



TÍTULO

ECOGRAFÍA CLÍNICA APLICADA A CUIDADOS PALIATIVOS

AUTOR

Francisco Javier Galindo Ocaña

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2020

Tutor	Bosco Barón Franco
Curso	<i>Máster Universitario en Ecografía Clínica (2018/19)</i>
©	Francisco Javier Galindo Ocaña
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2019



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

MÓDULO 6. PROYECTO FIN DE MÁSTER

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Modalidad: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

TÍTULO DEL TRABAJO: ECOGRAFÍA CLÍNICA
APLICADA A CUIDADOS PALIATIVOS

ALUMNO: FRANCISCO JAVIER GALINDO OCAÑA

Máster en Ecografía Clínica.
Curso: 2018/2019



**MÁSTER EN ECOGRAFÍA CLÍNICA
MÓDULO 6. TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO ACADÉMICO: 2018/2019
MODALIDAD 2.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

ABSTRACT/RESUMEN

Fundamentos: En la última década ha surgido un gran interés en la aplicación de la ecografía a pie de cama dirigida a problemas concretos, en inglés “point-of-care ultrasound” o POCUS, y su uso se ha generalizado en la mayoría de las especialidades asistenciales, tras haberse extendido inicialmente su aplicación en el ámbito de los cuidados críticos y emergencias. En el ámbito de la medicina general, medicina interna y cuidados paliativos ha surgido un interés especial dada la naturaleza transversal de dichas especialidades, donde una herramienta como la ecografía clínica permite un apoyo inestimable para los profesionales en la toma de decisiones, para incrementar la seguridad al realizar procedimientos invasivos y en la docencia. Además, al ser la única técnica de imagen portátil y con la mejoría de la calidad de imagen de los dispositivos en la última década, este interés es aún mayor e incluso se plantean cuestiones éticas en caso de disponer de los mismos y no utilizarlos para las técnicas en que están indicados, o al contrario, preocupación por riesgos al ser utilizado por profesionales poco expertos por depender mucho del entrenamiento y práctica por el profesional. El objetivo es evitar molestias por una parte a pacientes que ya han sido ampliamente estudiados y cuyas preferencias son procurar el máximo confort. Sencillamente no sería ético realizar pruebas que pueden incomodar al paciente sin modificar el tratamiento. Sin embargo, desde el desarrollo de aparataje más pequeño, ligero y con imágenes mucho más precisas, la ecografía clínica supone un método diagnóstico inocuo, rápido y no costoso a tiempo real que puede realizarse a pie de cama y en el domicilio, y así permite evitar traslados al hospital.

Objetivos: Identificar la evidencia científica disponible sobre ecografía clínica en el ámbito de cuidados paliativos oncológicos y no oncológicos en domicilio. En caso de no encontrarse evidencia suficiente se expondrá la aplicada a cuidados paliativos genéricos.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica basada en términos Mesh y conectores booleanos en la BVSSPA. Partiendo de dichas referencias se continuó con una búsqueda manual partiendo de la bibliografía de cada artículo disponible en texto completo.

Resultados: Se encontraron 76 referencias no repetidas en la búsqueda, sobre la ecografía clínica aplicada a utilidades diagnósticas, apoyo para técnicas invasivas o docencia. Las referencias fueron revisiones narrativas sobre la extrapolación de las aplicaciones de la ecografía clínica en medicina general, o descripciones de cortas series de casos. Los nuevos dispositivos de bolsillo o portátiles la postulan como la posiblemente única técnica de imagen disponible en domicilio, puede mejorar la seguridad de las toracocentesis o paracentesis en cuidados paliativos y al igual que en otros campos médicos, de gran aplicación en docencia.

Conclusiones: No existe evidencia sobre la eficiencia de la ecografía clínica en cuidados paliativos. Las referencias disponibles asumen que se trata de una técnica prometedora al igual que en medicina general.

INTRODUCCIÓN

La atención a pacientes que permanecen en su domicilio en situación terminal supone un reto continuo, dado que los diagnósticos suelen ser sindrómicos y basados en la anamnesis y exploración física y las pruebas complementarias se realizan excepcionalmente salvo las analíticas sanguíneas.

La ecografía clínica es una prueba de imagen sonográfica, por tanto sin irradiación, realizada por el propio clínico responsable de los cuidados del paciente a pie de cama a tiempo real, trasladando el equipo en lugar del paciente, dirigida a un objetivo clínico concreto, o resolver un problema clínico puntual, de forma que el procedimiento suele durar unos 15 minutos (1). Ha sido descrita como la prolongación de la exploración física, o el estetoscopio del futuro (2). Por tanto resulta ideal para situaciones en las que prima el confort mucho más que la precisión diagnóstica como una gran fragilidad clínica o a menudo en situación terminal. Aunque la aplicación clínica de los ultrasonidos nació en 1958 (3), no alcanzó su diseminación hasta el desarrollo de aparatos portátiles, con adecuada resolución y asequibles a partir de los años 90, y en las dos siguientes décadas se desarrollaron los dispositivos portátiles hasta alcanzar una calidad próxima a la de los aparatos de mayor tamaño (2).

Ultrasonido significa frecuencia por encima de la que la audición humana puede detectar, por encima de 20000 Hz (o 20 kHz). Básicamente, un dispositivo para ecografía es un computador con el software necesario para mejorar y ajustar la imagen proporcionada por un material piezoeléctrico, o cristal de cuarzo que transforma una corriente eléctrica en una onda sónica o viceversa, de forma que las ondas reflejadas son detectadas y convertidas en corrientes eléctricas que son interpretadas. Los ultrasonidos terapéuticos emplean frecuencias para generar calor a través de ondas sónicas, más bajas que las de uso diagnóstico, que utilizan megahertzios (MHz). Dentro de dicho espectro, cuanto menor sea la frecuencia la penetración es mayor y viceversa, con frecuencias más altas se proporcionan imágenes de mayor resolución pero no alcanzan profundidad, y por ello se utilizan para estructuras más superficiales, así las sondas dermatológicas usan 100 MHz mientras que las sondas cardíacas 2-5 MHz.

Los modos de imagen de visualización existentes son el modo A, unidimensional, o B, bidimensional, también llamado ecografía en escala de grises y generado por un grupo de 128 cristales o más, Doppler, que detecta el movimiento de los fluidos y lo expresa como una imagen en rojo o azul según si se acerca o aleja del transductor, Doppler tisular, tridimensional, y tetradimensional (3). Hoy día los más utilizados son el modo B y el Doppler.

Las ventajas esenciales de esta técnica de imagen son ser síncrona, no necesitar trasladar al paciente si se utiliza un dispositivo portátil, no ser invasiva ni producir exposición a radiaciones. Los ultrasonidos penetran bien a través de fluidos y órganos sólidos pero no por hueso ni órganos con aire en su interior, que representa la principal limitación diagnóstica. El agua se aprecia como imagen que no devuelve los ecos, por tanto se ve negra, y así los quistes, el líquido ascítico, la vejiga urinaria y la vesícula biliar se aprecian de contenido negro, anecoico con refuerzo posterior, mientras los huesos, litiasis y otros objetos sólidos duros se aprecian negros con sombra sónica negra por detrás, ya que las ondas sónicas no pueden atravesarlos.

Los ultrasonidos pueden ser dirigidos en una dimensión, modo A, o en dos dimensiones, modo B, que es el más frecuentemente utilizado actualmente. Éste permite ver planos en posición sagital (longitudinal), coronal (frontal), o transversal (axial), y a veces en una combinación de dos de los previos, plano oblicuo. Un

indicador muestra el lado izquierdo en la pantalla, en todos los usos con la excepción del ecocardiograma realizado por cardiólogos, en el que se indica el lado derecho.

