

PERAN ULTRASONOGRAFI UNTUK VERIFIKASI POSISI PIPA ENDOTRAKEAL PADA ANAK

DEWI SITORESMI AYUNINGTYAS
DEPARTEMEN ILMU KESEHATAN ANAK, UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
rr.dewisitoresmi@uii.ac.id

ABSTRACT

The Role of Ultrasonography for Verifying Endotracheal Tube Position in Children. Respiratory failure is the most common cause of cardiac arrest in children. When this condition occurs, an endotracheal tube must be used to provide ventilation and oxygenation assistance. Confirmation of correct endotracheal tube placement is a crucial step in airway management. Currently, ultrasound techniques are the choice for verifying the position of the endotracheal tube with a high degree of accuracy. This research is a literature review with searches via Pubmed, Cochrane Library, and Goggle Scholar. The results of this study showed that ultrasound imaging can help quickly assess the anatomical structure of the airway, as well as confirm the position of the endotracheal tube in the trachea. This method can be used in the intensive care unit, emergency room, or operating room. Ultrasound can also measure the depth of the endotracheal tube. The sensitivity and specificity of this examination are quite high. Thus, ultrasound can be an alternative technique to assist the endotracheal tube verification process in cases of children with respiratory failure.

Keywords: ultrasound, intubation, endotracheal tube, children

PENDAHULUAN

Gagal napas adalah penyebab tersering henti jantung pada pasien anak. Saat gagal napas terjadi, bantuan ventilasi dan pemasangan pipa endotrakeal harus dilakukan untuk dapat mempertahankan jalan napas dan memberikan terapi optimal. Intubasi yang sukses membutuhkan persiapan personalil, obat, dan alat yang baik (Young, 2015).

Konfirmasi penempatan pipa endotrakeal yang benar merupakan langkah krusial pada manajemen jalan napas. Posisi pipa endotrakeal yang salah dapat mengakibatkan penempatan di esofagus, ekstubasi yang tidak direncanakan, dan intubasi yang tidak tepat ke salah satu cabang utama bronkus sehingga terjadi atelektasis atau air leak syndromes. Tingkat kegagalan intubasi ke cabang utama bronkus setinggi 30% pada anak dan 7% pada neonatus (Jaeel et al., 2017).

Berbagai metode telah digunakan untuk mengetahui posisi pipa endotrakeal, diantaranya konfirmasi visual pipa endotrakeal yang masuk melewati pita suara dengan laringoskopi, pengembangan dinding dada yang simetris selama ventilasi, visualisasi cincin trakea dan karina menggunakan bronkoskopi fleksibel, auskultasi, kapnometri, kapnografi, dan rontgen toraks. Teknik-teknik tersebut bervariasi tingkat akurasinya (Das et al., 2015; Hartman, 2016).

Ultrasonografi (USG), yang dulunya merupakan ranah radiologis, saat ini menduduki tempat penting di ruangan gawat darurat, perawatan intensif, dan kamar operasi. Teknik pencitraan dengan USG telah muncul sebagai alat yang baru, mudah, portabel, dan noninvasif untuk menilai dan menatalaksana jalan napas. Selain itu, alat ini dapat memberikan penilaian real-time dan tidak memberikan paparan radiasi. Salah satu aplikasi klinisnya adalah untuk mengkonfirmasi dengan baik posisi pipa endotrakeal. Akurasi penggunaan USG untuk memverifikasi intubasi pipa endotrakeal telah banyak diteliti dan terbukti bahwa teknik ini memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Das et al., 2015; Jaeel et al., 2017; Kundra et al., 2011).

METODE

Penelitian ini merupakan literatur review yang disusun dengan mengumpulkan dan menelaah kepustakaan mengenai indikasi pemasangan pipa endotrakeal, USG, dan peran USG untuk memverifikasi posisi pipa endotrakeal. Pengumpulan dilakukan secara manual melalui buku maupun melalui internet. Penelusuran artikel di internet dilakukan melalui mesin pencari PubMed, Cochrane Library, maupun Google Scholar dengan kata kunci endotracheal intubation, endotracheal tube, dan ultrasonography. Artikel yang dipilih adalah kepustakaan berbahasa Indonesia dan Inggris. Kriteria yang digunakan adalah artikel penelitian, review article, tinjauan pustaka, buku teks, dan naskah lengkap.

