordenada en diversos protocolos específicos adaptados a escenarios comúnmente críticos como paro cardio-respiratorio, shock, falla respiratoria, trauma, tales como SESAME (sequential echographic screening assessing mechanism or origin of a shock of indistinct cause)<sup>(31)</sup>, RUSH (Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension), FATE (Focus Assessed Transthoracic Echocardiogram), CAUSE (Cardiac Arrest Ultra-Sound Exam)<sup>(32)</sup>, ACES (Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock)<sup>(33)</sup>, FOCUS (Focus Cardiac Ultrasound), FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma)<sup>(34)</sup> y su versión extendida EFAST (extended)<sup>(35)</sup>, BLUE (Bedside Lung Ultrasound Examination)<sup>(36,37)</sup>, FALLS protocol (Fluid Administration Limited by Lung Sonography)<sup>(38)</sup> y COREscan<sup>(39)</sup>, por mencionar algunos. Estos protocolos se centran en la evaluación enfocada con el fin de dar tratamiento dirigido inmediato a un número limitado de patologías y muchos ya se han incluido en procesos formativos de residencias médicas de nuestro país.

Las primeras máquinas portátiles eran limitadas por la calidad de la imagen, pero para el 2015 muchas unidades de ultrasonido de bolsillo pueden igualar el detalle de imagen de las máquinas de mayor dimensión<sup>(40-42)</sup> y cada vez más existen unidades fácilmente desplazables incluso a un escenario extrahospitalario domiciliar<sup>(7)</sup>. Aunque el concepto de ultrasonido en el punto de atención suele describirse como novedoso, en realidad la primera publicación formal indexada en Medline sobre el tema data de 1983.<sup>(43,44)</sup> Hoy en día esta modalidad de imágenes se ha vuelto usual para guiar procedimientos por médicos no radiólogos como accesos vasculares centrales<sup>(45)</sup>, accesos vasculares centrales de inserción periférica<sup>(46)</sup>, toracentesis<sup>(47,48)</sup>, paracen-

tesis<sup>(49,50)</sup>, técnicas de anestesia regional<sup>(11,51)</sup>, punciones lumbares<sup>(52)</sup>, infiltraciones articulares.<sup>(53)</sup>

### **Limitaciones y retos formativos**

Si bien es cierto algunos posgrados en Costa Rica temprano en la evolución de la ultrasonografía adquirieron capacidades propias en ultrasonido (*e.g.* ginecología, cardiología, medicina de emergencias)<sup>(54)</sup> la mayoría de las disciplinas médicas o quirúrgicas no cuentan con programas propios de formación en este campo<sup>(55,56)</sup>, sino que muchos médicos han optado por formarse en cursos parauniversitarios o a través de autoformación, con las subsecuentes limitaciones en términos de heterogeneidad de las evaluaciones realizadas, en particular si se considera la subjetividad intrínseca del estudio de imágenes de ultrasonido, en este sentido el ultrasonido enfocado busca la simplicidad para asegurar la menor variabilidad intraobservador e interobservador y la fiabilidad de los estudios, aunque el debate de capacidades mínimas necesarias es de actualidad.<sup>(57-63)</sup>

Uno de los clínicos más reconocidos de la ultrasonografía en el paciente crítico y la persona que posiblemente más haya influido en el ámbito académico en el desarrollo de las técnicas de evaluación de patología aguda y de secuencias de evaluación hoy consideradas estándar es el Doctor Daniel Lichtenstein, un intensivista francés que integró el ultrasonido a su atención desde 1989 y durante la década de 1990 y 2000; a través de una serie de publicaciones pivotales<sup>(19,29,64-66)</sup> derivadas de su trabajo en la unidad de cuidados intensivos del hospital Ambroise-Paré en Francia. El Doctor Lichtenstein ha sentado las bases de la ultrasonografía en el paciente crítico<sup>(31,36,38,67,68)</sup>, utilizando como recurso un equipo con tecnología de 1992, el cual aún en el 2014 considera perfectamente adaptado a sus necesidades<sup>(14)</sup> y la referencia esencial de estudio es su libro de texto *Whole body ultrasonography in the critically ill*.<sup>(69)</sup>

