BioSCIENCE Artigo de Revisão
2026;84:e00005
https://doi.org/10.55684/2026.84.pt.e00005

A ultrassonografia à beira do leito pode tornar a intubação pediátrica mais segura?

Luis Gustavo Machado Farias[1], Alan Cristian Cordeiro Siqueira[1], Kammilly Fernanda Alves dos Santos[1], Fernanda Marcondes Ribas[1], Edgardo Emilio Serra[2], Valeria Daniela Robles[3]

RESUMO VISUAL

Afiliação dos autores:
[1]Instituto Presbiteriano Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil;
[2]Centro Integral de Endocrinología y Nutrición, Buenos Aires, Argentina;
[3]Cirugía Bariátrica Diagnomed, Buenos Aires, Argentina.

Contribuição dos Autores:
Luis Gustavo Machado Farias: Conceituação, Metodologia, Investigação, Análise formal, Administração do projeto, Supervisão
Alan Cristian Cordeiro Siqueira: Metodologia, Investigação,
Kammilly Fernanda Alves dos Santos: Investigação, Metodologia
Fernanda Marcondes Ribas: Redação (esboço original)
Edgardo Emilio Serra: Redação (esboço original)
Valeria Daniela Robles: Redação (revisão e edição)

Correspondência
Luis Gustavo Machado Farias
E-mail: luisgustavomf27@gmail.com

Mensagem Central
A confirmação rápida e precisa do posicionamento e do calibre do tubo endotraqueal é fundamental na prática pediátrica. Métodos tradicionais, como radiografia e capnografia, apresentam limitações relacionadas ao tempo, à exposição à radiação e à incapacidade de avaliar profundidade ou seletividade. Assim, mapear e sintetizar as evidências sobre o uso da ultrassonografia para confirmar o posicionamento, profundidade e calibre do tubo endotraqueal em populações pediátricas é interessante no atendimento às crianças

Perspectiva
A ultrassonografia à beira do leito é método eficaz, rápido e reprodutível para confirmar o posicionamento e estimar o calibre do tubo endotraqueal em pediatria. Ela pode auxiliar o atendimento; contudo, a implementação em larga escala requer padronização de protocolos e capacitação estruturada.

Conflito de interesse: Nenhum
Financiamento: Nenhum
Recebido em: 05/01/2026
Aceito em: 18/02/2026
Data de publicação: 06/03/2026
Editor Associado: Attila Csendes
Disponibilidade de dados: Dados disponíveis junto ao autor correspondente, mediante solicitação fundamentada.

Como citar este artigo
Farias LGM, Siqueira ACC, Santos KFA, Ribas FM, Serra EE, Robles VD. A ultrassonografia à beira do leito pode tornar a intubação pediátrica mais segura? BioSCIENCE. 2026;84:e00005. https://doi.org/10.55684/2026.84.pt.e00005

CC BY

RESUMO

Introdução: A confirmação rápida e precisa do posicionamento e do calibre do tubo endotraqueal é fundamental na prática pediátrica. Métodos tradicionais, como radiografia e capnografia, apresentam limitações relacionadas ao tempo, à exposição à radiação e à incapacidade de avaliar profundidade ou seletividade.

Objetivo: Mapear e sintetizar as evidências sobre o uso da ultrassonografia (US) para confirmar o posicionamento, a profundidade e o calibre do tubo endotraqueal em populações pediátricas.

Método: Revisão de escopo conduzida conforme as diretrizes PRISMA-ScR. Foram pesquisadas as bases PubMed, Embase e Cochrane Library em setembro de 2025, sem restrição de idioma. Incluíram-se estudos clínicos que compararam US com radiografia, capnografia, broncoscopia ou fórmulas anatômicas. Excluíram-se aqueles com amostras menores que dez participantes, populações exclusivamente adultas ou simulações sem dados clínicos. Dois revisores independentes realizaram a triagem e a extração dos dados. Os achados foram sintetizados narrativamente em cinco domínios: distinção traqueal versus esofágica, profundidade e seletividade, estimativa de calibre, tempo de confirmação e reprodutibilidade.

Resultados: Foram incluídos 23 estudos publicados entre 2010 e 2025, abrangendo cenários de emergência, centro cirúrgico e terapia intensiva pediátrica. A ultrassonografia apresentou sensibilidade geralmente ≥ 90% e tempos de confirmação inferiores a um minuto.

