

ORIGINAL

Utilidad de la ecografía comparada con la capnografía y la radiografía en la intubación traqueal



P. Alonso Quintela^{a,*}, I. Oulego Erroz^{b,d}, M. Mora Matilla^a, S. Rodríguez Blanco^{c,d}, D. Mata Zubillaga^e y L. Regueras Santos^d

^a Servicio Pediatría, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

^b Servicio de Cardiología, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

^c Servicio de Neonatología, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

^d Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

^e Centro de Salud Ponferrada IV, Complejo Asistencial Universitario de León, León, España

Recibido el 19 de noviembre de 2013; aceptado el 10 de enero de 2014

Disponible en Internet el 21 de febrero de 2014

PALABRAS CLAVE

Ecografía;
Intubación traqueal;
Neonatos;
Niños;
Capnografía;
Radiografía

Resumen

Objetivos: Evaluar la utilidad de la ecografía frente a la capnografía y la radiografía en la intubación traqueal (IT) en niños y neonatos.

Material y métodos: Se incluyó a pacientes hemodinámicamente estables intubados en la UCIP y UCIN. Se verificó la posición del tubo endotraqueal (TET) tras cada intubación mediante ecografía traqueal y capnografía. Posteriormente, se comprobó la profundidad del TET por ecografía mediante la visualización de la punta del mismo y el deslizamiento pleural y, posteriormente, con radiografía de tórax. Se cronometraron los tiempos de realización de las técnicas.

Resultados: Se incluyó a 31 intubaciones en 26 pacientes (15 en UCIP y 16 en UCIN). No hubo diferencias significativas entre la ecografía y la capnografía ni entre la ecografía y la radiografía en la detección de la IT ni en la comprobación de la profundidad del TET. La sensibilidad y la especificidad de la ecografía comparada con la capnografía y la radiografía fueron del 92 y el 100%, y del 100 y el 75%, respectivamente. La ecografía fue significativamente más lenta que la capnografía (12 [4-16] vs. 6 [3-12] s; $p < 0,001$) y más rápida que la radiografía (0,22 [0,17-0,40] vs. 20 [17-25] min; $p < 0,001$).

Conclusiones: La ecografía parece tan efectiva como la capnografía, aunque más lenta en la comprobación de la IT. Podría ser de utilidad en situaciones donde la capnografía no sea fiable. La ecografía es tan efectiva y más rápida que la radiografía en la evaluación de la profundidad del TET, por lo que podría disminuir la utilización rutinaria de la radiografía.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: paulaalonsoquintela@gmail.com (P. Alonso Quintela).

KEYWORDS

Bedside ultrasound;
Tracheal intubation;
Newborn;
Children;
Capnography;
X-ray

Usefulness of bedside ultrasound compared to capnography and X-ray for tracheal intubation**Abstract**

Objectives: The aim of this study was to assess the usefulness of bedside ultrasound compared to capnography and X-ray for endotracheal intubation in children and newborns.

Materials and methods: Hemodynamically stable children intubated in pediatric and neonatal intensive care unit were included. Endotracheal tube insertion was checked after every intubation attempt by tracheal ultrasound and capnography simultaneously. The endotracheal tube insertion depth was then checked by assessment of lung sliding by thoracic ultrasound. Thereafter, Chest X-ray was performed and interpreted as usual. Time to perform each technique was recorded.

Results: The study included 31 intubations in 26 patients (15 in PICU and 16 in NICU). There were no statistically significant differences between tracheal ultrasound and capnography or between thoracic ultrasound and x-ray in identifying the correct endotracheal intubation and assessment of endotracheal tube insertion depth, respectively. Sensibility and specificity of ultrasound compared to capnography was 92% and 100%, and 100% and 75% compared to X-ray. Ultrasound was significantly slower compared to capnography [12 (4-16) vs 6 (3-12) seconds; $P < .001$] and significantly quicker compared to X-ray [0.22 (0.17-0.40) vs. 20 (17-25) minutes, $P < .001$].