### **Aplicaciones comunes en un escenario de recursos limitados**

En un escenario rural donde el acceso a métodos diagnósticos es limitado, la ultrasonografía en el punto de atención permite orientar en la cabecera del paciente el diagnóstico y guiar la terapia basado en la evaluación inicial, de igual manera la ultrasonografía como método de imágenes en tiempo real permite asistir al clínico en la realización de procedimientos que tradicionalmente se realizan a ciegas. Las aplicaciones de la ultrasonografía se



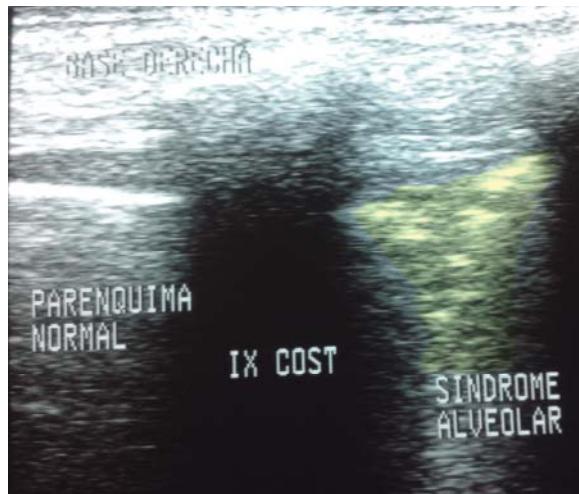
pueden dividir en dos categorías amplias: evaluación diagnóstica en el punto de atención y guía de procedimientos percutáneos.

### Evaluación diagnóstica limitada

#### Ultrasonido de pulmón

El ultrasonido ha demostrado sensibilidad igual o superior a la radiografía convencional en el diagnóstico de diversas entidades y permite la evaluación enfocada de patologías agudas graves como derrame pleural<sup>(70)</sup>, neumonías<sup>(16,71,72)</sup>, falla cardíaca<sup>(44)</sup>, neumotórax<sup>(73)</sup>, hemotórax<sup>(60)</sup>.

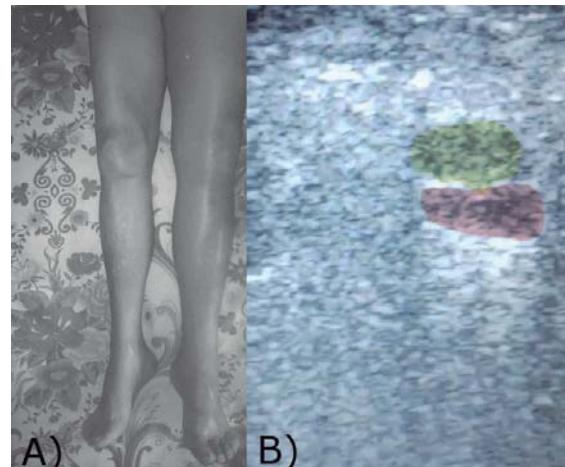
**Figura 1:** Ultrasonido que evidencia consolidación subpleural (amarillo) en contexto de una probable neumonía adquirida en la comunidad.



#### Trombosis venosa profunda

La ultrasonografía limitada permite mediante la valoración de la morfología y compresibilidad de la vena femoral común y la vena poplítea para establecer el diagnóstico de trombosis venosa profunda de miembros inferiores. Múltiples estudios han demostrado alta sensibilidad y especificidad de una evaluación limitada en el diagnóstico de trombosis venosa profunda de miembros inferiores en pacientes sintomáticos.<sup>(75-79)</sup> Aunque se reconoce que esta evaluación limitada puede no detectar situaciones excepcionales como la trombosis venosa pélvica.<sup>(80)</sup>