Conclusão: A US à beira do leito é método eficaz, rápido e reprodutível para confirmar o posicionamento e estimar o calibre do tubo endotraqueal em pediatria. A implementação em larga escala requer padronização de protocolos e capacitação estruturada.

PALAVRAS-CHAVE: Ultrassonografia de vias aéreas. Pediatria. Intubação endotraqueal.

INTRODUÇÃO

A confirmação rápida e precisa do posicionamento do tubo endotraqueal (TET) é essencial para a segurança da via aérea em pediatria. Métodos convencionais, como ausculta, observação de embaçamento e radiografia, podem apresentar limitações relacionadas à demora e à acurácia operacional. A capnografia é útil para avaliar a ventilação, mas não fornece informações sobre a profundidade ou a seletividade do TET. A ultrassonografia (US) à beira do leito, por sua vez, evita exposição à radiação e tem demonstrado ser consistentemente mais rápida que a radiografia, embora possa, em alguns relatos, ser discretamente mais lenta que a capnografia.[1-3]

A US point-of-care (POCUS) permite a visualização direta das estruturas traqueais e a avaliação pleurodiafragmática. Em populações pediátricas, estudos conduzidos em pronto-socorro, unidade de terapia intensiva e centro cirúrgico relatam sensibilidade frequentemente ≥ 90%, especificidade variável e tempo de confirmação inferior a um minuto, com alta concordância interobservador (κ ≈ 0,87-0,93).[1,3] As principais abordagens técnicas incluem varreduras suprasternal e traqueais, avaliação do deslizamento pleural e do movimento diafragmático, além da visualização direta da ponta do tubo e do uso de cuff preenchido com solução salina. Os padrões de referência mais utilizados são a radiografia, a capnografia e, em menor escala, a broncoscopia. Esse conjunto de métodos reforça o papel da US como ferramenta multimodal, que agrega avaliação anatômica - inclusive de profundidade - à vigilância funcional fornecida pela capnografia.[2,4]

Sínteses recentes de literatura indicam desempenho elevado da US para confirmar a intubação e avaliar a profundidade do TET em diferentes faixas etárias pediátricas, embora ainda exista heterogeneidade entre técnicas, protocolos e padrões de comparação.[5,6] Persistem lacunas quanto à padronização de procedimentos e ao relato metodológico, com predominância de estudos unicêntricos e variação significativa na experiência dos operadores.

O objetivo desta revisão de escopo foi mapear e sintetizar as evidências sobre o uso da US na confirmação do posicionamento e na avaliação da profundidade do TET em populações pediátricas, descrevendo as técnicas empregadas, os padrões de referência, o desempenho diagnóstico, os tempos de execução e a reprodutibilidade, de modo a subsidiar protocolos clínicos integrados e orientar futuras pesquisas multicêntricas.

MÉTODO

Esta revisão de escopo foi conduzida de acordo com as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR). O objetivo foi identificar e sintetizar as evidências sobre o uso da US para confirmar o posicionamento e estimar o calibre do TET em populações pediátricas. Foram realizadas buscas abrangentes nas bases PubMed/MEDLINE, Embase e Cochrane Library em setembro de 2025, sem restrição de idioma. A estratégia de busca combinou vocabulário controlado (MeSH/Emtree) e termos livres relacionados a ultrasonography, endotracheal intubation e pediatric population, conectados por operadores booleanos (AND/OR). As referências de revisões relevantes também foram examinadas manualmente para identificar estudos adicionais. Foram incluídos estudos clínicos que avaliaram a US para confirmação do TET ou estimativa de calibre, comparados a padrões de referência como radiografia, capnografia, broncoscopia ou fórmulas anatômicas. Foram considerados elegíveis delineamentos prospectivos e retrospectivos, estudos de acurácia diagnóstica e revisões sistemáticas. Foram também excluídas séries com menos de 10 participantes, estudos exclusivamente em adultos e investigações baseadas apenas em simulações sem dados clínicos. Dois revisores independentes realizaram a triagem de títulos, resumos e textos completos, resolvendo discordâncias por consenso. Os dados extraídos incluíram cenário clínico, técnica ultrassonográfica, padrão de referência, métricas diagnósticas (sensibilidade, especificidade, acurácia e valores preditivos), tempo de confirmação e concordância

CC BY

interobservador (κ). Devido à heterogeneidade metodológica entre os estudos, os resultados foram sintetizados de forma narrativa e organizados em cinco domínios: distinção traqueal versus esofágica, profundidade e intubação seletiva, estimativa do calibre, tempo de confirmação e reprodutibilidade. Não foi realizada metanálise nem avaliação formal de risco de viés, em conformidade com o escopo do PRISMA-ScR. Este estudo utilizou exclusivamente dados secundários de domínio público; portanto, não houve necessidade de aprovação por Comitê de Ética em Pesquisa nem de obtenção de consentimento informado.