Las indicaciones principales de ecografía en estos casos podrían ser todas aquellos eventos intercurrentes en la evolución de la enfermedad crónica ya bien conocida y estudiada, o incluso el diagnóstico de enfermedad metastásica en paciente frágil y dependiente en el que no tiene sentido un extenso estudio diagnóstico y otras (1-5):

- Diagnósticos:
 - disnea o dolor torácico: ecografía pulmonar para descartar consolidación pulmonar por neumonía o insuficiencia cardíaca o patología intersticial (virus, fármacos quimioterápicos, linfangitis carcinomatosa), derrame pleural o neumotórax, etc.; ecocardiografía: derrame pericárdico, insuficiencia cardíaca sistólica o diastólica, valvulopatías, etc.; ecografía vascular: Doppler venoso de extremidades inferiores en enfermedad tromboembólica; ecografía de grandes vasos: vena cava inferior.
 - Dolor abdominal, oliguria/anuria, ascitis: ecografía de vesícula biliar y de vejiga urinaria (RAO), nefrolitiasis...; ecografía abdominal: metástasis o abscesos hepáticos, adenomegalias o tumoraciones, metástasis en órganos sólidos, etc; ecografía de grandes vasos: aneurisma aórtico, salida del tronco mesentérico, etc.
 - Valoración de la situación hemodinámica o volemia del paciente
 - Síndromes febriles.
 - Ayuda para procedimientos: guía para biopsia, paracentesis, toracocentesis, punción de abscesos, canalización de vías venosas centrales, etc.
 - Docencia.

Ante la amplia variedad de aplicaciones actuales, la escasa invasividad y potencial uso en domicilios por dispositivos más ligeros pero igualmente fiables, se propuso el objetivo de elaborar una revisión narrativa que resumiese los hallazgos fundamentales encontrados en la bibliografía actual referentes a uso en cuidados paliativos en domicilio, o en su caso, lo más próximo a dicho concepto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Búsqueda bibliográfica de las evidencias disponibles en ecografía clínica en pacientes en situación avanzada o terminal, preferiblemente en el domicilio de los pacientes, para proporcionarles cuidados paliativos. La metodología se basó en la búsqueda por términos Mesh en bases prefijadas y resumen de los principales hallazgos. Se efectuó una estrategia de búsqueda a través de la Biblioteca Virtual del Sistema Sanitario Público de Andalucía (BVSSPA) para las bases referenciales Current and Contents, Embase, MedLine, Tripdatabase, Doyma, Índice Médico Español, Centre for Reviews and Dissemination y Cochrane Library. Se seleccionaron las referencias que fuesen revisiones sistemáticas previas, metanálisis, ensayos clínicos aleatorizados o estudios observacionales con criterios de calidad según la Declaración Strobe (6), publicados en revistas revisadas por pares, cuyo texto completo pudo ser recuperado.

Los términos de búsqueda Thesaurus, Medical Subject Headings (MeSH), desarrollado por la U.S. National Library of Medicine se consideró adecuado el uso del descriptor “point-of-care ultrasound” o su abreviatura “POCUS”, o bien “point-of-care-echography”, “home ultrasound”, o bien sencillamente “ultrasound” o “ultrasonography”, junto con calificadores de materia (subheadings) “point-of-care-ultrasound”, “home ultrasound”, “primary care” and “ultrasound” or “echography”; combinando ambos mediante conectores booleanos “and”, “or”; p.e. echography and “primary care” o “point-of-care” and “ultrasound” or “echography” and “at home” or “primary care”, “hospital at home” or “home care” or “hospice” and “ultrasound” or “echography” or “ultrasonography”. En caso de no poder reunirse las condiciones para elaborar una revisión sistemática se procedería con una revisión narrativa.

RESULTADOS

APLICACIÓN A CUIDADOS PALIATIVOS

No se logró reunir un grupo de trabajo para elaborar la revisión sistemática. La revisión narrativa redactada se expone a continuación.

La implantación práctica de la ecografía clínica en cuidados paliativos procede de la extrapolación de las aplicaciones bien conocidas en otras especialidades, como son las urgencias y emergencias y cuidados críticos, cardiología y radiología. En dichas especialidades ya existe amplia y larga experiencia y gran dominio (1,2).

Las principales aplicaciones de la ecografía clínica en cuidados paliativos comenzaron inicialmente y continúan siendo, sobre todo, para guiar procedimientos tales como paracentesis, toracocentesis, artrocentesis o infiltración de estructuras tendinosas y otras estructuras musculoesqueléticas, dado que este tipo de dolor es muy frecuente en pacientes discapacitados por enfermedades debilitantes, además de permitir funciones diagnósticas para ayudar a la toma de decisiones, p.e. hallar la causa de un fracaso renal agudo, sobre todo en los que se sospecha causa obstructiva, o masas abdominales o lesiones ocupantes de espacio hepáticas (3-5), como terapia física para alivio del dolor a través de la producción de calor local, e incluso según algunos autores, mejorar la relación médico-paciente al poder demostrar en tiempo real el diagnóstico (3). En cuidados paliativos, las indicaciones iniciales y que aún son los usos más frecuentes, derivaron de la ecografía FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma) y FAST extendida en emergencias traumatológicas, técnica de gran efectividad y utilidad en la toma de decisiones permitiendo conocer aspectos muy relevantes en pocos minutos, dando respuesta a preguntas concretas, como la presencia de hemoperitoneo o hemopericardio, neumotórax o lesión de órganos sólidos en poco tiempo (5). La misma técnica aplicada a la cuantificación de ascitis o derrame pleural y la localización del mejor punto de evacuación, requiere muy escaso entrenamiento y resulta muy útil para reducir notablemente el riesgo de iatrogenia (7). Por esta razón facilita las paracentesis en el domicilio y reduce la necesidad de traslados al hospital porque aumenta la seguridad del procedimiento en el domicilio y disminuye la dificultad de su ejecución. En otros casos, sucede el fenómeno inverso, el paciente no presenta en realidad una ascitis significativa sino un importante volumen de las masas sólidas que simulan una ascitis importante, como la obesidad troncular,

carcinomatosis peritoneal, dolicomegacolon, síndrome de Ogilvie u otros ejemplos, y en el caso del tórax atelectasia pulmonar y gran tumoración en lugar de derrame pleural, que sin ecógrafo obligaría a repetir varios intentos de evacuación antes de desestimarla. Si es así, la ecografía distingue la ausencia de ascitis significativa y permite asegurar que ésta es la causa del fracaso de la técnica y no un abandono demasiado precoz por miedo a provocar iatrogenia, y la información al paciente o sus familiares es sincrónica, a tiempo real, evitándose el traslado para realizar pruebas radiológicas a través de la ecografía portátil (2,5).