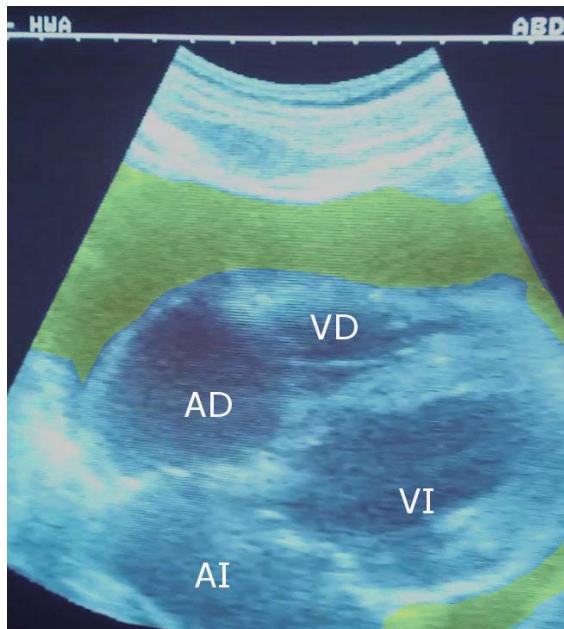
**Figura 2:** A) Fotografía de una paciente con una neoplasia activa, dolor y edema unilateral de su extremidad inferior izquierda por una trombosis venosa profunda. B) Vena femoral común (amarillo) no compresible en presencia de material hiperecogénico intraluminal. Arteria femoral (rojo)



#### Ecocardiografía limitada

La ultrasonografía enfocada transtorácica del corazón ofrece información cualitativa y cuantitativa en el abordaje de los pacientes en escenarios clínicos diversos, esta se centra en determinar la existencia de derrame pericárdico, taponamiento pericárdico, relación del ventrículo izquierdo y derecho, tracto de salida del ventrículo izquierdo, contractilidad global y vena cava. El protocolo limitado más popular es el FATE (Focus Assessed Transthoracic Echocardiography), desarrollado por el grupo de trabajo Danés del DrSloth<sup>(81)</sup>.

**Figura 3:** Vista subxifoidea del corazón. Taponamiento pericárdico en un paciente con un tumor de células germinales, se evidencia líquido intrapericárdico (amarillo) y Colapso del Ventrículo derecho. Al atrio izquierdo, VI ventrículo izquierdo, VD ventrículo derecho, AD Atrio derecho.



#### Ultrasonido de Reanimación

La ultrasonografía en este contexto posibilita poder definir un patrón ultrasonográfico de shock y permite guiar la fluidoterapia, la farmacoterapia y los procedimientos e intervenciones que se requieren realizar en la reanimación de un paciente incluso en paro cardiorrespiratorio.

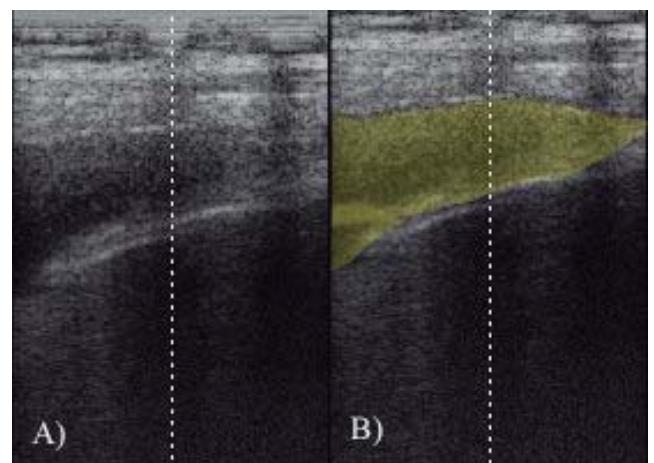
**Figura 4:** Ultrasonido FAST positivo en un paciente con trauma abdominal. Hi Hígado, RD Riñón derecho, en amarillo líquido libre.