RESULTADOS

A busca incluiu 23 artigos diretamente relacionados ao tema que foram compilados nesta revisão (Tabela).

DISCUSSÃO

A busca identificou 76 registros nas bases PubMed, Embase e Cochrane Library. Após a remoção de duplicatas, 55 títulos e resumos foram triados e 31 textos completos avaliados. Oito estudos foram excluídos por se basearem em simulações sem desfechos clínicos ou por não apresentarem dados diagnósticos relevantes. No total, 23 estudos clínicos foram incluídos nesta revisão de escopo (Tabela).

Os estudos abrangeram o período de 2010 a 2025 e foram conduzidos em diversos países da Ásia, Europa e América do Norte, contemplando ampla variedade de cenários, salas cirúrgicas, serviços de emergência e UTI pediátricas. Foram identificados diferentes delineamentos metodológicos, incluindo coortes prospectivas, estudos de acurácia diagnóstica e revisões sistemáticas.[1,5,6] As populações avaliadas incluíram neonatos, lactentes, crianças e adolescentes até 17 anos, com tamanhos amostrais variando entre 42 e 155 participantes por estudo.[1,3]

As abordagens ultrassonográficas agruparam-se em quatro categorias principais: 1) protocolos integrados de via aérea e pulmões, como TRUCE e 5-AIR;2,3 2) visualização do cuff preenchido com solução salina no entalhe suprasternal ou entre os anéis traqueais, como no protocolo TR.U.S.T.;4 3) avaliações pleurais e/ou diafragmáticas isoladas;[6,7] e 4) medições subglóticas para predição do calibre do tubo.[17,18] Radiografia de tórax e capnografia foram os padrões de referência mais frequentemente utilizados, seguidas por broncoscopia, fluoroscopia ou comparação com fórmulas anatômicas tradicionais.[1,9]

No conjunto dos estudos pediátricos, a acurácia diagnóstica da US para confirmação da intubação e estimativa de profundidade variou conforme a técnica e o nível de experiência dos operadores.[1,5] A revisão sistemática mais abrangente, composta por 33 estudos e 1.934 exames, relatou acurácia entre 90,6% e 100% para a confirmação da intubação e entre 66,7% e 100% para a avaliação da profundidade, demonstrando desempenho superior das abordagens ultrassonográficas em comparação às fórmulas anatômicas tradicionais para escolha do calibre do TET.[5,10]

Entre os protocolos integrados, o TRUCE (com janelas suprasternal e pleurais bilaterais) apresentou identificação correta do TET em 97,4% dos casos, em comparação a 83,2% na radiografia, com sensibilidade de 98% e concordância interobservador de 96,8% (κ= 0,53).[1] O protocolo 5-AIR, que combina US traqueal em tempo real e avaliação pleurodiafragmática, atingiu sensibilidade de 100% para detecção de intubação seletiva, acurácia global de 96% e maior rapidez que capnografia e ausculta - com mediana de seis segundos para confirmação da posição traqueal versus 15 segundos (capnografia) e 12 segundos (ausculta).[2]

Entre as técnicas baseadas em cuff salinizado, o protocolo TR.U.S.T. apresentou sensibilidade de 98,8%, especificidade de 96,4%, valor preditivo positivo de 96,5% e valor preditivo negativo de 98,8%, com tempo médio de exame de quatro segundos e excelente reprodutibilidade (κ = 0,93).[4] Em contextos com menor treinamento, o desempenho foi reduzido: em UTI pediátrica, um protocolo pleural simplificado demonstrou sensibilidade de 77% e especificidade de 68% em comparação à radiografia, embora com confirmação mais rápida (POCUS: dois minutos; radiografia: 10 minutos).[6]