Aunque no es precisamente la situación más frecuente, el diagnóstico de enfermedad metastásica por ecografía clínica, en un paciente que ya esté en una situación terminal por otra enfermedad como una demencia avanzada o por edad más limitación funcional importante u otros procesos, permite tomar decisiones muy importantes como una limitación de esfuerzo terapéutico y diagnóstico de entrada. En otros casos, se desaconseja utilizar la ecografía clínica como instrumento para una toma de decisiones de tal calibre, pues puede considerarse que no quede suficientemente documentada o que depende del operador y que el diagnóstico puede ser discutible, y es preferible realizar una tomografía reglada para ello. Sin embargo, en sí misma, la utilidad diagnóstica es muy alta por su gran fiabilidad la presencia de metástasis hepáticas puede detectarse con una sensibilidad del 98% y especificidad del 88%, y al inicio del diagnóstico modifica el tratamiento si se establece que el paciente se encuentra en estadio IV y no presenta indicación quirúrgica (4). Una diagnóstico de enfermedad neoplásica extensa congruente con otros datos de la anamnesis y exploratorios, permite establecer una limitación de esfuerzo terapéutico por futilidad, que en un paciente de edad avanzada puede ser suficiente; aunque debe considerarse que en otros enfermos potencialmente tratables es necesario realizar la biopsia de las lesiones, debido a la posibilidad de confusión con abscesos hepáticos, al ofrecer una imagen hipoeoica similar, obligaría a realizar más pruebas confirmatorias y biopsiar las lesiones hepáticas. La ecografía torácica permite realizar un preciso seguimiento de los derrames pleurales, que suelen coexistir en el caso de ascitis moderada o severa, y cuantificar el derrame para decidir si es necesario realizar una nueva toracocentesis (8) o en el caso de la ascitis, de la paracentesis (9). La importancia de encontrar lesiones hepáticas no sólo radica en la confirmación de metástasis, sino que también puede producirse daño hepático incluso irreversible por toxicidad farmacológica, o coexistencia de hepatitis crónica. Si existe una cirrosis hepática la posibilidad de aparición de complicaciones con tratamientos comunes como los antiinflamatorios no esteroideos o acumulación de opioides potentes puede dificultar el tratamiento, así como explicar deterioros inexplicados con encefalopatía e ictericia. La sensibilidad y especificidad para diagnóstico de lesiones hepáticas por médicos de familia a través de ecografía clínica es del 86,1% (IC 95% 79,6-92,6) y 95,7% (IC 95% 91,9-99,6) respectivamente (10), y para detección de cirrosis hepática la sensibilidad es del 94,2% y especificidad del 88,6%, con valor predictivo positivo del 92,4% y valor predictivo negativo del 92%. La detección de una hipertrofia del lóbulo caudado permite incrementar la especificidad al 96% pero con una sensibilidad del 63%, para unos límites cut-off diámetro anteroposterior mayor de 35 mm y craneocaudal de más de 50 mm. Sin embargo, la sensibilidad es muy elevada si se detectan signos de hipertensión portal, siendo signos directos la dilatación de la vena porta por encima de 13 mm, la vena esplénica > 12 mm y la vena mesentérica > 11 mm, que tienen

una sensibilidad cercana al 100%, con una especificidad del 58%. La ausencia de dilatación de la vena porta no descarta la presencia de hipertensión portal, pero una variabilidad inferior al 10% en el calibre de las venas esplénica y mesentérica con los movimientos de la inspiración y espiración rinden una especificidad tan alta como un 97% (sensibilidad del 65%), y el signo más específico de hipertensión portal es la presencia de colaterales venosas portosistémicas (especificidad del 100%, sensibilidad del 65%). Signos indirectos de hipertensión portal son la esplenomegalia, ascitis, derrame pleural y pared vesicular engrosada, que si están presentes facilitan el diagnóstico.

Para el diagnóstico de posible enfermedad de las vías biliares la ecografía clínica presenta una validez diagnóstica igual o mejor a la del parénquima hepático, incluso aunque sea realizada por médicos no radiólogos, a pie de cama y en el ámbito de urgencias, con una sensibilidad del 89,9% y especificidad del 88%, que permiten reducir los costes, tiempo de estancia y rapidez en la toma de decisiones de procesos potencialmente letales como una colangitis o que pueden ser muy graves como una colecistitis aguda, cuyo diagnóstico no debe retrasarse, so pena de perder la ventana quirúrgica y además, al pasar más tiempo, correr más riesgo de sepsis biliar (10). Para mejorar la visualización de las vías biliares es esencial que el paciente haya estado en ayuno al menos 6 horas antes de su realización para que estén bien replecionadas y la vesícula bien distendida. El colédoco se sitúa por delante de la vena porta y junto a la arteria hepática, muy próximo a ambas, pero puede utilizarse el Doppler pulsado para distinguirlos. En condiciones normales los conductos biliares intrahepáticos no se ven, y por tanto su visualización es signo de patología (dilatación de vías biliares intrahepáticas). La vesícula biliar mide menos de 4-5 cm de diámetro transversal y menos de 10 cm de diámetro longitudinal, aunque el fondo de la vesícula es difícil de localizar o visualizar, a través de repetidos y distintos cortes oblicuos.

El páncreas es una estructura retroperitoneal no encapsulada, situación en buena parte detrás del estómago, que suele contener gas o alimentos (motivo por el que es preferible un ayuno de 8 horas al menos), y por estos motivos resulta más difícil de encontrar en la ecografía, pero en muchas ocasiones es posible encontrarlo en el epigastrio con el transductor convexo y realizando cortes transversales, longitudinales y oblicuos, en el transversal se puede hallar un corte longitudinal del órgano, por detrás del lóbulo hepático izquierdo en parte y por delante de la confluencia esplenoportal, con la vena esplénica, la arteria mesentérica superior y la aorta, entre las cuales circula la vena renal izquierda que desemboca en la vena cava. Mediante un corte oblicuo en epigastrio puede encontrarse la cola pancreática, dirigiendo la sonda hacia el hombro izquierdo del paciente, o incluso desde el flanco izquierdo utilizando como ventana acústica el bazo. La cabeza pancreática mide menos de 3 cm y el cuerpo y cola 2,5 cm. El conducto de Wirsung oscila entre 1,5 mm de diámetro máximo en la cola y 3 mm de diámetro máximo en la cabeza. Las enfermedades pancreáticas son mucho más difíciles de diagnosticar e incluso identificar, sobre todo la pancreatitis crónica y los tumores, que obligan generalmente a utilizar técnicas complementarias, pero no es imposible identificar calcificaciones asociadas a la pancreatitis crónica enélica, quistes o dilatación de la vía biliar junto a la dilatación del conducto de Wirsung, o bien hiper o hipoecogenicidad o alteraciones de los márgenes de la glándula que hablan de algún proceso local, y

puede no ser tan difícil diferenciar entre un proceso inflamatorio de una neoplasia y sobre todo de un páncreas sano.

Pese a su potencial utilidad e inocuidad sin necesidad de irradiación y bajo coste, y la recomendación por la mayor parte de las sociedades científicas de las especialidades clínicas y creciente evidencia disponible, existen barreras que dificultan la diseminación de la ecografía en cuidados paliativos, especialmente en países en vías de desarrollo, debido a la necesidad de una inversión en aparataje y entrenamiento de los profesionales. Es esencial al menos un mínimo entrenamiento inicial de los profesionales, que evite el temor a errar o simplemente perder el tiempo cuando comienza a utilizarse. Una forma de solucionarlo es integrar radiólogos en el equipo durante los primeros tiempos con objeto de preparar al resto de profesionales (5). Incluso estudiantes de medicina pueden adquirir rápidamente habilidades prácticas diagnósticas con rapidez (3), estudiantes de primero de medicina pudieron en un curso de 18 horas para comenzar a utilizar ecocardiografía superar en aciertos diagnósticos a cardiólogos expertos que no disponían de la técnica, sólo anamnesis y propedéutica, pese a todos sus conocimientos y habilidades adquiridas durante años para la anamnesis y exploración física (11-13).