HASIL DAN DISKUSI

USG Jalan Napas

USG adalah frekuensi akustik di atas batas pendengaran manusia (20kHz). Pada praktik medis, digunakan gelombang suara frekuensi tinggi (2-15 MHz). Transduser yang menghasilkan gelombang tersebut mengandung bahan yang memproduksi efek piezoelectric. Semakin rendah frekuensinya, semakin dalam gelombang tersebut dapat menembus jaringan tetapi resolusi gambar lebih rendah. Bentuk lapang pandang yang berbeda dapat dihasilkan tergantung dari bentuk dan konfigurasi transduser yang digunakan (Kundra et al., 2011; Robinson, 2007).

USG saat ini mulai naik daun sebagai alat yang aman, sederhana, portabel, dan noninvasif untuk menilai serta mengelola jalan napas. Pencitraan dengan USG dapat membantu penilaian cepat anatomi jalan napas, tidak hanya di ruangan operasi tetapi juga di unit perawatan intensif dan gawat darurat. Berbagai aplikasi klinisnya, yaitu identifikasi posisi pipa endotrakeal, menuntun pemasangan trakeostomi dan krikotiroidotomi, mendeteksi stenosis subglotis, memprediksi kondisi susah diintubasi dan stridor post intubasi, serta memprediksi ukuran pipa endotrakeal anak (Dalesio et al., n.d.; Kundra et al., 2011; Wadia et al., n.d.).

USG dapat digunakan untuk mencitrakan mulut, orofaring, struktur infrahyoid, laring, pita suara, dan trakea. Dapat pula mendapatkan informasi mengenai pergerakan pleura, diafragma, dan lambung. Informasi langsung di samping pasien seperti ini dibutuhkan dokter di ruang gawat darurat, anestesi anak, dokter anak bidang perawatan intensif, dokter bagian respirasi, dan paramedis (Stafrace et al., 2016).

Manajemen jalan napas yang tidak adekuat masih merupakan kontributor penting untuk mortalitas dan morbiditas pasien. USG memiliki beberapa kelebihan, seperti aman, cepat, dapat dilakukan berulang-ulang, portabel, tersedia luas, dan memberikan gambaran dinamik real time pada keadaan gawat darurat dan membutuhkan manajemen jalan napas. Terdapat berbagai macam aplikasi klinis dari USG jalan napas: (Teoh, n.d.)

- Prediksi jalan napas sulit
- Mendiagnosis patologi yang dapat mempengaruhi manajemen jalan napas
- Identifikasi membran krikotiroid
- Mengukur isi lambung sebelum manajemen jalan napas
- Prediksi diameter pipa endotrakeal atau pipa trakeostomi dengan tepat
- Membedakan intubasi trakea dan esofagus
- Membedakan intubasi trakeal dan endobronkial
- Diagnosis pneumotoraks
- Mengidentifikasi perbedaan penyebab hipoksia, dan edema pulmonal
- Prediksi kesuksesan weaning ventilator

USG menjadi alat yang sangat penting dalam manajemen jalan napas, terutama pada keadaan gawat darurat. Metode ini telah terbukti lebih unggul dibandingkan dengan auskultasi, dari segi kecepatan dan akurasi, untuk mendeteksi posisi pipa endotrakeal. Berdasarkan berbagai penelitian, USG bedside dapat digunakan untuk (Abhishek et al., 2017; Ethawi, 2016):

1. Visualisasi langsung pipa endotrakeal di trakea
2. Menunjukkan lung sliding sign
3. Ekskursi dan ketebalan diafragma

Meskipun sudah sangat banyak bukti yang mendukung penggunaan USG untuk mengkonfirmasi posisi dan kedalaman pipa endotrakeal, belum ada metode yang diterima secara universal untuk melakukan prosedur tersebut. Agar USG dapat berguna untuk mengkonfirmasi posisi pipa endotrakeal, anatomi jalan napas harus dapat diidentifikasi dengan cepat dan mudah sebelum intubasi. USG telah terbukti dengan beberapa metanalisis bahwa dapat secara akurat mengkonfirmasi intubasi endotrakeal dengan sensitivitas 93-98% dan spesifisitas 97-98%. Oleh karena kuatnya bukti manfaat penggunaannya, teknik ini telah dimasukkan dalam algoritma resusitasi termasuk ACLS (Romano et al., 2018).

Perbandingan USG dengan Metode Verifikasi Lain

Pemasangan pipa endotrakeal merupakan salah satu langkah utama untuk memastikan kontrol jalan napas yang stabil. Setelah pipa endotrakeal dipasang, maka dibutuhkan beberapa prosedur konfirmasi untuk memastikan ketepatan posisinya sebelum direkatkan dengan sekitarnya (Hsieh et al., 2004).