A avaliação da profundidade do TET também apresentou desempenho consistente. Estudos comparando US diafragmática à radiografia mostraram sensibilidade de 0,91 para detecção de posição traqueal e especificidade de 0,50 para intubação seletiva em brônquio fonte, com tempo médio de confirmação oito minutos menor que a radiografia.[8] Em crianças criticamente enfermas, a US demonstrou confiabilidade elevada para estimar profundidade, sendo o método dos anéis traqueais ("tracheal ring method") o mais acurado entre as técnicas avaliadas.[4,9] Em ambiente eletivo, o uso do deslizamento pleural guiado por US superou a ausculta na identificação de posicionamento subótimo do tubo.[3,8]

Para a escolha do calibre do TET, a medida do diâmetro subglótico por US apresentou desempenho superior às fórmulas baseadas em idade. Em coorte de 118 crianças de 1-5 anos com tubos microcuff, a concordância entre o diâmetro estimado pela US e o melhor ajuste clínico foi de 99,2%, em comparação a 77,1% pela fórmula etária, com correlação r = 0,994 e κ = 0,986. O uso primário da US poderia ter evitado aproximadamente 22% das trocas de tubo.[17] Resultados adicionais confirmaram que o diâmetro mínimo transverso subglótico medido por US guia de forma mais precisa a seleção do TET do que métodos tradicionais, inclusive em pacientes com tubos reforçados.[18] Uma síntese quantitativa de 33 estudos relatou acurácia da US entre 23,3% e 100%, dependendo do desfecho e do protocolo empregado.[10]

De modo geral, a confirmação do posicionamento por US foi mais rápida que a radiografia: de 4-6 segundos em protocolos integrados (TR.U.S.T. e 5-AIR) e alguns minutos nas abordagens pleurais isoladas.[2,4,6] Estudos comparativos registraram redução média de 8-10 minutos no tempo de confirmação em relação à radiografia.[8,13] A reprodutibilidade foi elevada

CC BY

TABELA — Síntese das referências diretamente relacionadas ao tema (23 artigos).[1-23]

