

Current applications of ultrasonography in anesthesia

Arévalo Gutiérrez, Luis Enrique

 **Luis Enrique Arévalo Gutiérrez**
dr_arevalo82@hotmail.com
Hospital General, Instituto Salvadoreño del Seguro
Social, El Salvador

Alerta
Ministerio de Salud, El Salvador
ISSN-e: 2617-5274
Periodicidad: Semestral
vol. 6, núm. 1, 2023
ralerta@salud.gob.sv

Recepción: 11 Agosto 2022
Aprobación: 22 Enero 2023
Publicación: 30 Enero 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/419/4193691010/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/alerta.v6i1.15610>

Citación recomendada: Arévalo Gutiérrez LE. Aplicaciones actuales de la ultrasonografía en anestesia. Alerta. 2023;6(1):61-69.
DOI: 10.5377/alerta.v6i1.15610

Resumen: La ecografía es una herramienta segura, portátil, económica y de fácil acceso. Los médicos anestesiólogos pueden beneficiarse con esta herramienta diagnóstica rápida y precisa en su práctica habitual. Existen múltiples áreas potenciales donde la ecografía desempeña un papel importante, para la orientación de intervenciones a ciegas e invasivas, el diagnóstico de condiciones críticas y la evaluación de posibles variaciones anatómicas que pueden conducir a la modificación del plan anestésico. Esta revisión narrativa describe las principales aplicaciones de la ecografía en anestesia, las técnicas ecoguiadas y las tendencias actuales del manejo anestésico perioperatorio del paciente quirúrgico. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed y Cochrane, se incluyeron artículos originales, estudios aleatorizados y de revisión, en español y en inglés, publicados entre 2017-2021. El uso de ecografía ha entrado en el campo de la medicina del dolor, anestesia regional y del intervencionismo analgésico durante la última década, e incluso es el estándar de la práctica, por tanto, la capacitación y un adecuado aprendizaje en la ecografía deben ser parte del plan de estudios de cualquier programa de anestesiología.

Palabras clave: Ultrasonografía, anestesia, emergencias, Ultrasonografía Intervencional.

Abstract: Ultrasound is a safe, portable, inexpensive, and easily accessible tool. Anesthesiologists can benefit from this fast and accurate diagnostic tool in their routine practice. There are multiple potential areas where ultrasound plays an important role in the guidance of blind and invasive interventions, diagnosis of critical conditions, and assessment of possible anatomical variations that may lead to modification of the anesthetic plan. This narrative review describes the main applications of ultrasound in anesthesia, ultrasound-guided techniques, and current trends in the perioperative anesthetic management of the surgical patient. A search was conducted in PubMed and Cochrane databases. Original articles, randomized and review studies in Spanish and English published between 2017-2021 were included. The use of ultrasound has entered the field of pain medicine, regional anesthesia, and interventional analgesia during the last decade and is even the standard of practice. Therefore, training and adequate learning in ultrasound should be part of the curriculum of any anesthesiology program..

Keywords: Ultrasonography, anesthesia, emergencies, Interventional ultrasonography.

INTRODUCCIÓN

Aunque el uso clínico del ultrasonido fue descrito en la década de 1950, se mantuvo como una herramienta experimental hasta principios de 1970, cuando se usó para detectar ascitis en cadáveres y hematomas esplénicos¹. Las unidades de ultrasonido se han vuelto cada vez más móviles y asequibles, el uso rutinario se ha expandido al lado de la cama del paciente; en la evaluación inmediata de disfunción cardiopulmonar o circulatoria potencialmente mortal en pacientes en salas de operaciones, unidad de recuperación posanestésica y en el perioperatorio¹.

En la especialidad de anestesiología se requieren herramientas de diagnóstico rápidas y precisas para la gestión eficaz de las emergencias quirúrgicas, la ecografía se ha vuelto esta herramienta necesaria y rutinaria².

La ecografía permite al anestesiólogo diagnosticar la causa probable de la inestabilidad hemodinámica, entre ellas: la hipovolemia, la insuficiencia cardíaca izquierda o derecha, la vasodilatación, el derrame pericárdico y la enfermedad cardíaca significativa (hipertrofia del ventrículo izquierdo, estenosis valvular), y por lo general, solo toma unos minutos realizarla³.

Las ventajas de la ecografía incluyen visualizar en tiempo real la estructura objetivo, la distribución del medicamento a lo largo y en relación con el tejido, así como la capacidad para controlar su distribución reajustando la posición de la aguja; la visualización de vasos sanguíneos, pulmón, u otros órganos mejora la tasa de éxito, la velocidad y seguridad de los procedimientos. En comparación con el uso de procedimientos guiados por fluoroscopia que sólo puede visualizar el tejido óseo, la ecografía también permite la visualización de tejidos blandos⁴.

Se ha utilizado en el entorno de cuidados intensivos, en el medio prehospitalario y con mayor énfasis en el perioperatorio, donde el uso de ecografía aplica para la medicina del dolor y anestesia regional⁵.

La ultrasonografía en el punto de atención (POCUS, por sus siglas en inglés) es un procedimiento fácil, rápido (menos de cuatro minutos) y ampliamente disponible, significativamente más preciso que la auscultación para discriminar entre la intubación traqueal versus la bronquial en pacientes adultos, bajo condiciones de anestesia general, que es posible realizar con un alto grado de sensibilidad y especificidad, después del entrenamiento⁶.

