

Valoración ecográfica de la vía aérea central

José Luis Vázquez Martínez⁽¹⁾, M.^a Ángeles Murillo Pozo⁽²⁾, María Sánchez Porras⁽¹⁾

⁽¹⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid

⁽²⁾Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla

Vázquez Martínez JL, Murillo Pozo MA, Sánchez Porras M. Valoración ecográfica de la vía aérea central. *Protoc diagn ter pediatri.* 2021;1:437-45.



RESUMEN

El control de la vía aérea es uno de los aspectos fundamentales en el manejo del paciente pediátrico crítico. En este escenario la ecografía clínica constituye una herramienta muy útil, proporcionando información a pie de cama, rápida y relativamente sencilla sobre el tamaño de la vía aérea, la correcta intubación endotraqueal, la motilidad de las cuerdas vocales entre otros.

La exploración se puede realizar con sondas de alta frecuencia o de baja frecuencia en planos transversales y longitudinales medios y parasagitales. Podemos emplear varias ventanas para la exploración: suprahioidea (para evaluar la posible existencia de una vía aérea difícil), hioidea (en intubación en paciente despierto), membrana tiroidea (para la valoración de las cuerdas vocales y la epiglotis), membrana cricotiroidea (en la guía de la intubación y realización de cricotiroidectomía y traqueotomía), cricoidea (para medición del tamaño de la vía aérea) y supraesternal (en el control de la intubación).

Palabras clave: ecografía a pie de cama; intubación; vía aérea; parálisis de cuerdas vocales.

Sonographic evaluation of the central airway

ABSTRACT

Airway control is one of the fundamental aspects in the management of critically ill pediatric patients. In this scenario, clinical ultrasound is a very useful tool, providing quick and relatively simple information at the foot of the bed about the size of the airway, the correct endotracheal intubation, the mobility of the vocal cords, among others.

The exploration can be performed with high-frequency or low-frequency probes in the median and parasagittal longitudinal and transverse planes. We can use several windows for exploration:

suprahyoid (to assess the possible existence of a difficult airway), hyoid (in intubation patient), thyroid membrane (for assessment of the vocal cords and epiglottis), cricothyroid membrane (in the guide to intubation and the performance of cricothyroidectomy and tracheostomy), cricoid (to measure the size of the airway) and suprasternal (in the control of intubation).

Key words: point of care ultrasound; intubation; airway; vocal cord paralysis

1. INTRODUCCIÓN

El control de la vía aérea es uno de los aspectos fundamentales en el manejo del paciente pediátrico crítico. En este escenario la ecografía clínica constituye una herramienta muy útil, proporcionando información a pie de cama, rápida y relativamente sencilla¹ sobre:

- Diámetro de vía aérea: permite calcular el tamaño del tubo endotraqueal, tubos de doble-luz, o de la cánula de traqueostomía.
- Confirmación de la adecuada intubación endotraqueal y posicionamiento de los dispositivos supraglóticos.
- Guiar procedimientos: cricotiroidectomía y traqueotomía percutánea, bloqueo del nervio laríngeo superior.
- Valoración de la motilidad de las cuerdas vocales.
- Predicción de estridor post-extubación.
- Predicción de vía aérea difícil.

2. EQUIPAMIENTO Y PLANOS DE EXPLORACIÓN

2.1 Equipamiento

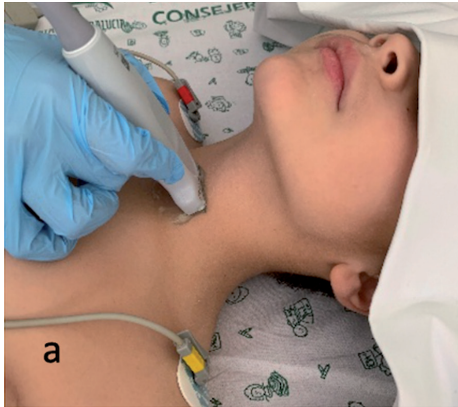
El mismo que para otras exploraciones *point-of-care*²:

- Sonda lineal (alta frecuencia) o *convex* (baja frecuencia).
- Modo B (modo color para detectar ciertas estructuras).