Kesalahan posisi pipa endotrakeal pada anak dalam kondisi gawat darurat berkisar antara 17-40%. Dari pemantauan selama 12 bulan di departemen gawat darurat di sebuah institusi, sekitar 43% dari pemasangan pipa endotrakeal berakhir di bronkus

utama kanan yang dikonfirmasi dengan rontgen dada. Kesalahan posisi pipa endotrakeal menempatkan pasien pada risiko hipoksia dan hiperkarbia (Kerrey et al., 2009).

Literatur lain menyebutkan bahwa pipa endotrakeal yang tidak sengaja masuk ke endobronkial terjadi pada sekitar 30% kasus intubasi gawat darurat anak. Kejadian tersebut meningkatkan risiko hipoksia dan barotrauma yang dapat menyebabkan gangguan neurologis dan kematian. Pasien anak dengan sakit kritis rentan terhadap komplikasi tersebut karena anak memiliki tingkat konsumsi O₂ yang lebih tinggi daripada orang dewasa dan indikasi intubasi gawat darurat paling sering adalah gagal napas (Tessaro et al., 2015).

Intubasi esofagus yang tidak diketahui merupakan salah satu komplikasi jalan napas paling berat dan berhubungan dengan morbiditas dan mortalitas pasien. Intubasi esofagus terjadi pada sekitar 5-8% usaha intubasi di ruang gawat darurat dan 4%-nya terlambat diketahui (Romano et al., 2018).

Metode standar untuk mengkonfirmasi posisi pipa endotrakeal adalah laringoskopi langsung dengan bantuan pemeriksaan klinis yang hati-hati, auskultasi, dan colorimetris end-tidal carbondioxide detectors (CECD). Rontgen dada yang dilakukan segera setelah intubasi digunakan untuk menilai kedalaman pipa endotrakeal, terutama saat laringoskopi langsung dan penilaian klinis sulit dilakukan serta hasil CECD samar. Selain itu, akses untuk segera mendapatkan hasil rontgen dada setelah intubasi sering terhambat karena berbagai alasan (Galicinao et al., 2007; Thomas et al., 2017).

Visualisasi langsung dari pipa endotrakeal yang melewati pita suara mengkonfirmasi posisi masuk ke trakea dibandingkan dengan esofagus, tetapi tidak bisa menilai kedalaman pipa dengan tepat. Penilaian klinis dengan auskultasi dan pengembangan dada gagal mendeteksi hingga 55% intubasi endobronkial. Palpasi cuff pipa endotrakeal pada sternal notch bersifat subjektif dan tidak dapat membedakan intubasi trakea dengan esofagus (Tessaro et al., 2015).

CECD merupakan baku emas penentuan cepat posisi pipa endotrakeal. Meski demikian, alat tersebut memiliki limitasi. CECD dapat rusak oleh mukus ataupun isi lambung. Hasil negatif palsu (contohnya gagal untuk mendeteksi CO₂ walaupun posisi pipa endotrakeal sudah di trakea) muncul selama henti jantung (circulatory arrest), saat darah kaya CO₂ tidak dapat mencapai paru sehingga proses ekspirasi CO₂ tidak bisa dilakukan. Hasil negatif palsu juga dapat muncul sebagai diagnosis intubasi esofagus karena tidak adanya ventilasi, padahal telah terjadi bronkospasme atau pipa endotrakeal yang kinking (Galicinao et al., 2007).

Minuman berkarbonasi yang diminum atau ventilasi tekanan positif dengan BVM akan menghasilkan peningkatan level CO₂ dalam lambung sehingga dapat menghasilkan perubahan warna positif palsu. Hal yang terakhir dapat dihindari dengan menilai membran pH setelah 6 kali napas. CECD tidak dapat mengonfirmasi lokasi tepat dari pipa endotrakeal tetapi mengimplikasikan bahwa pipa berada di dekat sumber kaya CO₂, sama seperti pada kasus dimana pipa endotrakeal berlokasi dekat dengan pita suara tetapi belum melewatinya (Galicinao et al., 2007).

Rontgen dada merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan untuk mengkonfirmasi kedalaman pipa endotrakeal, tetapi memiliki banyak kelemahan. Dibutuhkan sekitar 20 menit untuk mendapatkan hasil, membahayakan pasien yang tidak sengaja terintubasi endobronkial dalam jangka waktu lama. Selain itu, juga dibutuhkan untuk memanipulasi posisi pasien yang berisiko mengubah posisi pipa (Tessaro et al., 2015).