Se elaboró un artículo de revisión narrativa por medio de búsqueda en las bases de datos PubMed y Cochrane. Se consultaron artículos originales, estudios aleatorizados y de revisión, en español y en inglés, publicados en los últimos cinco años (2017-2021). Con el objetivo de describir las principales aplicaciones de la ecografía en anestesia como la evaluación de la vía aérea, el acceso vascular, la anestesia regional, ecografía pulmonar, ecografía gástrica, neuromonitorización por ecografía y POCUS en anestesia.

DISCUSIÓN

Principios del ultrasonido

El ultrasonido se refiere al uso de ondas sonoras (típicamente de dos a 15 MHz, pero en sondas modernas hasta 22 MHz), que están por encima de la frecuencia de ondas que puede escuchar el oído humano (20 a 20 000 Hz)⁷.

Sus ventajas incluyen la posibilidad de ver la estructura en tiempo real, la distribución del medicamento a lo largo y en relación con el tejido (por ejemplo, tejido nervioso, vasos sanguíneos, pulmón, entre otros), así como, la capacidad para controlar su distribución reajustando la posición de la aguja, capacidades que podrían mejorar la tasa de éxito y seguridad de los procedimientos^{4,8}.

Según las frecuencias del ecógrafo, se usan diferentes transductores o sondas ecográficas. Las sondas pueden ser de alta frecuencia (10 -15 MHz) y de mediana frecuencia (5 -10 MHz) que proporcionan una mejor resolución, pero tienen menos penetración. Por tanto, la elección correcta de sondas con diferentes frecuencias, le proporciona la mejor resolución para la profundidad requerida (Figura 1).

Durante la manipulación de la sonda, se recomienda el recurso mnemotécnico PART (Presión, Alineación, Rotación e Inclinación); pues con el cambio de la dirección del haz ligeramente, se pueden obtener diferentes imágenes de las mismas estructuras⁴.

De los modos básicos y avanzados de imágenes por ultrasonido, el modo B (Brillantez), el modo M (movimiento) y el Doppler color son los que más se utilizan en anestesiología. El modo B es el modo principal de cualquier máquina de ultrasonido. Cada imagen obtenida en modo B se compone de píxeles con brillo dependiendo de la intensidad del eco que se recibe desde la ubicación en el cuerpo, éste se utiliza para evaluar órganos en tiempo real.

El modo M muestra el movimiento de las estructuras, a lo largo de una sola línea elegida por el operador, se utiliza para la evaluación del movimiento de la pared o la válvula del corazón, del estado hemodinámico (evaluación de la vena cava) e identificación de deslizamiento pulmonar o movimiento del diafragma⁸.

El Doppler color ayuda a distinguir estructuras con movimiento, como la sangre y a determinar la dirección del flujo sanguíneo; por ejemplo, los nervios suelen ser hipoanecoicos y pueden confundirse con los vasos sanguíneos. De tal manera que los modos Doppler detectan los cambios de frecuencia que se crean por reflejos de sonido de un objetivo en movimiento (llamado efecto Doppler). Este utiliza el cambio de tono de las ondas de sonido para proporcionar información sobre el flujo sanguíneo.

Las cuatro técnicas Doppler que se utilizan comúnmente son: (a) Doppler de flujo en color: esto da una imagen del vaso sanguíneo que representa la velocidad y dirección del flujo de sangre a través del vaso. Los colores (generalmente rojo y azul) denotan el flujo hacia y desde el transductor, independientemente de la naturaleza del vaso (arteria o vena); (b) Doppler de onda Pulsada (PWD) transmite pulsos cortos de ultrasonido y señales Doppler. Permite medir la velocidad de la sangre de una pequeña región, convirtiendo los sonidos Doppler en un gráfico que da información sobre la velocidad y la dirección del flujo de sangre a través del vaso sanguíneo; (c) Doppler de onda continua (CWD) transmite y recibe ondas continuas de ultrasonido y (d) Sistema Doppler dúplex, se coloca un vaso sanguíneo por ultrasonografía en modo B y seguidamente se mide el flujo sanguíneo por la técnica Doppler. Esta combinación del modo B y el Doppler permite dirigir con más precisión el haz Doppler hacia un determinado vaso sanguíneo⁹.

Evaluación de la vía aérea

El manejo de las vías respiratorias superiores e inferiores y el diagnóstico de sus complicaciones son habilidades clínicas esenciales para disminuir la morbilidad, por tanto, cualquier herramienta clínica que mejore el manejo de la vía aérea debe ser considerada en la evaluación clínica convencional¹⁰.

La ecografía de las vías respiratorias puede visualizar y evaluar todas las estructuras a excepción de la faringe posterior, la comisura posterior y la pared posterior de la tráquea, debido a los artefactos creados por la columna intraluminal de aire. Se aprecia en sentido craneocaudal: cartílago tiroides y cricoides y al menos los tres primeros cartílagos traqueales (imagen en collar de perlas) (Figura 2a y Figura 2b).

Las aplicaciones de la ecografía en las vías respiratorias son (a) la predicción de vía aérea difícil, (b) bloqueos nerviosos relacionados con las vías respiratorias, (c) evaluación de patologías de las vías respiratorias que puedan afectar la elección del manejo de la vía aérea (p. ej., hemangiomas subglóticos y estenosis), o exigir la obtención urgente de vías respiratorias (p. ej., epiglotitis), (d) confirmación de la colocación adecuada del tubo endotraqueal y ventilación, (e) predicción del tamaño de las vías endotraqueales y endobronquiales (f) predicción de apnea obstructiva del sueño y (g) predicción de extubación exitosa edema de las vías

respiratorias, evaluación del movimiento del diafragma y evaluación de los movimientos de las cuerdas vocales.