RIESGOS Y LIMITACIONES

La ecografía clínica es una técnica altamente dependiente del operador, de su entrenamiento y habilidades, que a su vez dependen de las posibles barreras para el entrenamiento y práctica que puedan existir para aprender y utilizar los dispositivos, como el entrenamiento, preferiblemente desde la facultad de Medicina, el coste elevado de los dispositivos ecográficos, en particular de las sondas transductoras, y el tiempo requerido para el aprendizaje y para mantener un buen nivel de utilización, pues se sabe que se pierde con el tiempo. Se recomienda plantear una pregunta clínica antes de contestarla con el ecógrafo, además es necesario conocer las limitaciones de la técnica (p.e. los artefactos que pueden aparecer), las diferencias entre ventanas ecográficas, física de los ultrasonidos (alta frecuencia menor penetración y baja frecuencia mayor penetración en profundidad pero menor claridad de imagen) y una buena coordinación de mano-ojo-cerebro para manipular el transductor y optimizar la calidad de la imagen. La interpretación de las imágenes del POCUS requiere habilidades que son independientes de las necesarias para la exploración física, y aun más importante capacidad para integrar las imágenes con el resto de datos clínicos para guiar la toma de decisiones, y solamente así se puede extraer todo el potencial de esta innovación tecnológica.

Existen indicaciones en las que sea un médico de familia o generalista el profesional responsable, mayoritariamente al principio del proceso diagnóstico, en el área de urgencias y cuidados críticos o al final en situación avanzada y consultas o plantas convencionales o unidades para enfermos en situación terminal, también con alta participación de médicos de familia e internistas aplicando cuidados paliativos. Para estos profesionales, con mayor generalismo intrínseco a su especialidad, se ha encontrado que pueden presentar mayor riesgo de falsos positivos, sobre todo en la detección de alteraciones cardíacas y abdominales, con un 4-33% y 0,5-9,9% de falsos positivos respectivamente (10,14), si bien los porcentajes más elevados de falsos positivos aparecen en el screening de lesiones carotídeas (18%) y aórticas

(21,4%) (15,16), así como el carcinoma renal, donde el porcentaje de falsos positivos fue tan alto como un 93%, por confusión con lesiones benignas como los angiomiolipomas, sin dificultad para un radiólogo experto o a través de otra técnica como la tomografía. En cambio, los falsos negativos son muy raros, un 0,02-2,3%, con la excepción de los ecocardiogramas, pues en algunos estudios se han descrito hasta un 8,7% de falsos negativos, lo cual no es difícil de comprender dada la mayor dificultad y necesidad de entrenamiento (16).

Hay enfermos en los que resulta muy difícil identificar las estructuras que se desea estudiar, la llamada “mala ventana”, por enfisema, obesidad o interposición de gas (p.e. en un Chilaiditi), que impedirán la imagen de la ecocardiografía, pulmonar o de vías biliares, hígado y riñones por una mala ventana (1).

En las encuestas de satisfacción realizadas a pacientes en los que se realizaron ecografías clínicas fue muy elevada según las publicaciones al respecto, pues percibían mejor acceso a pruebas diagnósticas, además muy poco molestas y con reducción de tiempos de espera, así casi un 70% declaró percibir una satisfacción muy alta (10). En cuanto a los costes, pese a existir escasas evaluaciones económicas, se hallaron unos costes muy inferiores a otras técnicas diagnósticas y el 83% de los pacientes estaban dispuestos a pagar costes extra para que se les realizase un estudio ecográfico por el médico general. En cuanto a la calidad de los estudios realizados, parece que la precisión diagnóstica se asocia de forma directamente proporcional a la búsqueda de problemas clínicos más sencillos, con exámenes menos extensos que requieren menos tiempo, mientras que un examen completo multiórgano puede requerir una preparación más amplia y generar falsos positivos y negativos, por lo que se recomienda focalizar el estudio en cuestiones concretas (16).

Las guías disponibles de práctica clínica para la ecografía clínica hoy día son mayoritariamente basadas en datos procedentes de enfermos hospitalizados, no en atención ambulatoria y menos aún en domicilio (18-20).

DOCENCIA

Las instituciones universitarias occidentales están incorporando programas de formación mediante ecografía como una herramienta valiosa para el aprendizaje de la anatomía, fisiología y patología desde los primeros cursos de Medicina, y parecen obtenerse excelentes resultados con gran satisfacción por parte de los estudiantes y profesores en los estudios y ensayos ejecutados (21-26). También en España existen publicaciones (10,15,26,27) y recomendaciones de las sociedades científicas (1,27,28) sobre cómo y cuánto debe enseñarse ecografía clínica, y así en la Sociedad Española de Medicina Interna existe un grupo de trabajo sobre ecografía clínica que elabora una revista trimestral (1,26), y la Sociedad Española de Medicina General y Sociedad Española de Ecografía han creado recientemente la publicación EuroEco.

Aunque la ecografía es una técnica muy dependiente del observador de modo que su experiencia es el principal factor que influye en la fiabilidad, en determinados usos

como la detección de colelitiasis la sensibilidad de la ecografía clínica asciende al 89,8% y la especificidad al 88% realizada por médicos no radiólogos en el ámbito de emergencias (29,30). La concordancia de la ecografía clínica hepática realizada por médicos de familia con la ecografía hepática reglada por un radiólogo tan alta como para alcanzar un índice kappa de 0,89 (10).

Asimismo se está introduciendo la ecografía clínica dentro del curriculum formativo de los especialistas en formación de la mayoría de especialidades asistenciales (31,32). Para optimizar el aprendizaje, las guías de práctica clínica al respecto recomiendan combinar enseñanzas teóricas y prácticas supervisadas, seguidas de evaluación de los conocimientos aprendidos, así como un número mínimo de exploraciones como garantía de un aprendizaje práctico real.

Se ha considerado una amplia variedad de métodos pedagógicos, pero no se ha podido comparar todas las técnicas entre diferentes modalidades de ecografía clínica, tan diferentes entre sí. Es muy diferente el tiempo necesario para adquirir el aprendizaje y las habilidades necesarias para realizar un estudio focalizado como el protocolo FAST o un área anatómica como la aorta, tiroides o la piel que el que se necesita para la ecografía abdominal o ecocardiografía, tanto como entre 4 y 320 horas, y por supuesto el nivel de calidad alcanzado también varía mucho (14, 25, 31, 32-34), desde el diagnóstico de un área anatómica concreta como la aorta, para la cual es suficiente con unas horas de formación puede alcanzarse un excelente nivel de habilidad y conocimientos (34), mientras que las necesarias para ejecutar una ecocardiografía de un nivel suficiente para la evaluación dinámica, funcional y patológica del corazón, o para una exploración abdominal completa, puede necesitarse meses (14). Por otra parte, se ha demostrado que es más efectivo dosificar la información y poner ejemplos prácticos, de forma que pueda asimilarse el máximo posible en cada sesión didáctica, mientras que si se pretende introducir demasiada información de una vez, el porcentaje asimilado será mucho más reducido.

El tiempo necesario para que médicos de atención primaria logren un nivel aceptable en el uso de ecografía clínica, según áreas anatómicas, se estima (14):

- Pulmonar: menos de 10 minutos
- Cardíaca: 5-18 minutos
- Abdominal: de menos de 5 a 12 minutos
- Aórtica: inferior a 10 minutos
- Ginecológica u obstétrica: inferior a 10-15 minutos
- Musculoesquelético: 1-20 minutos
- Otras áreas: inferior a 10-15 minutos.

El tiempo de entrenamiento para las distintas indicaciones por áreas anatómicas son (14):

- Pulmonar: 4-43 horas
- Corazón: 4-320 horas
- Abdominal: 4-320 horas
- Aórtica: 2-43 horas
- Ginecológica/obstétrica: 8-320 horas
- Musculoesquelética: 16-320 horas

- Otras áreas: 19-320 horas.