#### Guía de procedimientos percutáneos Toracentesis

La aspiración de líquido pleural ya sea diagnóstica o terapéutica supone un riesgo de complicaciones graves como neumotórax y punción de vasos o dificultades técnicas en la evacuación en el caso de derrames pleurales loculados. La guía ultrasonográfica permite una visualización en tiempo real de sitio de punción y del avance de la aguja o catéter de aspiración, lo cual ha demostrado reducir la ocurrencia de neumotórax.<sup>(47)</sup>

**Figura 5:** Ultrasonido de pulmón que evidencia derrame pleural (coloreado en amarillo en B)



#### Paracentesis

Las paracentesis típicamente son procedimientos realizados a ciegas, sin embargo la guía ultrasonográfica permite delimitar con mayor seguridad las arterias epigástricas, su ramas, la localización de la ascitis y de estructuras viscerales o tumorales cercanas, y permite escoger un sitio de punición ideal.<sup>(50,82)</sup>

**Figura 6:A)** Ultrasonido abdominal en un paciente con cáncer de páncreas que evidencia abundante cantidad de ascitis B) en amarillo el líquido ascítico delineado.





### Accesos vasculares

Diversas asociaciones recomiendan que la inserción de accesos vasculares centrales (yugulares, subclavios) se hagan mediante visualización continua ultrasonográfica con el fin de disminuir el número de punciones para la canulación venosa y reducir el número de complicaciones mecánicas agudas potencialmente graves (punción arterial o neumotórax)<sup>(45)</sup>

**Figura 7:** A) Acceso Yugular en una paciente con una paciente obesa mórbida.  
B) Amarillo : Vena yugular interna. Rojo: arteria carótida común.



### Pericardiocentesis

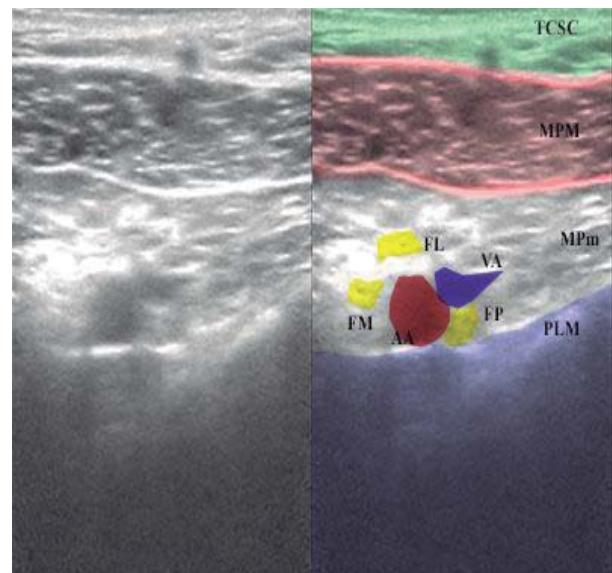
Permite hacer el diagnóstico de un derrame pericárdico y del taponamiento estableciendo la necesidad de una pericardiocentesis diferida o en tiempo real este procedimiento ofrece ventajas sobre el método tradicional pues es posible vigilar el trayecto de la aguja mientras se introduce en el pericardio y limitarla a este espacio evitando lesiones a estructuras cercanas

### .Procedimientos analgésicos en contexto de trauma

La ultrasonografía ha permitido aumentar la seguridad de procedimientos de anestesia regional como bloqueos nerviosos para los cuales la guía continua permite disminuir las dosis de fármacos y limitar complicaciones graves como neumotórax o punción vascular. (83,84,84,85)

**Figura 8:** Bloqueo infraclavicular en paciente con fractura de radio distal.

TCSC: Tejido celular subcutáneo. MPM. Músculo pectoral Mayor. MPmMúsculo pectoral menor. PLM. Pulmón. VA Vena axilar. AA. Arteria axilar. FL, FM, FP. Fascículos lateral, medial y posterior del plexo braquial.