En comparación con la tomografía computarizada (TAC), se ha encontrado que el ultrasonido es confiable al brindar la imagen de todas las estructuras que se visualizan mediante TAC y proporciona mediciones de parámetros infrahioideos casi idénticos y diferencias mínimas en los parámetros anatómicos suprahioideos¹⁰.

La confirmación de la colocación adecuada del tubo endotraqueal (TET) se puede hacer mediante el uso de un ultrasonido en tiempo real, colocando la sonda transversalmente en el cuello al nivel de la muesca supraesternal durante la intubación para observar si el tubo está en la tráquea o el esófago¹⁰. Esto es útil para intubaciones en la sala de emergencias fuera del quirófano, donde la capnografía no está disponible o el ruido impide la auscultación¹⁰.

Además, debido a que los pulmones del paciente deben ser ventilados varias veces para confirmar la capnografía, se prefiere la ecografía transtraqueal, que permite una confirmación más rápida que la auscultación estándar y la capnografía¹⁰. La confirmación de TET también se puede hacer indirectamente mediante la identificación de signos ecográficos de ventilación pulmonar, incluidos deslizamiento pulmonar y movimiento diafragmático a través de una vista subcostal^{8,10}.

La ecografía se ha utilizado con éxito para guiar la elección del tamaño apropiado del tubo endotraqueal, la cánula de traqueostomía e incluso, el tubo de doble luz¹¹.

La ecografía de cabecera es una herramienta segura y eficaz para diagnosticar la epiglotitis aguda, por medio de ella se visualiza el «signo P» (acúmulo de líquido inflamatorio en epiglotis y repliegues aritenopiglóticos) en una vista longitudinal a través de la membrana tirohioidea¹¹.

La ecografía está mejorando con éxito el rendimiento de bloqueos nerviosos relacionados con las vías respiratorias, incluido el bloqueo laríngeo superior nervioso, plexo cervical profundo, nervio alveolar y nervio trigémino superficial¹⁰.

La predicción de una extubación exitosa es otro desafío, en pacientes intubados a largo plazo y en aquellos que tienen un alto riesgo de edema de las vías respiratorias y lesiones de las cuerdas vocales (por ejemplo, después de una cirugía de tiroides). Se evalúa en eje corto la ventana tiroidea, se mide la columna de aire en el diámetro laterolateral, donde un valor menor de 4,5 mm se considera factor predictor potencial para el estridor en comparación con 6,4 mm, que es considerado normal¹². Asimismo, el desplazamiento craneocaudal del hígado y el bazo con un valor de corte de 1,1 cm durante las pruebas de respiración espontánea, medido por ecografía, es un buen predictor de una adecuada extubación¹³.

Accesos vasculares

Como técnica de «navegación de la punta», la ecografía permite visualizar el catéter o la guía que viaja hacia la unión cavo-auricular a lo largo de la vena braquiocefálica ipsilateral o excluyendo la mala dirección del catéter en otras venas tributarias de la vena cava superior¹². Las indicaciones para la ecografía vascular incluyen la visualización de la aguja, en tiempo real, durante la canulación de las venas yugular interna, subclavia, axilar, femoral y acceso vascular arterial (Figura 3a).

También, la ecografía vascular está indicada para el diagnóstico de trombosis venosa profunda, sospecha de oclusión o estenosis arterial, para medir el diámetro de la vena cava inferior y la variabilidad durante el ciclo respiratorio (indicador de precarga del ventrículo derecho), y para el monitoreo en tiempo real de la reanimación con volumen y diagnóstico de aneurisma aórtico o disección aórtica¹⁴.

Además, es de importancia la utilización de la ecografía para evadir complicaciones respiratorias, debido a que permite la visualización de la pleura para evitar su daño durante la punción de la vena braquiocefálica, la

vena cava superior y la vena axilar; aún después de punciones difíciles y potencialmente asociadas con lesión pleural, es posible prevenir el neumotórax y el hemotórax¹⁵.

En pacientes críticos, el área supraclavicular puede ser inadecuada debido a la ventilación no invasiva, el trauma de cuello, quemaduras y traqueostomía, entre otros; en dichos pacientes, la vena axilar, identificada por ultrasonografía, puede ser una alternativa segura, con un área limpia, plana, estable y con un bajo grado de colonización bacteriana^{15,16}.

Los centros médicos académicos deberían considerar la ecografía para cualquier cateterización arterial radial desafiante (p. ej., pacientes con obesidad mórbida, edema tisular, hipoxia y terapia vasoconstrictora)¹⁷. Esta información no solo es relevante para la formación en programas de anestesiología sino también, otras especialidades que incluyen medicina interna, cuidados intensivos y cirugía.

Aunque la mayoría de los residentes adquieren mucha experiencia en la colocación de líneas arteriales, la palpación a ciegas en pacientes con obesidad, hipotensión o edema con fóvea es un desafío incluso para los más experimentados. Esto puede conducir a repetidos intentos fallidos, y ocasionar hemorragia arterial, hematoma, espasmo o creación de una luz falsa¹⁷. Flumignan *et al.*¹⁸ encontraron que la guía visual ecográfica en tiempo real mejoró la tasa de éxito en el primer intento, tasa de éxito general y el tiempo necesario para realizar un procedimiento exitoso hasta un mes, principalmente en la arteria radial, en comparación con la palpación o la guía ecográfica no visual.