ECOGRAFÍA PARA GUIAR TÉCNICAS INVASIVAS

La ecografía se puede utilizar para guiar las paracentesis (35-39) o toracocentesis (40-43), especialmente si la punción a ciegas fracasa, o si existen depósitos sólidos o loculaciones, o si coexiste obstrucción intestinal maligna, reduciendo el riesgo de hemorragia o neumotórax respecto a la punción a ciegas y ahorrando número de punciones al dirigir a la bolsa de mayor contenido.

En caso de pronóstico de supervivencia inferior a 4 meses y frecuente recurrencia, se plantea la colocación de un catéter peritoneal, que con una estancia mínima, 24 horas, puede evitar el dolor y molestias causadas por los traslados al hospital (44,45).

En pacientes con dolor difícil, los bloqueos nerviosos tanto periféricos como de troncos nerviosos, o articulares pueden ser efectivos y facilitados por guía con ecógrafo (5). El bloqueo del plexo celiaco guiado por ecografía es factible y permite el alivio de dolores muy severos como en carcinoma pancreático (46-50). La neurolisis del plexo hipogástrico superior puede realizarse a pie de cama y resulta muy efectiva en cánceres de recto o cervix (48-50).

Además, en comparación con la analgesia con opioides potentes por vía sistémica, se necesita dosis más bajas de éstos y mayor efectividad (50).

Otras formas diversas de infiltración de tejidos blandos guiadas por ultrasonidos son útiles para aliviar dolor local y dolor neuropático de forma segura en algunos casos, no costosa y a pie de cama, reduciendo la necesidad de analgésicos sistémicos, si bien en las múltiples revisiones de la Biblioteca Cochrane no se han encontrado evidencias que apoyen su uso en múltiples trastornos musculoesqueléticos.

En las personas de edad avanzada o muy avanzada es muy prevalente el dolor musculoesquelético (51), y posiblemente mucho más en aquéllos con cáncer en situación terminal, pese a que suele prestársele menor atención respecto al dolor provocado por las metástasis de forma directa. Estos pacientes más frágiles y con polifarmacia pueden sufrir de eventos adversos y la infiltración de estructuras musculoesqueléticas o articulaciones con artrosis pueden beneficiarse de una técnica con mayor seguridad y efectividad (52).

También los pacientes con hemiparesia por ELA, ictus o lesiones ocupantes de espacio cerebrales pueden presentar capsulitis adhesiva que incrementa el sufrimiento y el grado de dependencia al reducir aún más su movilidad y el dolor. Realizar un diagnóstico diferencial adecuado, entre una bursitis, tendinitis o capsulitis, infiltrar correctamente la lesión y evitar yatrogenia son ventajas de guiar el procedimiento por ecografía clínica demostradas en ensayos clínicos bien diseñados (53-55).

En estos pacientes discapacitados y en situación terminal, con dolor crónico que además se exacerba con los traslados por la manipulación, transporte, cambios de posición, al movilizar las articulaciones con rigidez dolorosa que puede ser muy intensa, trasladarse al hospital puede resultar una experiencia muy traumática y dolorosa. Cualquier oportunidad de tratamiento en el propio domicilio o institución debería ser aprovechada para mejorar su calidad de vida, incluyendo la posibilidad de realizarse pruebas de imagen en la propia vivienda, que les proporciona tranquilidad y son técnicas que obtienen gran satisfacción sobre todo al evitar traslados al centro sanitario (56).

Otra técnica que viene imponiéndose asociada a la ecografía clínica en los últimos años es la canalización de vías centrales y periféricas intermedias, como la yugular externa, que puede ser difícil a ciegas, pero fácil de canalizar gracias a la guía por ecografía clínica, y de hecho es una técnica cada vez más frecuente de uso por enfermería (57). La enorme ventaja que ofrece es que puede permitir evitar la necesidad de canalizar una vía central (58) o en caso de no ser posible obtener otro acceso venoso (59). Además ofrece un gran incremento de la seguridad al dejar de ser una técnica ciega, de modo que en la última década se ha impuesto la canalización de vías centrales en los servicios de emergencias, cuidados críticos e intensivos y en anestesia, demostrándose en múltiples metanálisis la disminución de eventos adversos a un 20% de las realizadas sin guiar, una reducción de los fracasos de canalización (58-62).

Otras modalidades que utilizan directamente los ultrasonidos para generar calor, que no deben confundirse con la ecografía clínica, aunque son prometedoras en cuidados paliativos es la cirugía por ultrasonidos guiada por resonancia magnética, para tratar metástasis óseas, que es la primera causa de dolor en pacientes con cáncer, aunque en series con pequeñas muestras (63). Aún más prometedor para cuidados paliativos son los ultrasonidos focalizados de alta intensidad, conocidos también como cirugía por ultrasonidos, que se utilizan para generar altas temperaturas en pequeñas áreas titulares de forma no invasiva, incluso en tumores cerebrales (64-65). Otro uso ha sido para reducir el linfedema tras carcinoma de mama, apreciándose reducción del volumen, en comparación con el tratamiento de presión mecánica (66).

La ecografía abdominal puede diagnosticar la permeabilidad de una endoprótesis biliar con mayor precisión que una tomografía computerizada, ya desde 1986 (67). Una apendicitis aguda, con el órgano redondeado, engrosado por encima de 6 mm de diámetro, una pared de más de 1,7 mm de serosa a mucosa, que se observan hiperecoicas, más signos de inflamación secundaria periapendicular, líquido libre, apendicolito o hiperemia de la pared apendicular. Si hay perforación, puede observarse un flemón o un absceso, y el apéndice se descomprime (7).

Para el estudio del englobamiento ureteral o la obstrucción del tracto urinario inferior por neoplasias que afecten directamente pelvis o por adenopatías retroperitoneales, la ecografía puede permitir la nefrostomía percutánea bien la cistostomía suprapúbica (42,68).

El dolor de espalda afecta a un importante porcentaje de población general, tanto en dolor como en limitación funcional, y los pacientes en situación terminal no están menos afectados sino más. Ensayos clínicos recientes han demostrado la utilidad de la infiltración de glucocorticoides de las sacroiliacas y el espacio epidural lumbar (69,70).

Para enumerar las indicaciones de la ecografía clínica para pacientes en situación terminal, o ecografía clínica para cuidados paliativos, bien podrían ser las enumeradas en la tabla 1, tomadas del "Documento de posicionamiento sobre la incorporación de la ecografía clínica en los servicios de Medicina Interna" modificado para pacientes en situación terminal (1).

Correlación entre la exploración física y los hallazgos de la ecografía clínica
Según el dato clínico, el valor diagnóstico de la ecografía clínica o POCUS va a ser mayor o menor, son datos muy interesantes porque permiten comparar la exploración física con la capacidad diagnóstica de la ecografía clínica a cargo de médicos generalistas e internistas (71).

En la exploración pulmonar, para el derrame pleural, mientras la percusión torácica permite una sensibilidad del 89% y especificidad del 81% (cociente de probabilidad positivo, CPP, del 4,8 y negativo, CPN, 0,1), por ecografía se puede ver el derrame con una sensibilidad del 93% y especificidad del 96% (CPP 23 y CPN 0,07). El edema pulmonar se detecta en exploración como crepitantes, con una sensibilidad del 19 al 64% y especificidad del 82 al 94% (CPP 3,4 y CPN no significativo), mientras en la ecografía se aprecian líneas B bilaterales con una sensibilidad del 94% y especificidad del 92% (CPP 10,4 y CPN 0,06).