### CONCLUSIÓN

El ultrasonido enfocado en el punto de atención en escenarios de recursos limitados se presenta como una herramienta útil, práctica, accesible y precisa para el abordaje de pacientes que requieren de una imagen en la toma de decisiones clínicas y procedimientos invasivos, haciéndolos seguros y efectivos. La implementación de esta modalidad de imágenes en la práctica médica limitada en recursos aún es incipiente en nuestro país sin embargo cada día toma más fuerza.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Auvert J-F Chleir F Coppé G et al. [Quality standards for ultrasound assessment of the superficial venous system of the lower limbs. Report of the French Society for Vascular Medicine]. J Mal Vasc. febrero de 2014;39(1):26-46.
2. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice Bulletin No. 101: Ul-



- trasonography in pregnancy. *ObstetGynecol.* febrero de 2009;113(2 Pt 1):451-61.
3. Martino P Galosi AB Bitelli M et al. *Practical recommendations for performing ultrasound scanning in the urological and andrological fields.* Arch Ital UrolAndrol Organo Uff Soc Ital Ecogr Urol E Nefrol Assoc Ric Urol. marzo de 2014;86(1):56-78.
  4. Cardenas-Garcia J Mayo PH. *Bedside ultrasonography for the intensivist.* Crit Care Clin. enero de 2015;31(1):43-66.
  5. Restrepo G Gutiérrez Fajardo P Lowenstein et al. *Guidelines for the accreditation in adult echocardiography and of the echocardiography laboratory from the Echocardiography Association of the Inter-American Society of Cardiology (ECHOIASC).* Arch Cardiol México. marzo de 2011;81(1):53-65.
  6. Cazenave T Pineda C Reginato AM Gutierrez M Pan-American League Against Rheumatisms (PANLAR) *Ultrasound Study Group. Ultrasound-guided procedures in rheumatology. What is the evidence?* J Clin Rheumatol Pract Rep Rheum Musculoskelet Dis. junio de 2015;21(4):201-10.
  7. Dhamija E Thulkar S Bhatnagar S. *Utility and potential of bedside ultrasound in palliative care.* Indian J Palliat Care. agosto de 2015;21(2):132-6.
  8. Arienti V Di Giulio R Cogliati C, Accogli E et al. *Bedside ultrasonography (US), Echoscopy and US point of care as a new kind of stethoscope for Internal Medicine Departments: the training program of the Italian Internal Medicine Society (SIMI).* Intern Emerg Med. octubre de 2014;9(7):805-14.
  9. Leone AF Schumacher SM Krotish DE Eleazzer GP. *Geriatricians' interest to learn bedside portable ultrasound (GEBUS) for application in the clinical practice and in education.* J Am Med Dir Assoc. marzo de 2012;13(3):308.e7-10.
  10. Atkinson P Bowra J Lambert M Lamprecht H Noble V Jarman B. *International Federation for Emergency Medicine Point of Care Ultrasound Curriculum.* CJEM. marzo de 2015;17(2):161-70.
  11. Narouze SN Provenzano D Peng P et al. *The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy, and the Asian Australasian Federation of Pain Societies Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided interventional pain procedures.* Reg Anesth Pain Med. diciembre de 2012;37(6):657-64.
  12. Sahlani L Thompson L Vira A Panchal AR. *Bedside ultrasound procedures: musculoskeletal and non-musculoskeletal.* Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc. 10 de junio de 2015;
  13. Kendall JL Hoffenberg SR Smith RS. *History of emergency and critical care ultrasound: the evolution of a new imaging paradigm.* Crit Care Med. mayo de 2007;35(5 Suppl):S126-30.
  14. Lichtenstein D van Hooland S Elbers P Malbrain MLNG. *Ten good reasons to practice ultrasound in critical care.* Anaesthesiol Intensive Ther. diciembre de 2014;46(5):323-35.
  15. Via G Storti E Spreafico A Melniker L Neri L. *Point of care ultrasound for sepsis management in resource-limited settings: time for a new paradigm for global health care.* Intensive Care Med. agosto de 2012;38(8):1405-7; author reply 1408-9.
  16. Chavez MA Naithani N Gilman RH et al. *Agreement Between the World Health Organization Algorithm and Lung Consolidation Identified Using Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Childhood Pneumonia by General Practitioners.* Lung. 29 de abril de 2015;
  17. Conlon R. *Teaching ultrasound in tropical countries.* J Ultrasound. septiembre de 2012;15(3):144-50.
  18. Stoltz LA Muruganandan KM Bisanzo MC et al. *Point-of-care ultrasound education for non-physician clinicians in a resource-limited emergency department.* Trop Med Int Health TM IH. 23 de marzo de 2015;
  19. Lichtenstein D Courret JP. *Feasibility of ultrasound in the helicopter.* Intensive Care Med. octubre de 1998;24(10):1119.
  20. Nations JA Browning RF. *Battlefield applications for handheld ultrasound.* Ultrasound Q. septiembre de 2011;27(3):171-6.
  21. Otto C Hamilton DR Levine BD et al. *Into thin air: extreme ultrasound on Mt Everest.* Wilderness Environ Med. 2009;20(3):283-9.
  22. Sargsyan AE Hamilton DR Jones JA et al. *FAST at MACH 20: clinical ultrasound aboard the International Space Station.* J Trauma. enero de 2005;58(1):35-9.
  23. Kesieme EB Okokhere P Eluehike S Isabu P. *Challenges in the management of iliofemoral deep vein thrombosis in a resource limited setting: a case series.* Pan Afr Med J. 2014;18:254.