2.2. Plano de exploración

- Decúbito supino
- Cabeza en línea media con cuello en ligera hiperextensión (posición olfateo). Según exploraciones ladear ligeramente o hiperextender más (**Figura 1**).
- Preset: tejidos blandos o vascular, mínima profundidad posible como norma general
- Planos de exploración: transversal y longitudinal medio y parasagital.
- Sistemática: realizar barrido desde craneal a caudal con la sonda en eje transversal. Se debe angular cranealmente el transductor desde la membrana cricotiroides con el objetivo de visualizar los cartílagos aritenoides. Posteriormente colocar el transductor en el eje longitudinal (línea media y parasagital).

Figura 1. a) Plano transversal. b) Plano longitudinal (sagital) medio.



3. SONOAPARIENCIA Y SONOANATOMÍA DE LA VÍA AÉREA

3.1. Sonoaparición de la vía aérea

Se debe tener en cuenta que el aire no permite pasar las ondas de ultrasonido; por tanto, la identificación de la vía aérea a nivel cervical es posible gracias a los distintos artefactos que se producen (colas de cometa, reverberación, sombra acústica).

- Ecoestructuras del cuello.
 - Grasa: hipercoica (brillante).
 - Músculo: hipoeicoico (gris oscuro) en cuyo interior se puede apreciar linealidad hiperecoica correspondiente al tejido conectivo que envuelve las fibras musculares.
 - Hueso: hipercoico con sombra acústica posterior.
 - Cartílagos: hipoeicoico.

- Gas (aire): focos brillantes con artefactos cola de cometa.

- Líquido: anecoico.

3.2. Sonoanatomía de la vía aérea

Regiones del cuello:

- Suprahiodea (mentón-hioides): transversal y longitudinal.
 - Suelo de la boca (lengua): en transversal con sonda lineal en zona submentoniana se identifica fácilmente el hueso mandibular y las estructuras musculares de la lengua y suelo de la boca; rotando a longitudinal con sonda ahora *convex* se aprecian las mismas estructuras en plano ortogonal.
 - Amígdalas: en zona lateral del cuello y a unos escasos centímetros anteroinferiores al pabellón auricular; se sitúa la sonda en corte parasagital en zona mandibular para apreciar la glándula submandibular, la arteria carótida externa y las amígdalas

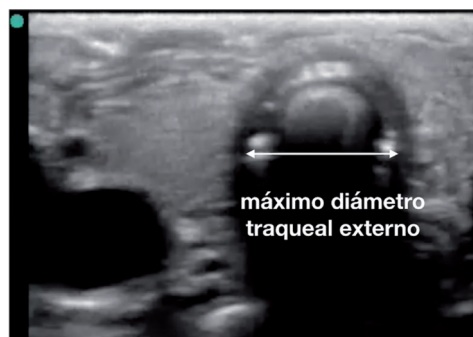
(focos hiperecóticos dentro de las hendiduras típicas de esta estructura).

- Hueso hioides: generalmente cartilaginoso, no calcificado, en la infancia, se aprecia hipoeicoico; a medida que se calcifica generará mayor hiperecogenicidad con sombra acústica posterior en forma de U.
- Infrahiodea (hioides-escotadura supraesternal): transversal y longitudinal.
 - Glándula tiroides: ecoestructura similar al hígado o bazo, vascularizada.
 - Cartilagos epiglottis, tiroides, cricoides, aritenoides y traqueales: hipoeicoicos con línea hipercoica correspondiente a la interfase mucosa-gas que es la que realmente dibuja la vía aérea laríngea y traqueal.
 - Membranas cricotiroidea y tirohiodea, entre los correspondientes cartilagos, de apariencia hipoeicoica.
 - Cuerdas vocales falsas (ligamentos): hipereicoicas.
 - Cuerdas vocales verdaderas (músculos): hipoeicoicas, aparecen caudales a las falsas.
 - Esófago: zona izquierda, posteromedial respecto a la tráquea, aparece como estructura multicapas (en plano transversal).