La neumonía puede identificarse en la exploración como roncus, con una sensibilidad del 14% y especificidad del 96% (CPP 3,3 y CPN no aplicable), egofonía (S 4-16%, E 96-99%, CPP 4,1, CPN NA) o crepitantes (S 19-67%, E 36-94%, CPP 1,8, CPN 0,8), y en la ecografía como un patrón de consolidación con sensibilidad del 94-95% y especificidad del 90-96% (CPP 13,5 y CPN 0,06 respectivamente).

En cuanto a los signos de enfermedad cardíaca, una fracción de eyección inferior al 50% se identifica con un tercer tono a la auscultación (S 11-51% E 85-98%, CPP 3,4 CPN 0,7), en la ecografía como una disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, con S 84-91%, E 85-88% y CPP 6,5 y CPN 0,14. La insuficiencia cardíaca congestiva con crepitantes auscultatorios (S 12-23% E 88-96%, S y E no significativos), que en ecografía se aprecian como líneas B o colas de cometa (S 97% E 95%, CPP 19,4 CPN 0,03), o como ingurgitación yugular con S 10-58%, E 96-97%, CPP 3,9 y CPN no significativo. En la ecografía ésta se aprecia para una presión venosa central por encima de 10 mm Hg con vena cava inferior mayor de 2 cm S 73% E 85%, CPP 4,9 CPN 0,32 y si el índice de colapsabilidad de vena cava inferior es menor del 50% S 87% E 82%, CPP 4,8 y CPN 0,16; en caso de un reflejo hepatoyugular positivo S 55-84% E 83-98%, CPP 8,0 y CPN 0,3 y edemas S 10% E 93-96% (coeficientes de probabilidad no significativos), que en la ecografía se corresponderían con una presión venosa central inferior a 10 mm Hg con vena cava inferior menor de 2 cm

con S 85% E 81%, CPP 4,4 y CPN 0,2, pero si el índice de colapsabilidad de vena cava inferior es mayor del 50%, S 47% E 77% CPP 2,1 y CPN 0,7.

En abdomen, la hepatomegalia se aprecia por percusión con S 61-92%, E 30-43%, CPP y CPN no significativos, y por palpación con S 39-71% E 56-85% y CPP 1,9 CPN 0,6, y en la ecografía la S 82% E 90% CPP 8,2 y E 0,2. La esplenomegalia igualmente se identifica por percusión con una S 25-85% E 32-94%, CPP 1,7 CPN 0,7, y por palpación con S 18-78%, E 89-99%, CPP 8,5 y CPN 0,5 y en ecografía la S es del 100%, E 74%, CPP 3,8 y CPN 0.

El volumen de la vejiga urinaria por encima de 400 cc puede apreciarse por palpación con S 82% E 56%, CPP 1,9 y CPN 0,3, mientras en ecografía clínica se observa un globo con volumen por encima de 600 cc (asumido si el diametro transversal supera los 9,7 cm) con S 96% E 75% CPP 3,84 y CPN 0,05.

La ascitis se aprecia en la exploración por flancos prominentes con S 73-93% E 44-70% CPP 1,9 y CPN 0,4, y matidez cambiante S 60-87% E 56-90% CPP 2,3 y CPN 0,4, mientras en la ecografía se puede ver con S 96% E 82% CPP 32 y CPN 0,04.

La trombosis venosa profunda de miembros inferiores se identifica a la exploración física con tumefacción gemelar S 61-67% E 69-71% CPP 2,1 CPN 0,5, signo de Homans S 10-54% E 39-89% y coeficientes de probabilidad no significativos, y en la ecografía clínica por compresión venosa con S 96% E 97% CPP 32 y CPN 0,04 (71).

Tabla 1 Competencias e indicaciones de la ecografía clínica en el entorno clínico cuidados paliativos

a) Ecografía abdominal:

- Cuantificación de líquido ascítico y guía para el mejor acceso disponible para la paracentesis evacuadora, especialmente en casos difíciles, con ascitis tabicada, con contenido anormal o carcinomatosis peritoneal o hipertensión portal importante
- Estudio de lesiones ocupantes de espacio en hígado
- Guía para neurectomía de plexo celiaco e hipogástrico y otras neurectomías.

b) Ecocardiografía:

- Estimación de dimensiones de cavidades cardíacas: aurícula izquierda, septo interventricular, aurícula y ventrículo derecho y aorta ascendente; valoración del enfermo con insuficiencia cardíaca clínica: edemas, ortopnea y disnea progresiva de esfuerzos o reposo.
- Valoración de la función ventricular izquierda y derecha; utilidad de la ecografía en la valoración del paciente con sospecha de insuficiencia cardíaca
- Detección y estimación de gravedad del derrame pericárdico; diagnóstico de taponamiento
- Identificación de posibles valvulopatías significativas
- Estimación de la volemia y presión venosa central: vena cava inferior, venas suprahepáticas

c) Ecografía urológica y genital:

- Estudio del fracaso renal agudo de probable causa obstructiva: globo vesical vs. hidronefrosis.
- Hidrocele, metástasis testiculares
- d) Ecografía pulmonar/torácica:
 - Causas de disnea como derrame pleural, neumotórax, linfangitis carcinomatosa y condensaciones pulmonares (neumonía).
 - Guía para la toracocentesis, sobre todo si es difícil o está loculada.
- e) Ecografía vascular:
 - Invasión tumoral de grandes vasos
 - Detección de trombosis venosa profunda
 - Guía para acceso de vías centrales (en pacientes con buen pronóstico) e intermedias
- e) Ecografía de piel y partes blandas:
 - Infecciones incluyendo abscesos, letálides
- f) Procedimientos invasivos con control ecográfico:
 - Canalización de vías centrales y periféricas, toracocentesis, paracentesis y artrocentesis
 - Infiltración muscular, articular y de ligamentos
- g) Ecografía multiórgano:
 - Valoración de la enfermedad tromboembólica venosa
 - Localización de metástasis en cualquier ubicación accesible como el globo ocular, adenopatías, pelvis y área genital, etc.

POSIBILIDADES PARA EL FUTURO

Las primeras investigaciones sobre ecografía clínica se centraban en la precisión diagnóstica en comparación con la ecografía convencional o la ecocardiografía realizada por cardiólogos (71), y ya se sabe que en algunos procesos como el neumotórax (72), la ascitis el derrame pleural o la trombosis venosa profunda se alcanza una precisión diagnóstica similar, pero son aún escasos los estudios que han comparado la diferente forma de plantear los problemas clínicos si se emplea o no la ecografía clínica, aunque en esos pocos ensayos clínicos se ha demostrado la superioridad de ofrecida por este instrumento respecto a no disponer del mismo (71).