Conclusions: Ultrasound appears to be as effective as capnography, although slower, for identifying endotracheal intubation. Ultrasound may be useful in clinical situations, such as cardiopulmonary resuscitation where capnography is less reliable. Ultrasound is as effective and quicker than X-ray for assessment of endotracheal tube insertion depth, and it may contribute to decrease the routine use of X-ray after tracheal intubation.

© 2013 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La intubación traqueal (IT) es una técnica esencial en el manejo de la vía aérea. Sin embargo, puede asociarse a complicaciones potencialmente graves, como la intubación esofágica (IE) inadvertida o la intubación selectiva de un bronquio. Por ello, tras toda intubación es necesario comprobar que la posición del tubo endotraqueal (TET) y su profundidad son correctas¹⁻³. La laringoscopia directa permite la comprobación directa de la IT, pero requiere experiencia por parte del operador y exige la interrupción de las maniobras de reanimación en caso de parada cardiorrespiratoria^{4,5}. Existen métodos alternativos, como la auscultación, la capnografía, la elevación del tórax, el empañamiento del tubo y la elevación de la frecuencia cardíaca en el neonato⁶. Aunque ninguno de ellos ha demostrado ser completamente fiable en la actualidad, la capnografía es el método más empleado y recomendado⁷. La radiografía de tórax se emplea de rutina en la mayoría de las unidades para comprobar la posición adecuada de la punta del TET en la tráquea tras la intubación. Existe aún poca experiencia en el uso de la ecografía en la intubación pediátrica. Estudios en adultos parecen indicar que la ecografía es tan fiable y rápida como los métodos convencionales y podría ofrecer ventajas en determinadas situaciones, como la parada cardiorrespiratoria^{3,8-10}.

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la aplicabilidad y la eficacia de la ecografía en la IT frente a los métodos más utilizados, como la capnografía o la radiografía de tórax.

Material y métodos**Diseño del estudio**

Estudio de validez de prueba diagnóstica, llevado a cabo entre enero del 2011 y junio del 2013. Se incluyó a pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos pediátricos y neonatales que precisaron intubación cuando el investigador encargado de realizar la ecografía estaba disponible. Ninguno de los pacientes incluidos se encontraba en situación de parada cardiorrespiratoria y todos estaban hemodinámicamente estables. El protocolo del estudio fue aprobado por el CEIC del centro y se obtuvo consentimiento informado de los padres o tutores legales.

Realización e interpretación de la ecografía

La ecografía se realizó con un equipo portátil (Vivid i, General Electrics, Atlanta, EE. UU.) equipado con sondas microcónvex 8 Hz y lineal de 12 Hz adecuadas por su alta definición de estructuras superficiales. Por su pequeño tamaño, la sonda microcónvex se utilizó en lactantes < 1 año y la lineal en > 1 año. Para la ecografía traqueal, la sonda se colocó por encima de la escotadura supraesternal con el cuello en ligera extensión (fig. 1) y para la ecografía torácica se colocó en plano longitudinal en posición axilar media en ambos hemitórax.

En el plano transversal, cuando el TET está alojado en la tráquea se observa un doble contorno producido por la interfaz entre el aire y el TET, del que se origina un



Figura 1 Colocación del paciente para la realización de ecografía traqueal.