Anestesia regional

El bloqueo de nervios periféricos guiado por ecografía es quizás la aplicación más popular utilizada por los anestesiólogos. Podría ser el estándar de oro para la anestesia regional con mayor precisión, al ampliar la capacidad de bloquear los nervios más pequeños y aquellos en ubicaciones anatómicas más difíciles^{19,20}.

El uso del ultrasonido ofrece ventajas como la observación directa de los nervios y estructuras circundantes, que reduce el riesgo de complicaciones (p. ej., inyección intraneural o intravascular accidental) así como la observación directa de la propagación del anestésico local (Figura 3b).

De esta forma, una disposición más precisa conduce a un inicio más rápido y duración más prolongada del bloqueo, mejora la calidad del bloqueo, permite la dosificación y/o la reducción de los anestésicos locales. Se ha demostrado que cuando los nervios periféricos son reflejados adecuadamente por ultrasonido, el uso simultáneo del estimulador nervioso no ofrece más ventajas^{19,20}.

Ecografía pulmonar

La ecografía pulmonar es una forma rápida y sencilla de diagnosticar un trauma torácico grave como el neumotórax y permite investigar casi todas las causas de hipoxemia²¹.

La ecografía pulmonar se realiza con el paciente sentado o en decúbito supino. Se utilizan el plano sagital y el coronal en los pacientes que en el quirófano están en posición supina. Un protocolo reciente sugiere la división en cuatro zonas de cada hemitórax para acelerar la ecografía pulmonar en casos críticos²¹. Ambos cuadrantes superiores abdominales laterales también pueden examinarse en búsqueda de derrames pleurales. En el quirófano, el uso de ecografía transesofágica (ETE) será útil para detectar líquido pleural, atelectasia o neumonía, pero es más limitada en la detección del deslizamiento pulmonar²².

Las complicaciones pulmonares posoperatorias (CPP) se asocian con mayor mortalidad, morbilidad y costos de atención médica. Después de una cirugía no cardiorrácica, los CPP ocurren hasta en un 40 % de pacientes con mayor riesgo. La ecografía pulmonar en el quirófano, detecta una atelectasia intraoperatoria y se ha utilizado con éxito para la evolución perioperatoria.

La identificación del movimiento diafragmático también permite excluir una parálisis diafragmática completa, después de procedimientos como el bloqueo interescalénico, la cirugía abdominal alta o la manipulación de la arteria mamaria interna en una cirugía de bypass coronario²².

En un pulmón normal se observa el deslizamiento del pulmón, el signo de la costa (modo M), la línea A y de forma ocasional la línea B. En neumotórax el deslizamiento pulmonar está ausente, se encuentra el signo de código de barras (modo M), las líneas B y el pulso pulmonar. En un edema se visualizan tres o más líneas B²³. En la atelectasia el deslizamiento pulmonar puede estar ausente y el pulso pulmonar todavía estará presente. Cuando hay consolidación se evidencia hepatización de pulmón. En caso de derrame se identifica líquido hipoeoico alrededor de la base pulmonar.

Ecografía gástrica

La aspiración sigue siendo una complicación anestésica rara pero grave, que contribuye hasta en un 9 % de todas las complicaciones relacionadas con las muertes en anestesia²⁰. El contenido gástrico es uno de los principales riesgos para las aspiraciones, lo que resultó en el desarrollo de pautas para el ayuno preoperatorio, un estómago en riesgo se definió como la presencia de partículas sólidas y/o volumen de líquido superior a 0,8 mL/kg. Esto demuestra que la evaluación del volumen de área antral es importante para minimizar el riesgo de aspiración pulmonar de contenido gástrico^{20,24}.

La POCUS en ecografía gástrica, es una herramienta para evaluar el tipo y el volumen del contenido gástrico, por lo tanto, el riesgo de aspiración en diversos entornos, como los procedimientos electivos donde no se siguen las pautas de ayuno o donde se desconoce, o en pacientes de alto riesgo (trauma reciente, diabetes, uso de opioides, trabajo de parto activo)^{20,24}.

El antro gástrico, ubicado superficialmente (aproximadamente 3-4 cm) es el más adecuado para el examen de ultrasonido y refleja con precisión el contenido de todo el estómago. Con una exploración sagital en la región epigástrica en el margen subcostal izquierdo y en abanico, más allá de la línea media a la región subcostal derecha, el antro gástrico debe visualizarse como una víscera hueca con una pared muscular prominente, situada entre el lóbulo izquierdo del hígado y el páncreas^{20,24}.

La evaluación ecográfica del contenido gástrico requiere exploración en posiciones lateral derecho y en decúbito supino, con limitaciones en ciertas pacientes como es el caso de una emergencia obstétrica. Por lo tanto, es apropiado describir un escaneo y análisis de datos en decúbito supino que permiten el diagnóstico rápido de estómago lleno o vacío^{20,24}.

Neuromonitoreo por ecografía

El doppler transcraneal codificado por colores es una herramienta precisa, en tiempo real, no invasiva, económica, utilizada para el estudio de la circulación intracraneal, el diagnóstico de aneurismas no trombosados, para monitorizar alteraciones del flujo sanguíneo cerebral que siguen a una lesión cerebral traumática y en pacientes con anemia de células falciformes, tal como se amplía en Peña Martínez²⁵.