Así, en los últimos 15 años los trabajos al respecto se han centrado en los resultados clínicos finales en salud más que resultados intermedios, como la comparación con otras técnicas diagnósticas o de apoyo, y se ha demostrado una reducción de las complicaciones asociadas a procedimientos como la canalización de vía central (menos punciones arteriales), toracocentesis (menos neumotórax), y paracentesis (menos hemoperitoneos), así como una menor estancia a causa de la prevención de dichas complicaciones (73). La disyuntiva no obstante no es falaz, pues si se intensifica la investigación en lograr mejores resultados en salud, serán los ecografistas más expertos los que realizarían todas las ecografías, para no perder resultados, mientras que si el foco se ubica en extender la formación y las habilidades en mejores y nuevas técnicas, el entrenamiento y la preparación de nuevos participantes será mayor. Sin embargo, resulta paradójico que en la mayoría de instituciones sanitarias no se haya diseminado al 100% el uso de ecografía para

guiar procedimientos según recomiendan las guías de práctica clínica actuales basándose en los resultados de múltiples ensayos clínicos aleatorizados y metanálisis, p.e. para la colocación de catéteres venosos centrales y que en muchas de las instituciones, como los hospitales universitarios, mientras los estudiantes o especialistas en formación están utilizando la ecografía clínica de forma sistemática, los especialistas ya expertos aún no se han logrado integrar en las nuevas técnicas, viéndose presionados para formarse con prontitud para no quedarse atrás respecto a sus teóricos acólitos (71).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Torres Macho J, García Sánchez FJ, Garmilla Ezquerro P, Beltrán Romero L, Canora Lebrato J, Casas Rojo JM, et al. Documento de posicionamiento sobre la incorporación de la ecografía clínica en los servicios de Medicina Interna. *Rev Clin Esp.* 2018;218:192-8.
- (2) Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Eng J Med.* 2011;364:749-57
- (3) Donald I, Macvicar J, Brown TG. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. *Lancet.* 1958;1:1188-95.
- (4) Chernack B, Knowlton SE, Kohler MJ. The use of ultrasound in palliative care and hospice. *Am J Hospice & Palliat Med.* 2017;34:385-91.
- (5) Dhamija E, Thulkar S, Bhatnagar S. Utility and potential of bedside ultrasound in palliative care. *Indian J Palliat Care.* 2015;21:132-6.
- (6) Von Elm, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Van-denbroucke JP, en nombre de la Iniciativa STROBE. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit.* 2008;22:146-52.
- (7) Mariani PJ, Setla JA. Palliative ultrasound for home care hospice patients. *Acad Emerg Med.* 2010;17:293-96.
- (8) Eibenberger KL, Dock WI, Amman ME, et al. Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology.* 1994;191:681-4.
- (9) Landers A, Ryan B. The use of bedside ultrasound and community-based paracentesis in a palliative care service. *J Prim Health Care.* 2014;6:148-51.
- (10) Sánchez Barrancos IM, Vegas Jiménez T, Alonso Roca R, Domínguez Trislancho D, Guerrero García FJ, Rico López MC, et al. Utilidad y fiabilidad de la ecografía clínica abdominal en medicina familiar (1): hígado, vías biliares y páncreas. *Aten Primaria.* 2018;50:306-15.
- (11) Decara JM, Kirkpatrick JN, Spencer KT, Ward RP, Kasza K, Furlong K, et al. Use of hand-carried ultrasound devices to augment the accuracy of medical student bedside cardiac diagnoses. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005;18:257-63.
- (12) Kobal SL, Trento L, Baharami S, Tolstrup K, Naqvi TZ, Cercek B, et al. Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. *Am J Cardiol.* 2005;96:1002-6.
- (13) Stokke TM, Ruddox V, Sarvari SI, Otterstad JE, Aune E, Edvardsen T. Brief group training of medical students in focused cardiac ultrasound may improve diagnostic accuracy of physical examination. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27:1238-46.

- (14) 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.
- (15) Sisó-Almirall A, Kostov B, Navarro González M, Cararach Salami D, Pérez Jiménez A, Gilabert Solé R, et al. Abdominal aortic aneurysm screening program using hand-held ultrasound in primary healthcare. *PloS One*. 2017;12:e0176877.
- (16) Evangelista A, Galuppo V, Méndez J, Evangelista L, Arpal L, Rubio C, et al. Hand-held cardiac ultrasound screening performed by family doctors with remote expert support interpretation. *Heart*. 2016;102:376-82.
- (17) American Academy of Family Physicians. Recommended curriculum guidelines for family medicine residents: point of care ultrasound. AAFP Reprint No. 290D. https://www.aafp.org/dam/AAFP/documents/medical_education_residency/program_directors/Reprint290D_POCUS.pdf. Published Dec 2016. Accessed Apr 27, 2018.
- (18) Reports from the Spanish Agency for Health Technology Assessment (AETS). Ultrasonography in primary health care. *Int J Technol Assess Health Care*. 1999;15:773-7.
- (19) Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al.; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38:577-91.
- (20) Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26: 567-81.
- (21) Rao S, van Holsbeeck L, Musial JL, Parker A, Bouffard JA, Bridge P, et al. A pilot study of comprehensive ultrasound education at the Wayne State University School of Medicine: a pioneer year review. *J Ultrasound Med*. 2008;27:745-9.
- (22) Knobe M, Carow JB, Ruesseler M, Leu BM, Simon M, Beckers SK, et al. Arthroscopy or ultrasound in undergraduate anatomy education: a randomized cross-over controlled trial. *BMC Medical Education*. 2012;12:85.
- (23) Shapiro RS, Ko PK, Jacobson S. A pilot project to study the use of ultrasonography for teaching physical examination to medical students. *Comput Biol Med* 2002; 32:403–9.
- (24) Fodor D, Badea R, Poanta L, et al. The use of ultrasonography in learning clinical examination: a pilot study involving third year medical students. *Med Ultrason* 2012; 14:177–181.
- (25) Szwamel K, Polanski P, Kurpas D. Experiences of family physicians after a CME ultrasound course. *Fam Med Prim Care Rev*. 2017;19:62-9.
- (26) Hunter SA, Brimble J, Weatherall M, Galletly DC. Agreement of clinical measurements of liver size with ultrasound when performed by medical students. *NZ Med J* 2014; 127:61–69.
- (27) García de Casasola Sánchez G, Torres Macho J, Casas Rojo JM, Cubo Romano P, Antón Santos JM, et al. Ecografía clínica abdominal y educación médica. *Rev Clin Esp (Barc)* 2014; 214:131–6.
- (28) Torres Macho J, García de Casasola G. Ecocardiografía clínica en Medicina Interna. *Med Clin (Barc)*. 2012;138:567–9.

- (29) Ross M, Brown M, McLaughlin K, Atkinson P, Thomson J, Powelson S, et al. Emergency physician-performed ultrasound to diagnose cholelithiasis: A systematic review. *Acad Emerg Med.* 2011;18:227-35.
- (30) Durston W, Karl M, Guerra W, Eaton A, Ackerson L, Rieland T, et al. Comparison of quality and cost-effectiveness in the evaluation of symptomatic cholelithiasis with different approaches to ultrasound availability in the ED. *Am J Emerg Med.* 2001;19:260-9.
- (31) Bornemann P, Bornemann G. Military family physicians' use of a pocket ultrasound device to measure left ventricular mass in patients with hypertension. *J Am Board Fam Med.* 2015;28:706-12.
- (32) Todsén T, Jensen ML, Tolsgaard MG, Olsen BH, Henriksen BM, Hillingsø JG, et al. Transfer from point-of-care ultrasonography training to diagnostic performance on patients—a randomized controlled trial. *Am J Surg.* 2016;21:40-5.
- (33) Wong F, Franco Z, Phelan MB, Lam C, David A. Development of a pilot family medicine hand-carried ultrasound course. *WMJ.* 2013;112:257-61
- (34) Bailey RP, Ault M, Greengold NL, Rosendahl T, Crossman D. Ultrasonography performed by primary care residents for abdominal aortic aneurysm screening. *J Gen Intern Med.* 2001;16:845-9.
- (35) Ross GJ, Kessler HB, Clair MR, et al. Sonographically guided paracentesis for palliation of symptomatic malignant ascites. *Am J Roentgenol.* 1989;153:1309-11.
- (36) Becker G. Medical and palliative management of malignant ascites. *Cancer Treat Res.* 2007;134:459-67.
- (37) Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest.* 2013;143:532-8.
- (38) Zama IN, Edgar M. Management of symptomatic ascites in hospice patients with paracentesis: A case series report. *Am J Hosp Palliat Care.* 2012;29:405-8.
- (39) Barsuk JH, Cohen ER, Feinglass J, McGaghie WC, Wayne DB. Clinical outcomes after bedside and interventional radiology paracentesis procedures. *Am J Med.* 2013;126:349-56.
- (40) Cavanna L, Mordenti P, Bertè R, Palladino MA, Biasini C, Anselmi E, 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 Journal of Surgical Oncology.* 2014;12:139
- (41) Patel PA, Ernst FR, Gunnarsson CL. Ultrasonography guidance reduces complications and costs associated with thoracentesis procedures. *J Clin Ultrasound.* 2011;40:135-41.
- (42) Gishen F, Trotman I. Bedside ultrasound—experience in a palliative care unit. *Eur J Cancer Care.* 2009;18:642-6.
- (43) Gordon CE, Feller-Kopman D, Balk EM, Smetana GW. Pneumothorax following thoracentesis: A systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2010;170:332-9.
- (44) Sartori S, Nielsen I, Trevisani L, Tassinari D, Ceccotti P, et al. Sonographically guided peritoneal catheter placement in the palliation of malignant ascites in end-stage malignancies. *Am J Roentgenol.* 2002; 179:1618-20.
- (45) Barnett TD, Rubins J. Placement of a permanent tunneled peritoneal drainage catheter for palliation of malignant ascites: A simplified percutaneous approach. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13:379-83.