artefacto en forma de cola de cometa (fig. 2 A). La presencia de esta imagen ha demostrado tener una sensibilidad del 100% en diversos estudios¹¹. En los casos de IE no se observa dicho artefacto, pudiéndose objetivar a veces el TET en el esófago en posición paratraqueal, aunque esto no es constante. En la ecografía en el plano longitudinal, la intubación endotraqueal muestra una imagen ecogénica de doble contorno a lo largo de la tráquea inmediatamente posterior a los anillos traqueales que no se observa en el caso de IE (fig. 2 B). Si el TET se encuentra en la tráquea extratorácica (malposición alta), se observa la punta del TET y una sombra acústica posterior que corresponde al aire en tráquea (fig. 2 C). La adecuada profundidad del TET se comprueba por ecografía torácica en modo 2D, que permite evaluar el deslizamiento pulmonar que supone la visualización del deslizamiento de la pleura visceral sobre la parietal con la expansión del tórax. Ante un movimiento simétrico bilateral, se descarta la intubación selectiva^{12,13}. En modo M, el deslizamiento pulmonar normal permite detectar el denominado «signo de la orilla del mar» (fig. 3). La ausencia de deslizamiento pulmonar no es específica de intubación selectiva y debe tenerse en cuenta que también aparece en caso de neumotórax o grandes atelectasias, o consolidaciones que impidan la movilidad del pulmón con la insuflación^{12,14}.

Protocolo del estudio

El protocolo del estudio se dividió en 2 fases: 1) intubación y comprobación simultánea con capnografía y ecografía traqueal, y 2) localización del TET con ecografía torácica y radiografía de tórax. La intubación corrió a cargo del médico responsable. Un pediatra con 5 años de experiencia en ecografía realizó todas las ecografías y un segundo investigador cronometró los tiempos empleados para la realización de cada una de las técnicas. No se tuvieron en cuenta el tiempo de encendido del ecógrafo ni la instalación y la calibración del capnógrafo. El tiempo para la radiografía se consideró desde la petición hasta la lectura en los terminales digitales de la unidad. La información obtenida por la ecografía no fue facilitada al médico responsable para no influir en su actitud clínica. El cronograma del protocolo se resume en la tabla 1.