La presión intracraneal (PIC) elevada requiere precauciones especiales por parte del médico anestesiólogo, como evitar la administración de medicamentos, ajustes de ventilación mecánica y anestesia neuroaxial. La ecografía cerebral es útil para evaluar la PIC elevada y la perfusión cerebral; las aplicaciones actuales y potenciales del neuroultrasonido son la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico y el ultrasonido Doppler transcraneal²⁶.

Se ha evaluado la medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con un valor de 5,7 mm como indicador de corte para PIC elevada con sensibilidad del 74,1 % y especificidad de 100 % para reflejar presión

intracraneal; ya que un aumento en la PIC se transmitirá a través del espacio subaracnoideo que rodea el nervio óptico dentro de su vaina; es un medio confiable y no invasivo para evaluar la PIC en pacientes neurocríticos. También se utilizó en pacientes con riesgo de desarrollar hipertensión intracraneal durante procedimientos quirúrgicos de rutina y en pacientes sanos sometidos a intervención quirúrgica que requiere posicionamiento de Trendelenburg, el neumoperitoneo o posición prono¹⁴.

Si bien, no se debe reemplazar las técnicas de neuromonitorización invasivas como la monitorización invasiva de la presión intracraneal o técnicas de diagnóstico sustitutas como la TAC o la resonancia magnética nuclear (RMN)¹⁴. La evaluación del diámetro de la vaina del nervio óptico y otras técnicas basadas en ultrasonido, representan herramientas valiosas en la clínica en la UCI, el departamento de emergencias y la sala de operaciones, cuando la medición invasiva de la PIC no está definida o incluso cuando esté contraindicado (pacientes que reciben anticoagulantes, insuficiencia hepática)¹⁴.

POCUS en anestesia

El uso de POCUS está creciendo en todo el mundo, pues facilita a los anestesiólogos adecuar el manejo del paciente en la unidad de cuidados intensivos, antes de la cirugía y en el entorno prehospitalario.

El POCUS cardíaco es una tecnología de bajo costo, a nivel prehospitalario es factible y fiable para evaluar si hay actividad cardíaca o no²⁷. El POCUS realizado por paramédicos durante los controles de pulso en un paro cardíaco condujo a pausas prolongadas en las compresiones, pero ayudó a discriminar entre enfermedades cardíacas agudas y paro cardíaco. En pacientes con traumatismos y paros cardíacos demostraron cambios en el manejo del paciente, como la decisión de suspender la reanimación²⁷.

El uso de POCUS para la evaluación cardíaca incluye anomalías valvulares, función biventricular, taponamiento pericárdico, alteraciones del estado de volumen e isquemia cardíaca aguda. Este implica cuatro vistas: eje largo paraesternal, eje corto paraesternal, apical cuatro cámaras y subcostal de cuatro cámaras. La evaluación del estado del volumen se puede obtener de una vista subcostal adicional de la vena cava inferior en el eje largo. Para obtener vistas cardíacas es ideal la posición de decúbito lateral izquierdo, que aumenta la proximidad de las estructuras cardíacas a la pared torácica y proporciona imágenes de ultrasonido más claras²⁸.

El uso de la ultrasonografía, al detectar hallazgos importantes, es una forma económica de reducir la derivación a ecocardiogramas y procedimientos de gran valor²⁸. El POCUS diagnostica rápidamente condiciones comunes que pueden causar shock, como disfunción cardíaca y ruptura aneurisma aórtica y evalúa el estado de líquidos del paciente; además, ha demostrado que disminuye el tiempo hasta el procedimiento quirúrgico y la tasa de TAC en pacientes con trauma²⁹. Asimismo, Atkinson *et al.* muestra una exactitud diagnóstica para pacientes con choque indiferenciado de 60,6 % a 85 %, que mejoró con el uso de un protocolo estructurado de POCUS²⁹.

Los médicos de primera línea podrían indicar POCUS en pacientes con COVID-19; pues la ecografía pulmonar es más sensible que las radiografías de tórax para detectar compromiso del tracto respiratorio. Estos hallazgos incluyen anomalías de la línea pleural, consolidaciones subpleurales, líneas B incluyendo la «cascada o señal de haz de luz», consolidaciones y pequeñas efusiones pleurales localizadas³⁰.

Además, puede guiar la terapia de restitución de líquidos, el posicionamiento guiado del catéter, la evaluación de candidatos a reclutamiento alveolar, medición de la eficacia de la ventilación y predicción de tolerancia al destete¹⁷.

Importancia de la formación en ultrasonografía

En muchos hospitales, la observación de órganos con un dispositivo de ultrasonido se ha convertido en parte de un examen físico, sumado a la inspección, palpación y auscultación, esto puede traer beneficios a los pacientes³¹. El POCUS también complementa la anatomía, refuerza las habilidades de exploración física, facilita el diagnóstico y el tratamiento junto a la cama y es una valiosa herramienta de aprendizaje para los médicos en formación. Por esta razón, la formación en POCUS se ha convertido en un componente importante de la educación médica en pregrado y posgrado, para médicos de muchas especialidades³².

Recientemente, se ha puesto atención en la incorporación de POCUS de cuerpo entero para la práctica diaria de los anestesiólogos³³. Pese a esto, no existe un plan de estudios de ultrasonido estándar para los residentes de anestesiología, los métodos de enseñanza incluyen enseñanza informal junto a la cama, demostración estructurada de expertos, conferencias didácticas y simulaciones.