Dibutuhkan metode tambahan untuk mengkonfirmasi posisi pipa endotrakeal. Idealnya metode yang dibutuhkan pada suasana gawat darurat haruslah cepat, tidak invasif, mudah, dan objektif. USG memiliki kelebihan-kelebihan tersebut. Galicinao et al membandingkan USG dengan CECD dan radiografi dada untuk menilai posisi pipa endotrakeal. USG juga sangat efisien waktu, 49 kali lipat lebih cepat dibandingkan dengan rontgen dada (17.1 detik : 14.0 menit). Kedalaman pipa endotrakeal tidak dinilai pada penelitian tersebut (Galicinao et al., 2007).

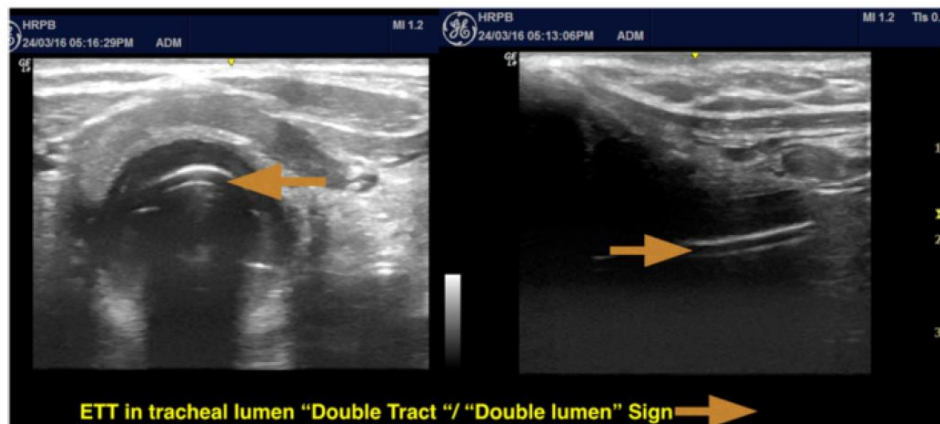
Penilaian posisi pipa endotrakeal

Konfirmasi posisi yang tepat dari pipa endotrakeal merupakan hal yang vital karena terjadinya intubasi esofagus yang tidak terdeteksi dapat berujung pada kerusakan otak akibat hipoksia yang ireversibel dan bahkan kematian. Intubasi esofagus dapat menghasilkan diafragma yang tidak bergerak atau berada pada keadaan paradoksial, dimana diafragma bergerak ke arah dada karena adanya peningkatan tekanan intraabdomen akibat ventilasi tekanan positif (Kundra et al., 2011; Tejesh et al., 2016).

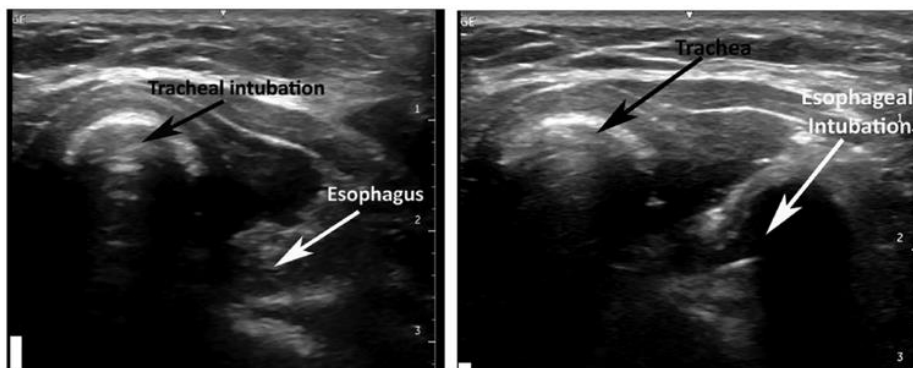
Walaupun banyak teknik telah direkomendasikan untuk memverifikasi lokasi pipa endotrakeal, belum ada satu metode ideal yang dapat digunakan di berbagai situasi. USG merupakan modalitas diagnostik yang noninvasif, real-time, dan dapat digunakan berulang-ulang. Alat ini juga cukup populer di rumah sakit dan bagian gawat darurat karena manfaatnya yang besar

untuk menilai berbagai aspek dari pasien dengan situasi kritis, seperti penilaian hemodinamik, fungsi jantung, dan sebagainya (Abhishek et al., 2017; Masoumi et al., 2017).