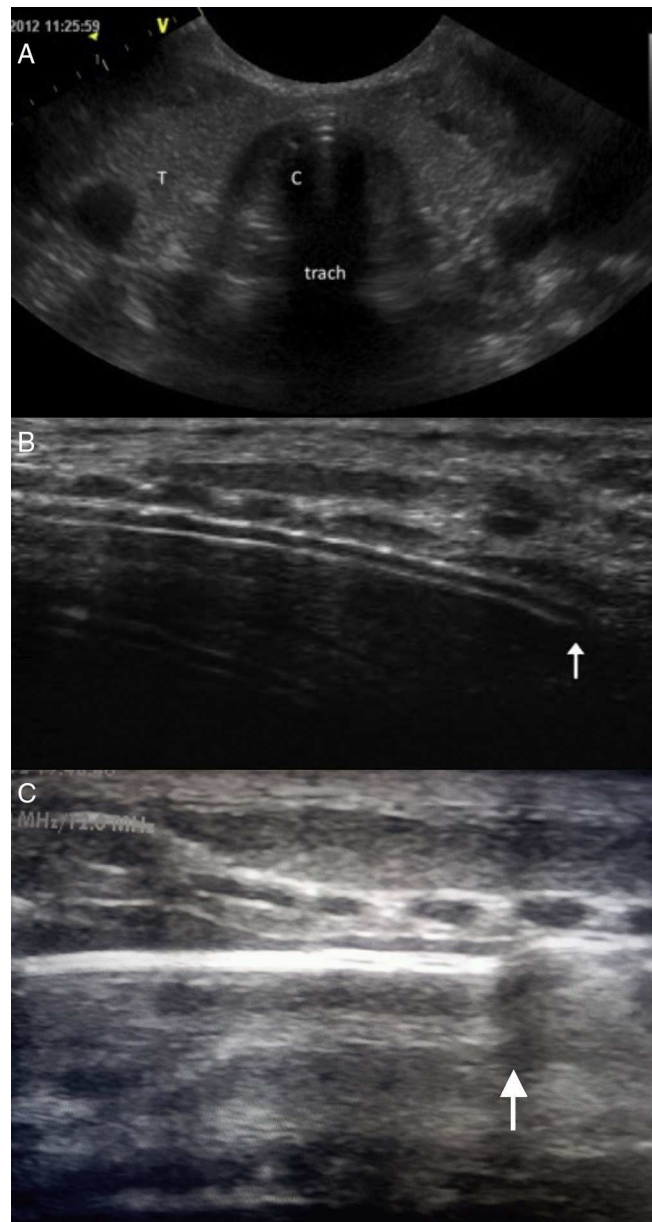


Figura 2 A) Plano transverso: sombra hiperecogénica o «signo de la cola de cometa» (C) visible en IT. B) Plano longitudinal: línea ecogénica de doble contorno correspondiente a TET (flecha) posterior a anillos traqueales. C) En casos de malposición alta, podemos objetivar sombra acústica posterior que corresponde al aire en tráquea (flecha). T: tiroides; Trach: tráquea.

Se consideró IT por capnografía la presencia de ≥ 3 ondas consecutivas con una meseta claramente identificable durante la insuflación con bolsa y mascarilla. Se consideró posición correcta del TET por radiografía cuando la punta del TET se encontraba alrededor de 2 cm de la carina. Se consideró malposición alta cuando el TET se encontraba por encima de la línea de unión clavicular en la radiografía e intubación selectiva si el TET se encontraba insinuado o introducido en el bronquio principal derecho.

Se consideró IT por ecografía la identificación de los signos ecográficos característicos mencionados en al menos uno de los planos realizados. Se consideró una profundidad

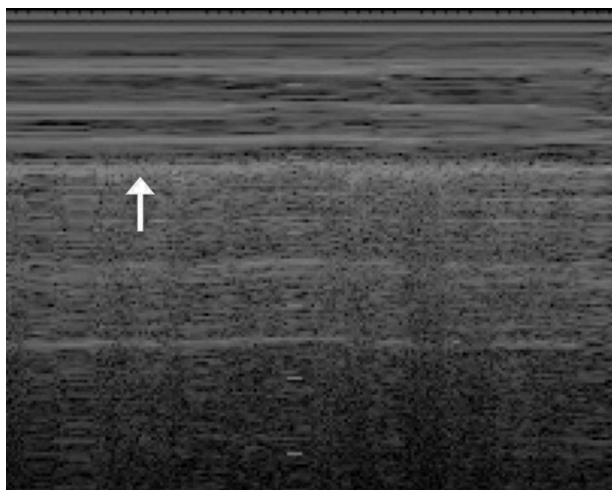


Figura 3 Ecografía pulmonar en modo M: signo del deslizamiento pulmonar; muestra una imagen parecida a la arena conocida como «signo de la orilla del mar». Línea pleural (flecha).

correcta del TET por ecografía cuando la punta del TET no se observó en la tráquea extratorácica en plano longitudinal y se visualizó claramente deslizamiento pulmonar bilateral en la ecografía torácica. Cuando la punta del TET se observó en ecografía longitudinal se consideró malposición alta y si el deslizamiento pulmonar era unilateral derecho, se consideró malposición por intubación selectiva. El algoritmo propuesto para la utilización de la ecografía en la IT se muestra en la [figura 4](#).

Análisis estadístico

Los datos cuantitativos se expresan como mediana y rango, y los cualitativos como número sobre el total (n/N). Se comparó el número de IT determinado por la capnografía con la ecografía. Así mismo se comparó el número de posiciones correctas determinadas entre la ecografía y la radiografía. También se comparó el tiempo de realización

Tabla 1 Cronograma del protocolo del estudio

1.ª fase: comprobación intubación	
Ecografía traqueal	Capnógrafo
Plano transversal	Conexión
Plano longitudinal	≥ 3 ondas con meseta
Punta del TET	
Fijación del TET	
2.ª fase: comprobación profundidad TET	
<i>Solicitud radiografía de tórax</i>	
<i>Ecografía torácica</i>	
Deslizamiento pulmonar	
Signo de la orilla del mar	
<i>Lectura de la radiografía de tórax</i>	