Las conferencias basadas en modelos de simulación, el aprendizaje en línea y la didáctica tradicional de aplicaciones POCUS como el ultrasonido pulmonar (LUS) y la evaluación enfocada con ecografía en trauma, FAST por sus siglas en inglés, pueden ser efectivos para enseñar ultrasonido a los residentes de anestesiología³³.

CONCLUSIÓN

El ultrasonido es una herramienta portátil que brinda al médico anestesiólogo capacidades de diagnóstico y monitoreo para la optimización del manejo perioperatorio; tiene un papel importante en la gestión y manejo de diversas urgencias, siendo un procedimiento no invasivo que permite la identificación de complicaciones potencialmente mortales. El uso de POCUS es una forma económica de reducir la derivación a exámenes y procedimientos de gran valor.



Tipo de transductor	Lineal	Curvilíneo	Sectorial
	Transductor vascular	Transductor abdominal	Transductor cardíaco
Frecuencia	5-15 MHz	2-7 MHz	2-7 MHz
Penetración	Baja 2-4 cm	Alta 20-25 cm	Alta 20-25 cm
Usos	Examen vascular, venopunción, tiroides, mamas, tendón	Examen abdominal pleura/pulmón, FAST* uso en ginecobstetricia, entornos neonatales y pediátricos	Cardíaco, pulmón/pleura, FAST*

FIGURA 1
Cuadro comparativo de los diferentes transductores ultrasonográficos
**Ecografía FAST (Focused Abdominal Sonography for Trauma)*

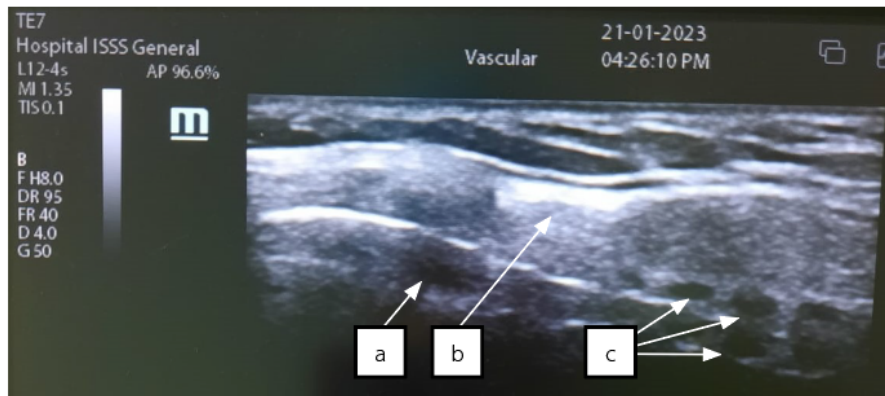


FIGURA 2A

Exploración sagital cuello. Identificación cartílagos y membranas.
a. Cartílago tiroides. b. Cricoides. c. Anillos traqueales



FIGURA 2B

Corte transverso de subglotis. a: Cartílago Cricoides en forma de herradura

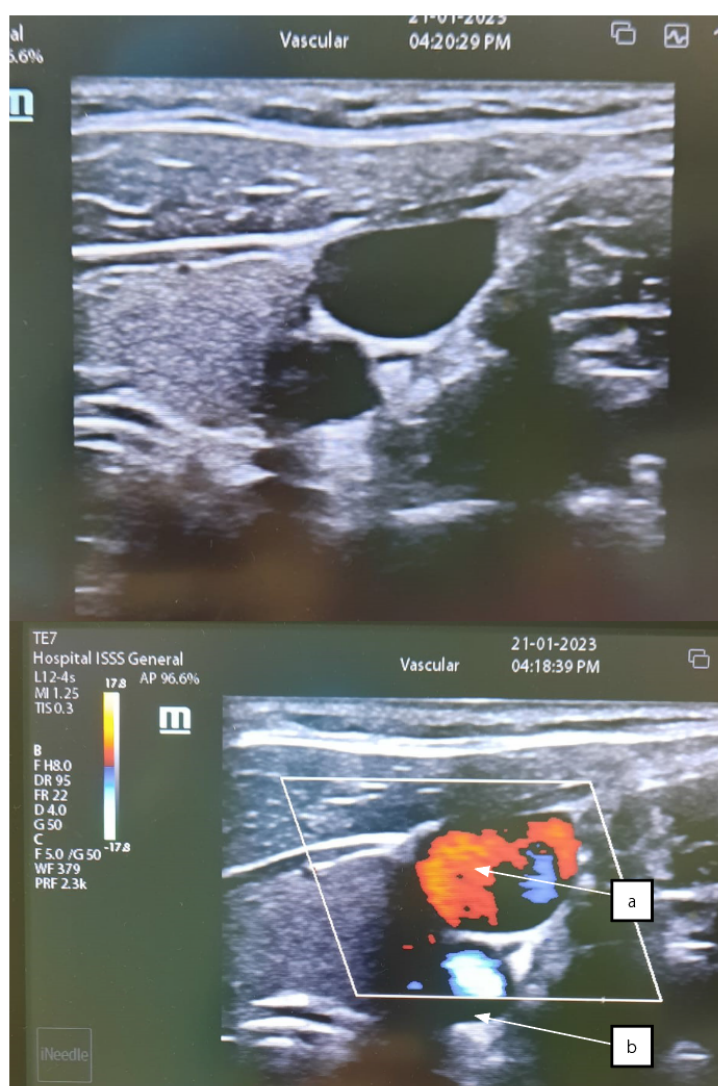


FIGURA 3A

Ventana ecográfica donde se observa relación de la vena yugular y estructuras vecinas. a. Vena yugular. b. Arteria carótida