24. Rotte M Fields JM Torres S Dominick C Kelly JD. *Use of ultrasound to diagnose and manage a five-liter empyema in a rural clinic in sierra leone.* Case Rep Emerg Med. 2014;2014:173810.
25. Henwood PC Mackenzie DC Rempell JS et al. *A practical guide to self-sustaining point-of-care ultrasound education programs in resource-limited settings.* Ann Emerg Med. septiembre de 2014;64(3):277-85.e2.
26. Moore CL Copel JA. *Point-of-care ultrasonography.* N Engl J Med. 24 de febrero de 2011;364(8):749-57.
27. Donald I Macvicar J Brown TG. *Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound.* Lancet Lond Engl. 7 de junio de 1958;1(7032):1188-95.
28. Donald I. *Apología: how and why medical sonar developed.* Ann R Coll Surg Engl. marzo de 1974;54(3):132-40.
29. Lichtenstein D Axler O. *Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. Prospective study of 150 consecutive patients.* Intensive Care Med. 1993;19(6):353-5.
30. Melanson SW Heller M. *The emerging role of bedside ultrasonography in trauma care.* Emerg Med Clin North Am. febrero de 1998;16(1):165-89.
31. Lichtenstein DA. *How can the use of lung ultrasound in cardiac arrest make ultrasound a holistic discipline. The example of the SESAME-protocol.* Med Ultrason. septiembre de 2014;16(3):252-5.
32. Hernandez C Shuler K Hannan H Sonyika C Likourezos A Marshall J. *C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam--a better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest.* Resuscitation. febrero de 2008;76(2):198-206.
33. Atkinson PRT McAuley DJ Kendall RJ 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 EMJ. febrero de 2009;26(2):87-91.
34. Rozycki GS Ballard RB Feliciano DV Schmidt JA Pennington SD. *Surgeon-performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients.* Ann Surg. octubre de 1998;228(4):557-67.
35. Kirkpatrick AW Sirois M Laupland KB et al. *Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST).* J Trauma. agosto de 2004;57(2):288-95.
36. Lichtenstein DA Mezière GA. *Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol.* Chest. julio de 2008;134(1):117-25.
37. Lichtenstein DA. *BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill.* Chest. junio de 2015;147(6):1659-70.
38. Lichtenstein D. *FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock.* Heart Lung Vessels. 2013;5(3):142-7.
39. Wu TS. *The CORE scan: concentrated overview of resuscitative efforts.* Crit Care Clin. enero de 2014;30(1):151-75, vi.
40. Blaivas M Brannam L Theodoro D. *Ultrasound image quality comparison between an inexpensive handheld emergency department (ED) ultrasound machine and a large mobile ED ultrasound system.* Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med. julio de 2004;11(7):778-81.
41. Liu S-C Chang W-T Huang C-H Weng T-I Ma Matthew H-M Chen W-J. *The value of portable ultrasound for evaluation of cardiomegaly patients presenting at the emergency department.* Resuscitation. marzo de 2005;64(3):327-31.
42. Trinquart L Bruno O Angeli ML Belghiti J Chatellier G Vilgrain V. *A hand-held ultrasound machine vs. conventional ultrasound machine in the bedside assessment of post-liver transplant patients.* Eur Radiol. octubre de 2009;19(10):2441-7.
43. Slasky BS Auerbach D Skolnick ML. *Value of portable real-time ultrasound in the ICU.* Crit Care Med. marzo de 1983;11(3):160-4.
44. Al Deeb M Barbic S Featherstone R Dankoff J Barbic D. *Point-of-care ultrasonography for the diagnosis of acute cardiogenic pulmonary edema in patients presenting with acute dyspnea: a systematic review and meta-analysis.* Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med. agosto de 2014;21(8):843-52.
45. Frykholm P Pikwer A Hammarskjöld F et al. *Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine.* Acta Anaesthesiol Scand. mayo de 2014;58(5):508-24.
46. Li J Fan Y-Y Xin M-Z et al. *A randomised, controlled trial comparing the long-term effects of peripherally inserted central catheter placement in chemotherapy patients using B-mode*