3.3. Tamaño de la vía aérea

- Calculo TET mediante fórmulas de Cole (antropométricas)³⁻⁷:
 - Sin balón: $0,25 (OI) \times \text{edad (años)} + 4$.
 - Con balón:

Figura 2. Corte transverso traqueal a nivel escotadura supraesternal utilizado para calcular tamaño TET doble luz



- Si >2 años: $0,25 (OI) \times \text{edad} + 3,5$.
- Si <2 años: $0,25 (OI) \times \text{edad} + 3$.
- Mediante los ultrasonidos:
 - Cabeza en extensión, plano transversal, caudal a cuerdas vocales.
 - Muy útil y más fiable que fórmulas antropométricas para:
 - Cálculo del diámetro del tubo endotraqueal (TET)⁵ especialmente en niños con riesgo de estenosis subglóticas, mediante la medición del diámetro subglótico, zona más estrecha de la vía aérea en la infancia, a través del cartilago cricoides (se identifica como una estructura hipoeicoica en forma de U invertida). A este nivel de la vía aérea, el diámetro interno de la luz cricoidea (en mm) se corresponde con el diámetro externo del TET.
 - Calculo tamaño TET de doble luz: en el caso de ventilación unipulmonar⁶, el tamaño de TET doble luz, general-

mente de morfología izquierda, se corresponde con el diámetro externo de la luz traqueal a nivel de la escotadura supraesternal (**Figura 2**).

- Predicción de estridor posextubación (la ausencia de artefacto de gas peri tubo endotraqueal tras desinflar el balón de neumotaponamiento aumenta el riesgo de estridor).

4. EXPLORACIÓN GLÓTICA. EPIGLOTIS Y CUERDAS VOCALES

4.1. Epiglotitis

- Normalidad: identificar cartílago como estructura hipoeoica, en forma de U, limitada entre dos imágenes hiperecoicas

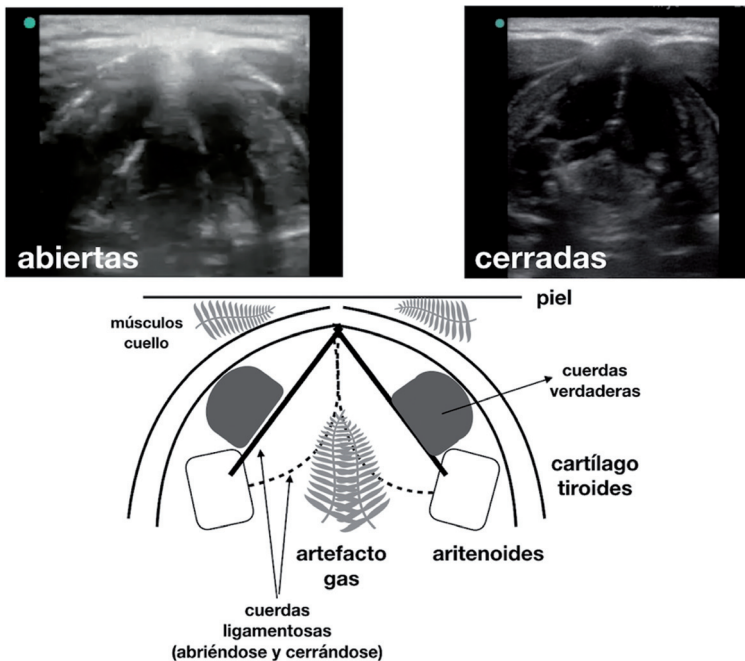
cas: una anterior o preepiglótica (espacio tirohideo) y otra posterior (interfase mucosa-gas).