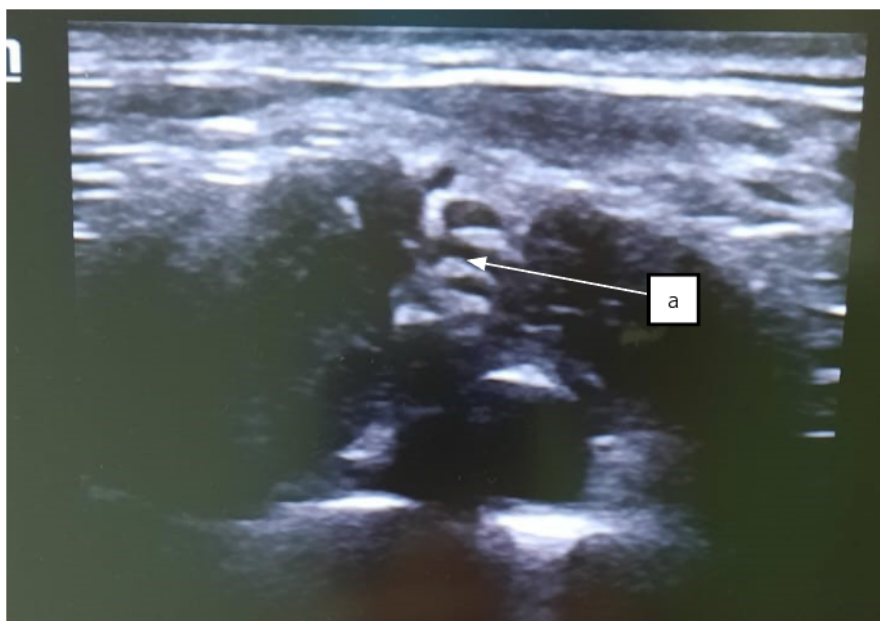


FIGURA 3B

Ventana ecográfica donde se observa relación de la vena yugular y estructuras vecinas. a. Plexo braquial

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fagley RE, Haney MF, Beraud A-S, Comfere T, Kohl BA, Merkel MJ, Pustavoitau A, von Homeyer P, Wagner CE, Wall MH. Critical Care Basic Ultrasound Learning Goals for American Anesthesiology Critical Care Trainees: Recommendations from an Expert Group. *Anesthesia & Analgesia*. 2015;120(5):1041-1053. DOI: 10.1213/ANE.0000000000000652
2. Terkawi AS, Karakitsos D, Elbarbary M, Blaivas M, Durieux ME. Ultrasound for the Anesthesiologists: Present and Future. *The Scientific World Journal*. 2013;2013:1-15. DOI: 10.1155/2013/683685
3. Heiberg J, El-Ansary D, Canty DJ, Royse AG, Royse CF. Focused echocardiography: a systematic review of diagnostic and clinical decision-making in anaesthesia and critical care. *Anaesthesia*. 2016;71(9):1091-1100. DOI: 10.1111/anae.13525
4. Boezaart A, Ihnatsenka B. Ultrasound: Basic understanding and learning the language. *Int J Shoulder Surg*. 2010;4(3):55. DOI: 10.4103/0973-6042.76960
5. Bøtker MT, Vang ML, Grøfte T, Kirkegaard H, Frederiksen CA, Sloth E. Implementing point-of-care ultrasonography of the heart and lungs in an anesthesia department. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 2017;61(2):156-165. DOI: 10.1111/aas.12847
6. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging*. 2014;5(2):253-279. DOI: 10.1007/s13244-014-0309-5
7. Casasola García G, Torres Macho J. Manual de Ecografía Clínica. Madrid: Servicio de Medicina Interna Hospital Infanta Cristina; 2015. Disponible en: <https://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros%20de%20Ecograf%C3%ADa/libro100.pdf>
8. Ramsingh D, Frank E, Haughton R, Schilling J, Gimenez KM, Banh E, Rinehart *et al*. Auscultation versus Point-of-care Ultrasound to Determine Endotracheal versus Bronchial Intubation. *Anesthesiology*. 2016;124(5):1012-1020. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001073