- ultrasound with modified Seldinger technique versus blind puncture.* Eur J Oncol Nurs Off J Eur Oncol Nurs Soc. febrero de 2014;18(1):94-103.
47. Cavanna L Mordenti P Bertè R et al. *Ultrasound guidance reduces pneumothorax rate and improves safety of thoracentesis in malignant pleural effusion: report on 445 consecutive patients with advanced cancer.* World J Surg Oncol. 2014;12:139.
48. Shojaee S Argento AC. *Ultrasound-guided pleural access.* Semin Respir Crit Care Med. diciembre de 2014;35(6):693-705.
49. Landers A Ryan B. *The use of bedside ultrasound and community-based paracentesis in a palliative care service.* J Prim Health Care. junio de 2014;6(2):148-51.
50. Sekiguchi H Suzuki J Daniels CE. *Making paracentesis safer: a proposal for the use of bedside abdominal and vascular ultrasonography to prevent a fatal complication.* Chest. abril de 2013;143(4):1136-9.
51. Marhofer P Greher M Kapral S. *Ultrasound guidance in regional anaesthesia.* Br J Anaesth. enero de 2005;94(1):7-17.
52. Shaikh F Brzezinski J Alexander S et al. *Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations: systematic review and meta-analysis.* BMJ. 2013;346:f1 720.
53. Finnoff JT Hall MM Adams E et al. *American Medical Society for Sports Medicine (AMSSM) position statement: interventional musculoskeletal ultrasound in sports medicine.* PM R. febrero de 2015;7(2):151-68.e12.
54. CENDEISSS [Internet]. [citado 21 de junio de 2015]. Recuperado a partir de: <http://www.cendeissss.sa.cr/posgrados/posgrados.htm>
55. Marik PE Mayo P. *Certification and training in critical care ultrasound.* Intensive Care Med. febrero de 2008;34(2):215-7.
56. Solomon SD Saldana F. *Point-of-care ultrasound in medical education--stop listening and look.* N Engl J Med. 20 de marzo de 2014;370(12):1083-5.
57. Sporea I. *Ultrasound for everyone - is it the right time?* Med Ultrason. marzo de 2014;16(1):3-4.
58. Sporea I. *Point of care or clinical ultrasound?* Med Ultrason. marzo de 2012;14(1):3-4.
59. Voigt J-U Prinz C. *Anywhere, anytime?* J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr. diciembre de 2011;24(12):1331-2.
60. Alpert JS Mladenovic J Hellmann DB. *Should a hand-carried ultrasound machine become standard equipment for every internist?* Am J Med. enero de 2009;122(1):1-3.
61. Bryan CS. *Tomorrow's stethoscope: the hand-held ultrasound device?* J S C Med Assoc 1975. diciembre de 2006;102(10):345.
62. Reardon R Heegaard B Plummer D Clinton J, Cook T Tayal V. *Ultrasound is a necessary skill for emergency physicians.* Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med. marzo de 2006;13(3):334-6.
63. Mayse ML. *Real-time ultrasonography--should this be available to every critical care physician?* Crit Care Med. junio de 2005;33(6):1425-6.
64. Lichtenstein D Biderman P Mezière G Geprner A. *The «sinusogram», a real-time ultrasound sign of maxillary sinusitis.* Intensive Care Med. octubre de 1998;24(10):1057-61.
65. Lichtenstein D Mezière G Biderman P Geprner A. *The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax.* Intensive Care Med. abril de 1999;25(4):383-8.
66. Lichtenstein D Mezière G Biderman P Geprner A. *The «lung point»: an ultrasound sign specific to pneumothorax.* Intensive Care Med. octubre de 2000;26(10):1434-40.
67. Lichtenstein D Mezière G Seitz J. *The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis.* Chest. junio de 2009;135(6):1421-5.
68. Lichtenstein DA Lascols N Prin S Mezière G. *The «lung pulse»: an early ultrasound sign of complete atelectasis.* Intensive Care Med. diciembre de 2003;29(12):2187-92.
69. Lichtenstein DA. *Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill [Internet].* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010 [citado 17 de marzo de 2015]. Recuperado a partir de: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-05328-3>
70. Schleder S Dornia C Poschenrieder F et al. *Bedside diagnosis of pleural effusion with a latest generation hand-carried ultrasound device in intensive care patients.* Acta Radiol Stockh Swed 1987. 1 de junio de 2012;53(5):556-60.
71. Reali F Sferrazza Papa GF Carlucci P et al. *Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children?* Respir Int Rev Thorac Dis. 2014;88(2):112-5.