- En caso de epiglotitis se dibuja el signo de la P, debido al acúmulo de líquido inflamatorio en epiglotis y repliegues aritenoepiglóticos.

4.2. Cuerdas vocales

- Ventana transcartilago tiroides (hipoeoico, forma en quilla o V invertida).
- Plano transversal (definir glotis): identificar cuerdas vocales naciendo anguladas en cara interna cartilago tiroides y extendiéndose posteriormente al cartilago aritenoides de cada lado (**Figura 3**).

Figura 3. Exploración de cuerdas vocales



- Comprobar apertura y cierre con fonación y respiración.
- Rotación a plano longitudinal: permite medir espesor cada cuerda vocal para diagnosticar diferentes causas de disfonía.

5. INTUBACIÓN DEL PACIENTE DESPIERTO

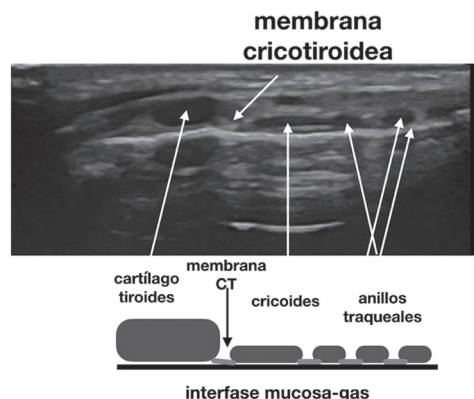
- Identificación cuerno superior hioides y cartilago tiroides^{7,8}.
- Evitar la arteria laríngea superior, siempre identificable.
- Se realizará mediante bloqueo del nervio laríngeo superior (rama interna), no visible.

6. VÍA AÉREA DIFÍCIL, POSICIONAMIENTO DE LA MASCARILLA LARÍNGEA, CRICOTIROIDECTOMÍA Y TRAQUEOTOMÍA

6.1. Vía aérea difícil

- Distancia mento-hioidea aumentada: para la medición de la grasa pretraqueal en pacientes obesos. Corte transversal sobre cuerdas vocales y medir la distancia desde la piel hasta la tráquea y 15 mm en lateral derecho e izquierdo. La suma de las 3 medidas estará aumentada en el paciente obeso y se puede predecir laringoscopia difícil.
- Presencia de contenido gástrico antral (escanear zona subxifoidea):
 - Medición tamaño antral.
 - Contenido líquido o sólido.

Figura 4. Exploración sagital cuello. Identificación cartilagos y membranas



6.2. Control del posicionamiento de la mascarilla laríngea

- Alineamiento adecuado del manguito de la mascarilla (ambos lados deben estar paralelos y horizontales).
- Los ultrasonidos son más útiles para comprobar rotaciones que para establecer la profundidad de su posicionamiento⁹.
- Permeabilidad de la vía aérea (generación artefacto de gas intratraqueal con las insuflaciones a través del dispositivo).

6.3 Cricotiroidectomía y traqueotomía

- Plano longitudinal, medio-sagital.
- Sonda lineal.
- Se aprecia en sentido craneocaudal: cartilago tiroides y cricoides (separados por membrana cricotiroidea), y al menos los tres primeros cartilagos traqueales (imagen en collar de perlas) (**Figura 4**).

- Permite definir la profundidad del sitio de punción cricotiroidea o del espacio entre los anillos traqueales, evitando posibles estructuras vasculares adyacentes, así como daños de la pared posterior de la vía aérea.