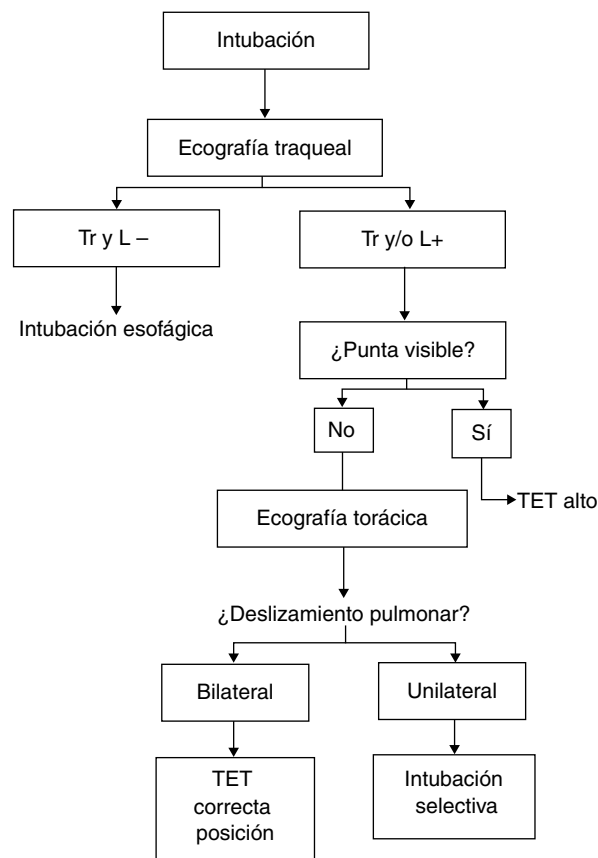


Figura 4 Algoritmo propuesto para el uso de la ecografía en la comprobación del TET. Tr: ecografía plano transversal. L: ecografía plano longitudinal. TET: tubo endotraqueal.

de las técnicas. Se hicieron comparaciones por subgrupos entre los resultados de UCIP y UCIN. Se utilizaron test no paramétricos (Wilcoxon para muestras pareadas y U de Mann-Whitney para muestras independientes) y chi al cuadrado. Se consideró significativa una $p < 0,05$.

Resultados

Se incluyeron 31 intubaciones en 26 pacientes. Trece fueron neonatos en UCIN, con una mediana de edad gestacional de 32 semanas (rango: 24-40) y una mediana de peso de 1.438 g (rango: 530-3450). Trece fueron niños en UCIP, con una mediana de edad de 4 años (rango: 3 meses-14 años) y una mediana de peso de 21 kg (rango: 4-58). Los resultados para la capnografía vs. la ecografía y para la radiografía vs. la ecografía se resumen en las [tablas 2 y 3](#). No hubo diferencias significativas en la capacidad de detectar la IT entre la capnografía y la ecografía en niños de UCIN ni de UCIP; sin embargo, la ecografía fue significativamente más lenta, diferencia que, no obstante, no se observó en el subgrupo de pacientes en UCIP. En cuanto a la comparación entre radiografía y ecografía, tampoco se encontraron diferencias significativas. No se visualizó el TET con ecografía en 2 neonatos con capnografía positiva. Por otro lado, la ecografía no detectó 2 malposiciones (TET en posición alta) que sí se mostraron en la radiografía. Considerando la capnografía como método de referencia, la ecografía

Tabla 2 Comparación de ecografía vs. capnografía en intubación traqueal

N = 31	Ecografía	Capnografía	p
<i>Intubación traqueal, n/N</i>			
UCIP	13/15	13/15	p = 1
UCIN	11/16	13/16	p = 0,414
Total	24/31	26/31	p = 0,520
<i>Tiempo, s</i>			
UCIP	6 (4-12)	4 (3-12)	p = 0,184
UCIN	34 (12-116) ^a	7 (4-10) ^b	p < 0,001
Total	12 (4-116)	6 (3-12)	p < 0,001

^a p < 0,001 UCIP ecografía vs. UCIN ecografía.