Menilai posisi pipa endotrakeal di trakea dapat dilakukan dengan USG dan telah diteliti memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Pipa endotrakeal dapat terlihat sebagai dua garis hyperechoic yang dideskripsikan sebagai tanda double lumen atau double tract (Masoumi et al., 2017; Osman & Sum, 2016).



Gambar 1. Tampilan transversal dan longitudinal pipa endotrakeal di trakea, terlihat sebagai tanda double tract/ double lumen (Osman & Sum, 2016).



Gambar 2. Intubasi trakea dan esofagus (Tejesh et al., 2016).

Chou et al menggunakan transduser convex di SSN, tracheal rapid ultrasound exam (TRUE) untuk mendiagnosis intubasi esofagus dan menghasilkan 98.9% sensitivitas dan 94.1% spesifisitas dari penggunaan pipa endotrakeal dari pendekatan transtrakeal. Di lain pihak, Adi et al menunjukkan bahwa bedside USG jalan napas atas berhubungan erat dengan gelombang kapnografi. Penelitian ini juga menunjukkan korelasi kuat antara USG dengan konfirmasi yang cepat posisi pipa endotrakeal dengan cepat (16.4 detik dengan standar deviasi 7.3 detik) (Osman & Sum, 2016).

Metanalisis oleh Chou et al menunjukkan bahwa pada situasi dimana kapnografi mungkin tidak dapat diandalkan, USG merupakan alat berharga untuk menilai jalan napas karena USG memiliki nilai diagnostik tinggi untuk mengidentifikasi intubasi esofagus dengan spesifisitas dan sensitivitas yang optimal (Osman & Sum, 2016).

Penelitian Tejesh et al memberikan hasil sensitivitas 100% and spesifisitas 97.9% untuk identifikasi intubasi trakea. Pemeriksaan USG dilakukan oleh seorang dokter anestesi dengan pelatihan yang sangat minimal dari departemen radiologi

untuk mengidentifikasi trakea dan esofagus secara sonografi. Sayangnya, penelitian ini tidak membandingkan hasil dengan baku emas (Tejesh et al., 2016).

Penilaian kedalaman pipa endotrakeal

USG merupakan cara yang efektif dan cepat dibandingkan dengan rontgen dada untuk menilai kedalaman pipa endotrakeal, terutama pada pasien anak. Oleh karena itu, penggunaan rutin dari rontgen dada setelah intubasi trakea di ruang perawatan intensif dapat dihindari (Rajan et al., 2017).

Sitzwohl menemukan bahwa auskultasi dan pengembangan dada selama pemeriksaan klinis gagal mendeteksi hampir 55% intubasi endobronkial. Studi kadaver oleh Uya et al menunjukkan bahwa sonografer amatir dapat mengidentifikasi secara tepat cuff pipa endotrakeal yang dikembangkan dengan saline setinggi SSN (Osman & Sum, 2016).

Intubasi endobronkial dapat didiagnosis dengan cepat dan efisien melalui pergerakan diafragma dan adanya lung sliding sign pada paru yang berventilasi dengan baik. Jika paru tidak berventilasi, maka akan terlihat diafragma yang tidak bergerak atau bergerak sedikit dan tidak adanya lung sliding sign dari sisi kontralateralnya (Hsieh et al., 2004; Kundra et al., 2011).

Pada neonatus, lokasi ujung pipa endotrakeal dihubungkan dengan arkus aorta yang diukur dengan USG dapat digunakan untuk mengkonfirmasi kedalaman masuknya pipa. USG diafragma dapat mendeteksi dengan tepat kedalaman pipa endotrakeal sehingga tidak akan berada di jalan napas terlalu dalam (sampai ke cabang utama bronkus kanan atau kiri). Jika terjadi intubasi endobronkial, bantuan ventilasi akan menyebabkan pergerakan diafragma hanya di bagian yang sama dengan letak pipa; sisi kontralateralnya tidak akan bergerak sama sekali atau hanya bergerak sedikit dalam gerakan paradoksikal (Masoumi et al., 2017; Nam et al., 2015; Stafrace et al., 2016).