7. CONTROL DE INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL

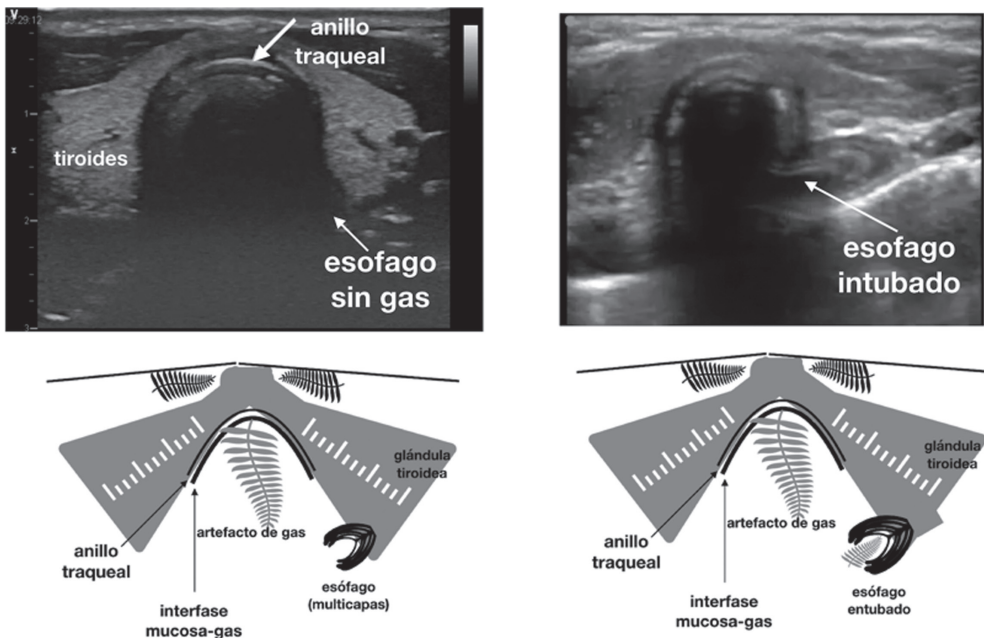
A tiempo real:

- Ver avanzar tubo a través de laringe y glotis.
- Aumento columna de gas en tráquea.
- Poco recomendable (interfiere con procedimiento urgente).

Tras el procedimiento (protocolo Tracheal Rapid Ultrasound Exam [TRUE])¹⁰:

- Realizar en menos de 20 segundos.
- Sonda lineal o *convex*.
- Plano transversal.
- Escotadura supraesternal (ventana transglándula tiroidea).
- Identificar en el interior del tiroides (glándula) la tráquea con su interfase mucosa-gas (imagen hiperecogénica en U invertida), conteniendo de la columna de gas (*comet-tail*).
 - Cuantificar número de columnas de gas (**Figura 5**):
 - Columna única de gas: necesariamente corresponde a tráquea (siempre tiene artefactos de gas en su interior); com-

Figura 5. Protocolo TRUE. Comprobación intubación endotraqueal



probar deslizamiento pleural izquierdo o movimiento frénico izquierdo (menos indicado por requerir más tiempo, cambio a sonda *convex* y mayor dificultad):

- * Positivo: intubación adecuada.
- * Negativo: intubación bronquial selectiva.
 - Doble columna de gas: una corresponderá a la traqueal, pero la otra al esófago: indica intubación esofágica.
- Control de la punta tubo endotraqueal:
 - Correlación ultrasonidos-radiografía de tórax: 1 cm encima del cayado aórtico en eco se corresponde con 0,5 cm por encima de la carina en la radiografía.
 - La comprobación directa es más sencilla en neonatos; se describen técnicas de movilizar tubo hacia arriba y abajo para identificar la punta del tubo¹¹.
 - En niños mayores se recomienda la comprobación indirecta del adecuado posicionamiento del tubo endotraqueal chequeando la presencia de *sliding* pulmonar o de movimiento diafragmático.
 - Si tubo endotraqueal con balón de neumatoponamiento, y mala imagen por presencia de artefacto de gas, rellenad *cuff* con suero salino.

8. LIMITACIONES

- Calcificación de los cartílagos (impide la visualización a su través).

- Variabilidad interobservador.
- Curva de aprendizaje (al menos 20 exploraciones y 2 horas de formación).