^b p = 0,005 UCIP capnografía vs. UCIN capnografía.

tuvo una sensibilidad del 92% y una especificidad del 100% para la detección del TET dentro de la tráquea. De la misma forma, la ecografía tuvo una sensibilidad del 100% y una especificidad del 75% comparada con la radiografía para detectar la profundidad correcta del TET. En cuanto al tiempo, la ecografía fue significativamente más rápida que la radiografía en todas las comparaciones.

Discusión

La ecografía se ha empleado en el manejo de la vía aérea para la valoración de la anatomía, la estimación del tamaño del TET, la posición del TET y la detección de intubación selectiva^{5,15-20}. En nuestra opinión, uno de los aspectos más interesantes de la ecografía es que permite, además de visualizar el TET, evaluar la profundidad del TET y descartar malposición.

Este estudio tiene como objetivo comparar la utilidad de la ecografía para la identificación de la IT con métodos más empleados en nuestro medio, como la capnografía y la radiografía de tórax. Hemos encontrado que la ecografía es eficaz en la identificación de la IT, con una sensibilidad y una especificidad altas comparadas con la capnografía. Sin embargo, es una técnica considerablemente más lenta. Hay que resaltar que las diferencias observadas ocurrieron a expensas del grupo en UCIN. Probablemente, ello se deba al pequeño tamaño de la estructuras del cuello en neonatos, lo que incrementa la dificultad de la técnica. En niños

mayores, la ecografía fue tan rápida como la capnografía. La capnografía, por su seguridad y rapidez, constituye actualmente el método más empleado para comprobar la IT^{7,11}. Sin embargo, en la parada cardiorrespiratoria, debido a la falta de un flujo pulmonar adecuado, la capnografía puede no ser fiable. En este contexto, la ecografía puede ofrecer ventajas en situaciones de intubación urgente. Existen estudios con amplio tamaño muestral realizados por Sim et al.¹² y Chou et al.⁹ que han demostrado mejores resultados de la ecografía comparada con la capnografía en situación de parada cardiorrespiratoria. Además, nosotros hemos encontrado que la ecografía es tan rápida como la capnografía en niños mayores, lo cual puede indicar su potencial utilidad en este contexto donde la fiabilidad y rapidez son esenciales.

Otras situaciones en las que la ecografía puede ofrecer ventajas sobre la capnografía son un volumen corriente muy pequeño como puede suceder en niños prematuros o la presencia de broncoespasmo severo. En ausencia de estas circunstancias especiales, si la capnografía está disponible, la ecografía probablemente no debe utilizarse o emplearse solo como método complementario. Además, hemos observado que en neonatos la técnica es técnicamente más difícil, lo cual puede explicar que el TET no se visualizara en 2 neonatos correctamente intubados (falsos negativos). Finalmente, en 2 neonatos no se detectó la posición alta del TET. Por tanto, estos aspectos deben tenerse en cuenta a la hora de aplicar la técnica en neonatos, especialmente en caso de que el operador no tenga suficiente experiencia.

En comparación con la radiografía de tórax, la ecografía fue tan eficaz como la radiografía tanto en UCIP como en UCIN, con una alta sensibilidad y una moderada especificidad. Los falsos negativos en nuestro estudio se debieron al fallo de la ecografía en detectar una posición alta del TET en neonatos, lo que puede estar en relación con el pequeño tamaño del cuello, que hace difícil delimitar si el extremo del TET está dentro o no de la tráquea extratorácica. Claramente, la ecografía requiere menos tiempo que la radiografía. Este hallazgo también fue objetivado por Sim et al.¹² en población adulta y por Kerrey et al.²¹ y Galicinao et al.⁵ en niños. Otro estudio realizado en adultos por Pfeiffer et al.^{3,10} demostró que la ecografía es tan rápida como la auscultación y supera a la combinación de capnografía y auscultación en la localización del TET. Otra ventaja de la ecografía frente a la radiografía es que, ante desplazamientos del TET con la manipulación del paciente, permite comprobar su posición tantas veces como sea preciso, sin radiación asociada.