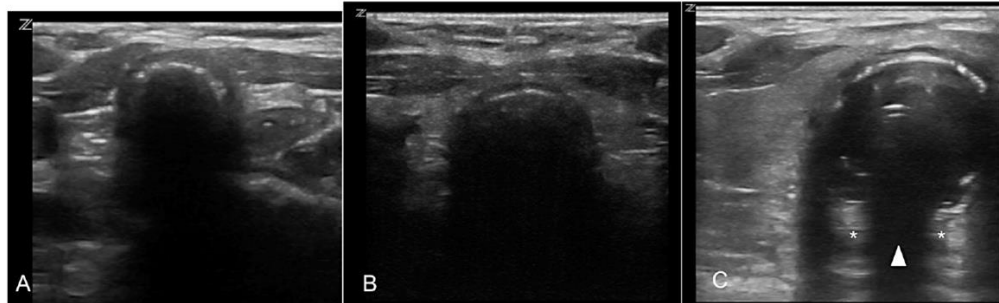
Kerrey et al dalam penelitiannya menggunakan dua cara tidak langsung untuk mendeteksi kedalaman pipa endotrakeal, yaitu dari tampilan interkostal dan diafragma. Tampilan interkostal menggunakan lung-sliding sign untuk menilai posisi pipa endotrakeal. Namun, gambar dari tampilan ini lebih sulit didapatkan dan diinterpretasikan. Pergerakan diafragma dapat divisualisasikan dengan lebih akurat, tetapi tidak terlalu baik untuk menilai kedalaman posisi pipa endotrakeal. Terdapat beberapa kasus dimana intubasi trakea salah diartikan sebagai intubasi cabang utama bronkus. Jika USG digunakan sebagai penentu utama posisi pipa endotrakeal, maka pasien-pasien tersebut berisiko tinggi untuk mengalami ekstubasi. Hasil dari penelitian ini adalah USG memiliki sensitivitas 91% untuk menilai intubasi trakeal, tetapi memiliki spesifisitas 50% untuk menilai intubasi cabang utama bronkus (Kerrey et al., 2009).

Menurut penelitian Tessaro et al, di tangan yang terlatih, USG leher anterior dapat membedakan secara akurat antara intubasi esofagus dan trakea. USG untuk mengkonfirmasi kedalaman pipa endotrakeal secara tidak langsung (dengan bilateral lung sliding dan pergerakan diafragma) masih inferior dibandingkan dengan rontgen dada. Lung sliding sign bilateral dapat muncul pada 50% kasus intubasi endobronkial. Teknik ini juga tidak berguna pada kasus-kasus seperti pneumotoraks, emfisema subkutis, efusi pleura, keganasan pulmonal, dan obstruksi pipa endotrakeal (Ramsingh et al., 2016; Tessaro, n.d.; Tessaro et al., 2015). Di lain pihak, USG paru tidak selamanya mendapatkan dukungan. Pendapat lain menyatakan bahwa USG paru meskipun cukup akurat untuk mendeteksi posisi pipa endotrakeal, tetapi membutuhkan ventilasi tambahan dan meningkatkan interupsi kompresi dada selama resusitasi. Intubasi endobronkial benar merupakan komplikasi kritis selama intubasi gawat darurat yang dapat berujung pada morbiditas dan mortalitas. Akan tetapi, meminimalkan interupsi kompresi dada jauh lebih penting untuk keselamatan pasien dengan henti jantung sesuai dengan panduan ACLS. Penggunaan USG trakeal untuk mengkonfirmasi posisi pipa endotrakeal pada pasien henti jantung lebih dipilih (Ramsingh et al., 2016).

Pipa endotrakeal dengan cuff yang terletak di level SSN berkorelasi dengan kedalaman yang tepat dari pipa. Cuff yang diisi udara tidak dapat dibedakan secara sonografi dari daerah trakea sekitarnya yang juga terisi udara. Penggunaan saline pada cuff pipa endotrakeal merupakan praktik yang aman. USG bedside dari pipa endotrakeal dengan cuff yang diisi saline dapat menjadi metode ideal untuk memverifikasi kedalaman intubasi karena tidak melibatkan radiasi, tidak membutuhkan reposisi pasien, memberikan hasil langsung, dan dapat diulang sebanyak mungkin diperlukan. Pemeriksaan ini dapat meningkatkan keamanan pasien selama intubasi karena dapat mendeteksi intubasi endobronkial yang akurat (Tessaro et al., 2015).

Tessaro et al melakukan penelitian tersebut dengan menggunakan baku emas berupa fiberoptic bronchoscope. Hasilnya ialah USG untuk memvisualisasi cuff yang terisi saline untuk menentukan posisi pipa endotrakeal yang tepat memiliki sensitivitas 98.8% dan spesifisitas 96.4%. Saat cuff divisualisasi, rata-rata ujung pipa endotrakeal berada 2.7 cm di atas karina (rentangnya 1.5-4.5 cm). Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memvisualisasi cuff ialah 4 detik (rentang 1.0-15.0 detik) (Tessaro, n.d.; Tessaro et al., 2015).

Tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa penggunaan saline untuk mengembangkan cuff berhubungan dengan meningkatnya risiko pecahnya cuff. Jika memang terjadi kasus tersebut, volume saline yang masuk ke jalan napas mirip dengan yang digunakan selama suctioning pipa endotrakeal dan tidak akan memberikan risiko pada pasien. Setelah prosedur konfirmasi dilakukan, saline dapat ditukar lagi dengan udara agar tidak membingungkan tenaga medis lainnya (Tessaro, n.d.).



Gambar 3. Tampilan USG dari leher anterior anak laki-laki berusia 4 tahun pada level SSN selama intubasi pipa endotrakeal dengan cuff yang diisi saline. (A) Gambar sebelum intubasi. (B) Ujung pipa endotrakeal berada di bronkus utama kanan. Cuff yang diisi saline tidak terlihat. (C) Ujung pipa endotrakeal berada 3cm di atas karina. Cuff yang diisi saline memudahkan visualisasi dari jaringan yang lebih dalam dari cuff (diperlihatkan oleh *), kecuali dimana bayangan akustik muncul dari udara yang berada di dalam pipa endotrakeal itu sendiri (diperlihatkan oleh anak panah) (Tessaro et al., 2015).

KESIMPULAN

Pemasangan pipa endotrakeal dilakukan jika terjadi henti napas dan henti jantung, distres napas (sekunder karena asma, pneumonia, apnea, atau kejang), gangguan kesadaran, persiapan untuk dilakukan prosedur bedah, atau untuk proteksi jalan napas. Keputusan untuk mengintubasi terkadang sulit diambil.

Pencitraan dengan USG dapat membantu penilaian cepat anatomi jalan napas dan mengkonfirmasi posisi pipa endotrakeal di trakea; tidak hanya di ruangan operasi tetapi juga di unit perawatan intensif dan gawat darurat. USG dapat pula mengukur kedalaman pipa endotrakeal dan memperkirakan besar pipa yang harus digunakan. Sensitivitas dan spesifisitas dari masing-masing penggunaan tersebut cukup tinggi. Oleh karena kuatnya bukti manfaat penggunaannya, teknik-teknik tersebut telah dimasukkan dalam algoritma resusitasi termasuk ACLS.

USG jalan napas atas yang dilakukan dokter menunjukkan tanda positif sebagai alat yang efektif untuk manajemen jalan napas, tetapi tetap dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk memvalidasi pendidikan dan pelatihan mengenai metode ini dibandingkan dengan standar yang sudah ada. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa tidak dibutuhkan latihan panjang untuk sonografer pemula untuk dapat melakukan teknik USG yang dibutuhkan. Namun, belum ada sertifikasi atau akreditasi yang tersedia untuk kemampuan khusus ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhishek, C., Munta, K., Rao, S., & Chandrasekhar, C. (2017). End-tidal capnography and upper airway ultrasonography in the rapid confirmation of endotracheal tube placement in patients requiring intubation for general anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*, 61, 486–489. <https://doi.org/10.4103/ija.IJA>
- Dalesio, N., Meshon, B., Greenberg, S., Ly, O., & Greenberg, R. (n.d.). The use of ultrasound in pediatric airway: anatomic changes seen with age. <http://www2.pedsanesthesia.org/meetings/2014winter/posters/uploads/178--NM-272.pdf>
- Das, S. K., Choupoo, N. S., Haldar, R., & Lahkar, A. (2015). Transtracheal ultrasound for verification of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Anesthesia*, 62(4), 413–423. <https://doi.org/10.1007/s12630-014-0301-z>
- Ethawi, Y. (2016). Confirming Endotracheal Tube (ETT) Position in Pediatric and Neonatology Using a Bedside Ultrasound (Us); an Emerging Tool. *Journal of Neonatal Biology*, 5(3), 5–7. <https://doi.org/10.4172/2167-0897.1000229>