9. GUÍA RÁPIDA

Equipamiento y planos:

- Sonda lineal (alta frecuencia)/convex (baja frecuencia).
- Modo B.
- Plano transversal y longitudinal medio y parasagital.
- Preset: tejidos blandos o vascular.
- Cabeza en línea media con ligera hiperextensión (ladear en algunas exploraciones).

Ventanas de exploración:

- Suprahioidea (submentoniana-hioides):
 - Vía aérea difícil:
 - Cavidad oral: lengua/amígdalas (plano trasversal angulación craneal).
 - Grasa espacio preepiglotico.

Hioides: bloqueo nervio laríngeo superior. Intubación del paciente despierto.

Membrana tirohioideo:

- Epiglotis.
- Cuerdas vocales verdaderas y falsas (cartilago tiroideos): parálisis.

Membrana cricotiroidea: estructuras laríngea, traqueal y vasos.

- Intubación a tiempo real.
- Guiar técnicas: cricotirodectomía/traqueotomía.

Cricoides: medición diámetro subglótico (sombra acústica aérea).

- Selección de tamaño de TET.
- Columna de gas vía aérea: predecir riesgo de estenosis subglóticas.
- Predicción de estridor postextubación.

Supraesternal:

- Selección de tamaño de TET doble luz.
- Control de intubación (protocolo TRUE):
 - 1 columna de aire: intubación traqueal.
 - 2 columnas de aire: intubación esofágica.
 - Normoposición:
 - 1 cm por encima cayado aórtico eco = 0,5 cm sobre carina en radiografía.
 - Indirecta: deslizamiento pulmonar o movimiento diafragmático.

3. Cole F. Pediatric formulas for the anesthesiologist. *AMA J Dis Child.* 1957;94(6):672-3.

4. Motoyama EK. Endotracheal intubation. En: Motoyama EK, Davis PJ (eds.). *Smith's Anesthesia for infants and children.* 5.ª ed. St Louis: Mosby; 1990. p. 269-75.

5. Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, Shimizu F, Shime N, Sessler DI. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology.* 2010;113:819-24.

6. Sustić A, Miletić D, Protić A, Ivancić A, Cicvarić T. Can ultrasound be useful for predicting the size of a left double-lumen bronchial tube? Tracheal width as measured by ultrasonography versus computed tomography. *J Clin Anesth.* 2008 Jun;20(4):247-52.

7. Plaza M, González L, Mínguez CA, López RM. Bloqueo del nervio laríngeo superior guiado por ultrasonidos para la realización de una broncoscopia rígida. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2015;62(3):174-6.

8. Green JS, Tsui BC. Applications of Ultrasonography in ENT: Airway assesment and nerve blockade. *Anesthesiol Clin.* 2010 Sep;28(3):541-53.

9. Kim J, Kim JY, Kim WO, Kil HK. An ultrasound evaluation of laryngeal mask airway position in pediatric patients: an observational study. *Anesth Analg.* 2015 Feb;120(2):427-32.

10. Chou HC, Tseng WP, Wang CH, Huei-Ming M, Huang PC, Sim SS, *et al.* Tracheal rapid ultrasound exam (T.R.U.E) for confirming endotracheal tube placement during emergency intubation. *Resuscitation.* 2011(82):1279-1284.

11. Sheth M, Jaeel P, Nguyen J. Ultrasonography for Verification of Endotracheal Tube Position in Neonates and Infants. *Am J Perinatol.* 2017;34:627-32.

BIBLIOGRAFÍA

1. You-Ten KE, Siddiqui N, Teoh WH, Kristensen MS. Point-of-care ultrasound (POCUS) of the upper airway. *Can J Anaesth.* 2018 Apr;65(4):473-84.
2. Stafrace S, Engelhardt T, Teoh WH, Kristensen MS. Essential ultrasound techniques of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2016;26:122-31.