La experiencia pediátrica en el empleo de la ecografía como método de comprobación del TET es escasa. Kerrey et al.²¹ refieren que la ecografía es equiparable a la radiografía de tórax para determinar la posición del TET en la vía aérea. En dicho estudio es importante destacar que los ecografistas eran novatos. Existen estudios que demuestran que la ecografía puede emplearse con garantías en personal extrahospitalario con escasa formación²². Posteriormente, Galicinao et al.⁵, en un estudio pediátrico, han demostrado una sensibilidad y una especificidad del 100% de la ecografía en comparación con métodos clínicos y la radiografía de tórax. En este estudio, también comparan la ecografía con la capnografía y concluyen que la ecografía es un método secundario complementario, que ofrece ventajas en determinadas situaciones. En nuestra opinión, la ecografía podría tener utilidad para verificar el TET y descartar la malposición

Tabla 3 Comparación ecografía vs. radiografía en comprobación posición TET

N = 26	Ecografía	Radiografía	p
<i>Posición correcta TET, n/N</i>			
UCIP	12/13	12/13	p = 1
UCIN	11/13	10/13	p = 0,472
Total	23/26	22/26	p = 0,871
<i>Tiempo, min</i>			
UCIP	0,21 (0,17-0,35)	21 (18-25)	p < 0,001
UCIN	0,25 (0,18-0,40) ^a	20 (17-25) ^b	p < 0,001
Total	0,22 (0,17-0,40)	20 (17-25)	p < 0,001

^a p = 0,387 UCIP ecografía vs. UCIN ecografía.

^b p = 0,491 UCIP radiografía vs. UCIN radiografía.

de forma rápida tras la intubación, evitando la realización rutinaria de radiografías especialmente en niños mayores. En neonatos, nuestros resultados indican que si existen datos que indiquen una malposición alta (fugas excesivas del respirador, etc.), la ecografía puede no ser suficiente y es necesario realizar una radiografía.

Las principales fortalezas de nuestro estudio son su carácter prospectivo, la realización de todas las ecografías por el mismo operador y el ser el primer estudio que compara simultáneamente la ecografía con métodos estándar, como la radiografía y la capnografía en niños y neonatos. Nuestro estudio está limitado principalmente por el escaso número de pacientes incluidos y su heterogeneidad. Otra limitación es que el estudio se ha realizado en un ambiente controlado como es la UCI, donde el número de intubaciones esofágicas o malposiciones del TET es habitualmente bajo. Ello puede limitar la generalización de los resultados a otros ámbitos, como la asistencia prehospitalaria o las urgencias.

Futuros estudios deberían evaluar el papel de la ecografía en el manejo de la vía aérea en situación de parada cardiorrespiratoria o inestabilidad hemodinámica especialmente. Idealmente, dichos estudios deberían ser multicéntricos y realizarse en hospitales pediátricos de gran volumen.