72. Reissig A Copetti R Mathis G et al. *Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study.* Chest. octubre de 2012;142(4):965-72.
73. Alrajab S Youssef AM Akkus NI Caldito G. *Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis.* Crit Care Lond Engl. 2013;17(5):R208.
74. Ma OJ Mateer JR. *Trauma ultrasound examination versus chest radiography in the detection of hemothorax.* Ann Emerg Med. marzo de 1997;29(3):312-5; discussion 315-6.
75. Bernardi E. *Extended versus rapid analysis of the leg vein system: a multicenter ultrasound study (the ERASMUS study)--an interim analysis.* Pathophysiol Haemost Thromb. diciembre de 2003;33(5-6):314-8.
76. Bernardi E Camporese G Büller HR et al. *Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: a randomized controlled trial.* JAMA. 8 de octubre de 2008;300(14):1653-9.
77. Kory PD Pellecchia CM Shiloh AL Mayo PH DiBello C, Koenig S. *Accuracy of ultrasonography performed by critical care physicians for the diagnosis of DVT.* Chest. marzo de 2011;139(3):538-42.
78. Pomero F Dentali F Borretta V et al. *Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis: a systematic review and meta-analysis.* Thromb Haemost. enero de 2013;109(1):137-45.
79. West JR Shannon AW Chilstrom ML. *What is the accuracy of emergency physician-performed ultrasonography for deep venous thrombosis?* Ann Emerg Med. junio de 2015;65(6):699-701.
80. Bramante RM Raio CC. *Near-miss in focused lower-extremity ultrasound for deep venous thrombosis.* J Emerg Med. agosto de 2013;45(2):236-9.
81. Sloth E. *Echocardiography in the ICU.* Intensive Care Med. agosto de 2006;32(8):1283.
82. 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. mayo de 2005;23(3):363-7.
83. Bhoi S Sinha TP Rodha M Bhasin A Ramchandani R Galwankar S. *Feasibility and safety of ultrasound-guided nerve block for management of limb injuries by emergency care physicians.* J Emerg Trauma Shock. enero de 2012;5(1):28-32.
84. Haslam L Lansdown A Lee J van der Vyver M. *Survey of Current Practices: Peripheral Nerve Block Utilization by ED Physicians for Treatment of Pain in the Hip Fracture Patient Population.* Can Geriatr J CGJ. 2013;16(1):16-21.
85. Koscielniak-Nielsen ZJ. *Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits?* Acta Anaesthesiol Scand. julio de 2008;52(6):727-37.

## CONFLICTO DE INTERÉS Y/O AGRADECIMIENTOS

Los autores declaran que no existió ningún conflicto de interés en el presente reporte.