- (46) Eisenberg E, Carr DB, Chalmers TC. Neurolytic celiac plexus block for treatment of cancer pain: a meta-analysis. *Anesth Analg.* 1995;80:290-5.
- (47) Wyse JM, Carone M, Paquin SC, Usatil M, Sahai AV. Randomized, double-blind, controlled trial of early endoscopic ultrasound-guided celiac plexus neurolysis to prevent pain progression in patients with newly diagnosed, painful, inoperable pancreatic cancer. *J Clin Oncol.* 2011;29:3541-6.
- (48) Bhatnagar S, Khanna S, Roshni S, Goyal GN, Mishra S, Rana SP, et al. Early ultrasound-guided neurolysis for pain management in gastrointestinal and pelvic malignancies: an observational study in a tertiary care center of urban India. *Pain Pract.* 2012;12:23-32.
- (49) Mishra S, Bhatnagar S, Gupta D, Thulker S. Anterior ultrasound-guided superior hypogastric plexus neurolysis in pelvic cancer pain. *Anaesth Intensive Care.* 2008;36:732-5.
- (50) Mishra S, Bhatnagar S, Rana SP, Kurana D, Thulker S. Efficacy of anterior ultrasound-guided superior hypogastric plexus neurolysis in pelvic cancer pain in advanced gynecological cancer patients. *Pain Med.* 2013;14:837-42.
- (51) Smith AK, Cenzer IS, Knight SJ, Puntillo KA, Widera E, Williams BA, et al. The epidemiology of pain during the last two years of life. *Ann Intern Med.* 2010;153:563-9.
- (52) Lillie AK, Read S, Mallen C, Croft P, McBeth J. Musculoskeletal pain in older adults at the end-of-life: a systematic search and critical review of the literature with priorities for future research. *BMC Palliat Care.* 2013;12:27.
- (53) Vasudevan JM, Browne BJ. Hemiplegic shoulder pain: an approach to diagnosis and management. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2014;25:411-37.
- (54) Prestgaard T, Wormgoor ME, Haugen S, Herlof H, Petter M, Iva BJ. Ultrasound guided intra-articular and rotator interval corticosteroid injections in adhesive capsulitis of the shoulder. A double blind, sham controlled randomized study. *Pain.* 2015;156:1683-91.
- (55) Lee HJ, Lim KB, Kim DY, Lee KT. Randomized controlled trial for efficacy of intra-articular injection for adhesive capsulitis: ultrasonography-guided versus blind technique. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:1997-2002.
- (56) Wordsworth S, Scott A. Ultrasound scanning by general practitioners: is it worthwhile? *J Public Health Med.* 2002;24:88-94.
- (57) Miles G, Salcedo A, Spear D. Implementation of a successful registered nurse peripheral ultrasound-guided intravenous catheter program in an emergency department. *J Emerg Nurs.* 2012;38:353-6.
- (58) Au AK, Rotte MJ, Grzybowski RJ, Ku BS, Fields JM. Decrease in central venous catheter placement due to use of ultrasound guidance for peripheral intravenous catheters. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1950-4.
- (59) 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.
- (60) Shokoohi H, Boniface K, McCarthy M, Al-tiae TK, Sattarian M, Ding R, et al. Ultrasound-Guided Peripheral Intravenous Access Program Is Associated With a Marked Reduction in Central Venous Catheter Use in Noncritically Ill Emergency Department Patients. *Ann Emerg Med.* 2013;61:198-203.

- (61) Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015.1:CD006962.
- (62) Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA. Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: A meta-analysis. *Anesthesiology.* 2013;118:361-75.
- (63) Catane R, Beck A, Inbar Y, Rabin T, Shabshin N, Hengst S, et al. MR-guided focused ultrasound surgery (MRgFUS) for the palliation of pain in patients with bone metastases-preliminary clinical experience. *Ann Oncol.* 2007;18:163-7.
- (64) McDannold N, Clement GT, Black P, Jolesz F, Hynynen K. Trans cranial magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound surgery of brain tumors: initial findings in 3 patients. *Neurosurgery.* 2010;66:323-32.
- (65) Huisman M, Lam MK, Bartels LW, Nijenhuis RJ, Moonen CT, Knuttel FM, et al. Feasibility of volumetric MRI-guided high intensity focused ultrasound (MR-HIFU) for painful bone metastases. *J Ther Ultrasound.* 2014;2:1-10.
- (66) Balzarini A, Pirovano C, Diazzi G, Olivieri R, Ferla F, Galperti G, et al. Ultrasound therapy of chronic arm lymphedema after surgical treatment of breast cancer. *Lymphology.* 1993;26:128-34.
- (67) Gibson RN, Yeung E, Thompson JN, Carr DH, Hemingway AP, Bradpiece HA, et al. Bile duct obstruction: radiologic evaluation of level, cause, and tumor resectability. *Radiology.* 1986;160:43-7.
- (68) Zylicz Z. Improvement of transurethral catheterization in male patients. *Palliat Med.* 1999;13:261-2.
- (69) Jee H, Lee JH, Park KD, Ahn J, Park Y. Ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided sacroiliac joint intra-articular injections in the noninflammatory sacroiliac joint dysfunction: a prospective, randomized, single-blinded study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014; 95:330-7.
- (70) Park Y, Lee JH, Park KD, Ahn JK, Park J, Jee H. Ultrasound-guided vs. fluoroscopy-guided caudal epidural steroid injection for the treatment of unilateral lower lumbar radicular pain: a randomized, single-blind clinical study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92:575-86.
- (71) Bhagra A, Tierney DM, Sekiguchi H, Soni NJ. Point-of-care ultrasonography for primary care physicians and general internists. *Mayo Clin Proc.* 2016;91:1811-27.
- (72) Ding W, Shen Y, Yang J, He X, Zhang M. Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: a meta-analysis. *Chest.* 2011;140:859-66.
- (73) Mercaldi CJ, Lanes SF. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracocentesis and paracentesis. *Chest.* 2013;143:532-8.