- Galicinao, J., Bush, A. J., & Godambe, S. A. (2007). Use of bedside ultrasonography for endotracheal tube placement in pediatric patients: A feasibility study. *Pediatrics*, 120(6), 1297–1303. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-2959>
- Hartman, M. (2016). Pediatric emergencies and resuscitation. In R. Kliegman, B. Stanton, J. Geme, N. Schor, & R. Behrman (Eds.), *Nelson textbook of pediatrics* (20th ed., p. 495). Elsevier Inc.
- Hsieh, K. S., Lee, C. L., Lin, C. C., Huang, T. C., Weng, K. P., & Lu, W. H. (2004). Secondary confirmation of endotracheal tube position by ultrasound image. *Critical Care Medicine*, 32(9 Suppl). <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000134354.20449.b2>
- Jaeel, P., Sheth, M., & Nguyen, J. (2017). Ultrasonography for endotracheal tube position in infants and children. *European Journal of Pediatrics*, 176(3), 293–300. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2848-5>
- Kerrey, B. T., Geis, G. L., Quinn, A. M., Hornung, R. W., & Ruddy, R. M. (2009). A prospective comparison of diaphragmatic ultrasound and chest radiography to determine endotracheal tube position in a pediatric emergency department. *Pediatrics*, 123(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2008-2828>
- Kundra, P., Mishra, S. K., & Ramesh, A. (2011). Ultrasound of the airway. *Indian Journal of Anaesthesia*, 55(5), 456–462. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.89868>
- Masoumi, B., Azizkhani, R., Emam, G. H., Asgarzadeh, M., & Kharazi, B. Z. (2017). Predictive value of tracheal rapid ultrasound exam performed in the emergency department for verification of tracheal intubation. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(5), 618–623. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.072>
- Nam, J. S., Park, I., Seo, H., & Min, H. G. (2015). The use of lung ultrasonography to confirm lung isolation in an infant who underwent emergent video-assisted thoracoscopic surgery—a case report. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(4), 411–414. <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.4.411>
- Osman, A., & Sum, K. M. (2016). Role of upper airway ultrasound in airway management. *Journal of Intensive Care*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40560-016-0174-z>
- Rajan, S., Surendran, J., Paul, J., & Kumar, L. (2017). Rapidity and efficacy of ultrasonographic sliding lung sign and auscultation in confirming endotracheal intubation in overweight and obese patients. *Indian Journal of Anaesthesia*, 61(3), 230–234. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.202164>
- Ramsingh, D., Frank, E., Houghton, R., Schilling, J., Gimenez, K. M., Banh, E., Rinehart, J., & Cannesson, M. (2016). Auscultation versus Point-of-care Ultrasound to Determine Endotracheal versus Bronchial Intubation, A Diagnostic Accuracy Study. *Anesthesiology*, 124(5), 1012–1020.
- Robinson, T. (2007). Basic principles of ultrasound. In Y. Lemoigne (Ed.), *Physics for medical imaging applications* (pp. 101–110). Springer US.
- Romano, M. J., Lee, J. S., & Chenkin, J. (2018). Comparison of techniques for visualisation of the airway anatomy for ultrasound-assisted intubation: A prospective study of emergency department patients. *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*, 37(6), 545–549. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2018.01.001>
- Stafrace, S., Engelhardt, T., Teoh, W. H., & Kristensen, M. S. (2016). Essential ultrasound techniques of the pediatric airway. *Paediatric Anaesthesia*, 26(2), 122–131. <https://doi.org/10.1111/pan.12787>
- Tejesh, C. A., Manjunath, A. C., Shivakumar, S., Vinayak, P. S., Yatish, B., & Geetha, C. R. (2016). Sonographic detection of tracheal or esophageal intubation: A cadaver study. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 10(3), 314–316. <https://doi.org/10.4103/1658-354X.174922>
- Teoh, W. (n.d.). *Ultrasound in airway management*.
- Tessaro, M. O. (n.d.). *Trick of the trade: ultrasound confirmation of pediatric endotracheal tube placement- trust your tube*.
- Tessaro, M. O., Salant, E. P., Arroyo, A. C., Haines, L. E., & Dickman, E. (2015). Tracheal rapid ultrasound saline test (T.R.U.S.T.) for confirming correct endotracheal tube depth in children. *Resuscitation*, 89(C), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.08.033>
- Thomas, V. K., Paul, C., Rajeev, P. C., & Palatty, B. U. (2017). Reliability of ultrasonography in confirming endotracheal tube placement in an emergency setting. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 21(5), 257–261. https://doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM_417_16

- Wadia, R., Harvey, H., Ly, O., Greenberg, S., Dalesio, N., & Greenberg, R. (n.d.). A systematic approach to evaluate age related changes of the pediatric airway with ultrasound. <http://www2.pedsanesthesia.org/meetings/2016winter/guide/protected/posters/uploads/428--NM-251.pdf>
- Young, L. (2015). Respiratory failure. In R. Schafermeyer, M. Tenenbein, C. Macias, G. Shariieff, & L. Yamamoto (Eds.), *Strange and schafermeyer's pediatric emergency medicine* (4th ed., pp. 90–92). McGraw-Hill Education.