Conclusiones

La ecografía permite comprobar la posición del TET de forma tan eficaz como la capnografía, aunque requiere mayor tiempo, especialmente en neonatos. Además, en neonatos puede haber falsos negativos y ser difícil diferenciar la malposición alta del TET. La ecografía es eficaz y rápida para comprobar la profundidad del TET y descartar intubación selectiva, por lo que podría contribuir a disminuir la utilización rutinaria de la radiografía.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Timmermann A, Russo SG, Eich C, Roessler M, Braun U, Rosenblatt WH, et al. The out-of-hospital esophageal and endobronchial intubations performed by emergency physicians. *Anesth Analg*. 2007;104:619-23.
2. Werner SL, Smith CE, Goldstein JR, Jones RA, Cydulka RK. Pilot study to evaluate the accuracy of ultrasonography in confirming endotracheal tube placement. *Ann Emerg Med*. 2007;49:75-80.
3. Pfeiffer P, Rudolph SS, Børglum J, Isbye DL. Temporal comparison of ultrasound vs auscultation and capnography in verification of endotracheal tube placement. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55:1190-5.
4. Aziz HF, Martin JB, Moore JJ. The pediatric disposable end-tidal carbon dioxide detector role in endotracheal intubation in newborns. *J Perinatol*. 1999;19:110-3.
5. Galicinao J, Bush AJ, Godambe SA. Use of bedside ultrasonography for endotracheal tube placement in pediatric patients: A feasibility study. *Pediatrics*. 2007;120:1297-303.
6. Göksu E, Sayraç V, Oktay C, Kartal M, Akcimen M. How stylet use can effect confirmation of endotracheal tube position using ultrasound. *Am J Emerg Med*. 2010;28:32-6.
7. De Caen AR, Kleinman ME, Chameides L, Atkins DL, Berg RA, Berg MD, et al., Paediatric Basic and Advanced Life Support Chapter Collaborators. Part 10: Paediatric basic and advanced life support: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2010;81 Suppl 1:e213-59.
8. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. *Intensive Care Med*. 2002;28:701-4.
9. Chou HC, Chong KM, Sim SS, Ma MH, Liu SH, Chen NC, et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2013;84:1708-12.
10. Pfeiffer P, Bache S, Isbye DL, Rudolph SS, Røvsing L, Børglum J. Verification of endotracheal intubation in obese patients -temporal comparison of ultrasound vs. auscultation and capnography. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012;56:571-6.
11. Milling TJ, Jones M, Khan T, Tad-y D, Melniker LA, Bove J, et al. Transracheal 2-d ultrasound for identification of esophageal intubation. *J Emerg Med*. 2007;32:409-14.
12. Sim SS, Lien WC, Chou HC, Chong KM, Liu SH, Wang CH, et al. Ultrasonographic lung sliding sign in confirming proper endotracheal intubation during emergency intubation. *Resuscitation*. 2012;83:307-12.
13. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. *Lung sliding Chest*. 1995;108:1345-8.
14. Weaver B, Lyon M, Blaivas M. Confirmation of endotracheal tube placement after intubation using the ultrasound sliding lung sign. *Acad Emerg Med*. 2006;13:239-44.
15. Sustić A. Role of ultrasound in the airway management of critically ill patients. *Crit Care Med*. 2007;35 5 Suppl:S173-7.
16. Drescher MJ, Conard FU, Schamban NE. Identification and description of esophageal intubation using ultrasound. *Acad Emerg Med*. 2000;7:722-5.
17. Kim EJ, Kim SY, Kim WO, Kim H, Kil HH. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013;57:1124-30.
18. 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.
19. Hsieh KS, Lee CL, Lin CC, Huang TC, Weng KP, Lu WH. Secondary confirmation of endotracheal tube position by ultrasound image. *Crit Care Med*. 2004;32 9 Suppl:S374-7.
20. Oulego Erroz I, Alonso Quintela P, Rodríguez Blanco S, Fernández Miaja M. Verification of endotracheal tube placement using ultrasound during emergent intubation of a preterm infant. *Resuscitation*. 2012;83:143-4.
21. Kerrey BT, Geis GL, Quinn AM, Hornung RW, Ruddy RM. A prospective comparison of diaphragmatic ultrasound and chest radiography to determine endotracheal tube position in a pediatric emergency department. *Pediatrics*. 2009;123:e1039-44.
22. Lyon M, Walton P, Bhalla V, Shiver SA. Ultrasound detection of the sliding lung sign by prehospital critical care providers. *Am J Emerg Med*. 2012;30:485-8.