9. Abuhamad A, Chaoui R, Jeanty P, Paladini D, Walsh E. Ultrasound in obstetrics and gynecology: a practical approach. First edition. Virginia, Estados Unidos. Eastern Virginia Medical School. 2014. 328 p.
10. Li L, Yong RJ, Kaye AD, Urman RD. Perioperative Point of Care Ultrasound (POCUS) for Anesthesiologists: an Overview. *Curr Pain Headache Rep.* 2020;24(5):1-20. DOI: 10.1007/s11916-020-0847-0
11. Vázquez Martínez J, Murillo Pozo M, Sánchez Porras M. Valoración ecográfica de la vía aérea central. *Revista Mexicana de Anestesiología.* 2021;37(2):123-130.
12. Zamudio-Burbano MA, Casas-Arroyave FD. El uso del ultrasonido en el manejo de la vía aérea. *Revista Colombiana de Anestesiología.* 2015;43(4):307-313. DOI: 10.1016/j.rca.2015.03.008
13. Jiang J-R, Tsai T-H, Jerng J-S, Yu C-J, Wu H-D, Yang P-C. Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome. *Chest.* 2004;126(1):179-185. DOI: 10.1378/chest.126.1.179
14. Rasulo FA, Bertuetti R. Transcranial Doppler and Optic Nerve Sonography. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia.* 2019;33(1):38-52. DOI: 10.1053/j.jvca.2019.03.040
15. Biasucci DG. Ultrasound based innovations for interventional procedures: the paradigmatic case of central venous access. *Minerva Anestesiol.* 2020;86(2) 121-123. DOI: 10.23736/S0375-9393.19.14070-9
16. Farina A, Coppola G, Bassanelli G, Bianchi A, Lenatti L, Ferri LA, *et al.* Ultrasound-guided central venous catheter placement through the axillary vein in cardiac critical care patients: safety and feasibility of a novel technique in a prospective observational study. *Minerva Anestesiol.* 2020;86(2):157-164 DOI: 10.23736/S0375-9393.19.13670-X
17. Yeap YL, Wolfe JW, Stewart J, Backfish KM. Prospective Comparison of Ultrasound-Guided Versus Palpation Techniques for Arterial Line Placement by Residents in a Teaching Institution. *Journal of Graduate Medical Education.* 2019;11(2):177-181. DOI: 10.4300/JGME-D-18-00592.1
18. Flumignan RL, Trevisani VF, Lopes RD, Baptista-Silva JC, Flumignan CD, Nakano LC. Ultrasound guidance for arterial (other than femoral) catheterisation in adults Cochrane Heart Group, Cochrane Vascular Group, editors. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2021;2021(10). DOI: 10.1002/14651858.CD013585.pub2
19. Medina Yagual DH, Jacome Vera KG, Yagual Hidalgo JE. Utilidad de la ecografía en la anestesia regional. *RECIAMUC.* 2022;6(2):124-132. DOI: 10.26820/reciamuc/6.(2).mayo.2022.124-132
20. Naji A, Chappidi M, Ahmed A, Monga A, Sanders J. Perioperative Point-of-Care Ultrasound Use by Anesthesiologists. *Cureus.* 2021;13(5):e15217. DOI: 10.7759/cureus.15217
21. Piette E, Daoust R, Denault A. Basic concepts in the use of thoracic and lung ultrasound. *Current Opinion in Anaesthesiology.* 2013;26(1):20-30. DOI: 10.1097/ACO.0b013e32835afd40
22. Ferreira Albuquerque Costa NT, Gomar Sancho C. Perioperative ultrasound applied to diagnosis and decision making in anesthesia. *Minerva Anestesiol.* 2018;84(1)94-107. DOI: 10.23736/S0375-9393.17.12178-4
23. Génereux V, Chassé M, Girard F, Massicotte N, Chartrand-Lefebvre C, Girard M. Effects of positive end-expiratory pressure/recruitment manoeuvres compared with zero end-expiratory pressure on atelectasis during open gynaecological surgery as assessed by ultrasonography: a randomised controlled trial. *British Journal of Anaesthesia.* 2020;124(1):101-109. DOI: 10.1016/j.bja.2019.09.040
24. Azócar L. Uso de ecografía en anestesia: Point of Care Ultrasound (POCUS). *Rev Chil Anest.* 2017;46(3):157-166. DOI: 10.25237/revchilanestv46n03.06
25. Peña Martínez SL, Bello Quezada ME, Cueli GA. Aplicaciones clínicas de Doppler Transcraneal en Neurología y Cuidados Neuro críticos. *Alerta.* 2020;3(2)108-115. DOI: 10.5377/alerta.v3i2.9219
26. Robba C, Goffi A, Geeraerts T, Cardim D, Via G, Czosnyka M, Park S, Sarwal A, Padayachy L, Rasulo F, *et al.* Brain ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review. *Intensive Care Med.* 2019;45(7):913-927. DOI: 10.1007/s00134-019-05610-4
27. Bøtker MT, Jacobsen L, Rudolph SS, Knudsen L. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2018;26(1):1-14. DOI: 10.1186/s13049-018-0518-x
28. Lee L, DeCara JM. Point-of-Care Ultrasound. *Curr Cardiol Rep.* 2020;22(149):1-10. DOI: 10.1007/s11886-020-01394-y

29. Atkinson PR, Milne J, Diegelmann L, Lamprecht H, Stander M, Lussier D, *et al.* Does Point-of-Care Ultrasonography Improve Clinical Outcomes in Emergency Department Patients With Undifferentiated Hypotension? An International Randomized Controlled Trial From the SHoC-ED Investigators. *Annals of Emergency Medicine*. 2018;72(4):478-489. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2018.04.002
30. Kumar S, Kumar A, Goel P, Vyas S, Baitha U, Wig N. Use of ultrasonography in COVID-19: Probing for success. *J Family Med Prim Care*. 2020;9(8):3863-3866. DOI: 10.4103/jfmprc.jfmprc_764_20
31. Yamada H, Ito H, Fujiwara M. Cardiac and vascular point-of-care ultrasound: current situation, problems, and future prospects. *J Med Ultrasonics*. 2022;49(4):601-608. DOI: 10.1007/s10396-021-01166-3
32. Boivin Z, Carpenter S, Lee G, Chimileski B, Harrison J, Choudhary D, *et al.* Evaluation of a Required Vertical Point-of-Care Ultrasound Curriculum for Undergraduate Medical Students. *Cureus*. 2022;14(10) e30002. DOI: 10.7759/cureus.30002
33. You-Ten KE, Siddiqui N, Teoh WH, Kristensen MS. Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Can J Anesth/J Can Anesth*. 2018;65(4):473-484. DOI: 10.1007/s12630-018-1064-8