Autor e ano	Tipo de estudo	Objetivo	Método	Conclusão
Gautam et al.[1] 2025	Estudo observacional prospectivo (acurácia diagnóstica)	Avaliar a acurácia da ultrassonografia em três pontos (TRUCE) para confirmar a posição do TET em crianças, tendo a radiografia de tórax como padrão de referência.	155 crianças (3 meses a 12 anos) intubadas em pronto-socorro e UTI pediátrica; US em três pontos (fúrcula esternal e tórax anterior bilateral) comparada à radiografia, com concordância interobservador.	A US em três pontos identificou a posição correta do TET em 97,4% (vs. 83,2% na radiografia), com sensibilidade de 98%; método eficaz, sensível, seguro e reprodutível à beira do leito.
Baruah et al.[2] 2024	Estudo observacional prospectivo	Comparar a acurácia e o tempo do protocolo ultrassonográfico de via aérea em 5 pontos (5-AIR) com a capnografia e a ausculta na confirmação da intubação e do posicionamento do TET.	75 crianças (2 a 12 anos), ASA I e II, em cirurgia eletiva; US traqueal em tempo real seguida de US pleural e diafragmática bilateral, comparadas à capnografia quantitativa e à ausculta.	O 5-AIR foi rápido e acurado (sensibilidade 100% e acurácia global 96% para o posicionamento), confirmando a posição traqueal mais rapidamente que a capnografia; útil como complemento aos sinais clínicos.
Tessaro et al.[3] 2015	Estudo prospectivo de viabilidade (acurácia diagnóstica)	Avaliar a acurácia da US traqueal do cuff preenchido com solução salina (T.R.U.S.T.) para confirmar a profundidade correta de inserção do TET em crianças.	42 crianças em cirurgia; US na fúrcula esternal durante posicionamento endotraqueal vs. endobrônquico, confirmado por broncoscopia e avaliado por dois revisores cegos.	Método acurado e rápido (sensibilidade 98,8%, especificidade 96,4%; κ= 0,93; exame médio de 4 s) para confirmar a profundidade correta do TET.
Datta et al.[4] 2024	Estudo prospectivo transversal (acurácia diagnóstica)	Avaliar a acurácia diagnóstica da US de via aérea para confirmar a profundidade do TET em crianças criticamente enfermas.	62 crianças (2 meses a 17 anos) intubadas com TET com cuff na UTI pediátrica; três técnicas (fúrcula esternal, cricoide e anéis traqueais) com cuff salinizado, comparadas à radiografia.	A US é bom método para confirmar a profundidade do TET; o método dos anéis traqueais teve a melhor acurácia (κ= 0,87) e é de fácil execução.
Wani et al.[5] 2021	Ensaio clínico prospectivo não randomizado	Avaliar o uso da POCUS para determinar a posição do cuff do TET em relação à cartilagem cricoide na população pediátrica.	80 pacientes (1 a 78 meses); após a intubação, identificação do cuff salinizado e dos anéis traqueais/cricoide no plano longitudinal por POCUS.	A POCUS é meio rápido e eficaz para identificar a posição do cuff do TET em relação à cricoide, com aplicações no perioperatório, na emergência e na UTI.
Guerder et al.[6] 2021	Estudo prospectivo unicêntrico (acurácia diagnóstica)	Avaliar o desempenho de uma US pulmonar (POCUS) simplificada para confirmar o posicionamento do TET na UTI pediátrica e comparar o tempo com a radiografia.	71 crianças criticamente enfermas com intubação urgente; sinal de deslizamento pleural comparado à radiografia; operadores com treinamento de 1 hora.	A US pleural, embora mais rápida que a radiografia (2 vs. 10 min), foi inadequada para identificar intubação seletiva (sensibilidade 77%, especificidade 68%) em equipe pouco habituada; útil à beira do leito por operadores treinados.
Bharathi et al.[7] 2022	Estudo prospectivo comparativo	Predizer o tamanho adequado do TET pelo diâmetro subglótico medido por US, comparado a fórmulas baseadas em idade/altura e a métodos clínicos.	27 crianças (2 a 15 anos); intubação com TET de tamanho predeterminado por US; tamanho ótimo definido pelo teste de escape (cuff leak).	O diâmetro subglótico por US é forma fácil, eficaz e não invasiva de predizer o tamanho do TET, com acurácia superior às fórmulas etárias e de altura.
Pillai et al.[8] 2018	Estudo observacional prospectivo	Avaliar a utilidade do diâmetro transverso mínimo da via aérea subglótica (MTDSA) por US para selecionar o TET em crianças com cardiopatia congênita.	51 crianças (1 dia a 5 anos) em cirurgia cardíaca; tamanho do TET guiado pelo MTDSA, com melhor ajuste pelo teste de escape e comparação com a fórmula de Cole.	O MTDSA por US predisse o melhor TET em 87,8% dos casos (vs. 27,5% da fórmula etária); método seguro e acurado na população cardíaca pediátrica.
Gupta & Ahluwalia[9] 2022	Revisão sistemática e metanálise	Avaliar a acurácia da correlação ultrassonográfica vs. fórmulas etárias padrão na predição do tamanho do TET em pediatria.	Revisão sistemática (PubMed, Cochrane, Embase) com 48 estudos (1.978 pacientes) e 18 correlações independentes; registrada no PROSPERO.	A US é modalidade eficaz para estimar o tamanho do TET, superior às fórmulas etárias/de altura (correlação combinada 0,824); técnica não invasiva, custo-efetiva e reprodutível.
Liu et al.[10] 2023	Revisão sistemática	Resumir as aplicações da US de via aérea em cada etapa da intubação endotraqueal em pacientes pediátricos.	Revisão sistemática (MEDLINE, Embase, Cochrane e base chinesa) com 33 estudos e 1.934 exames de US; acurácia diagnóstica como desfecho.	A US confirma a intubação (acurácia 90,6 a 100%), a profundidade (66,7 a 100%) e o tamanho do TET (23,3 a 100%), superando métodos tradicionais; necessário protocolo unificado.
Congedi et al.[11] 2022	Revisão sistemática e metanálise	Avaliar a eficácia da US na adequação do posicionamento do TET em recém-nascidos a termo e prematuros e comparar o tempo com outros métodos.	Metanálise de 14 estudos (602 avaliações de TET) em UTI neonatal e sala de parto; radiografia como padrão-ouro em cerca de 80% dos casos.	A POCUS é técnica rápida e eficaz para identificar a intubação correta em neonatos (sensibilidade agrupada 93,4%), sendo mais rápida que a radiografia.
Levkovitz et al.[12] 2023	Estudo prospectivo observacional de viabilidade	Examinar a confiabilidade de um novo método ultrassonográfico para avaliar a posição do TET em neonatos.	42 exames em 33 neonatos; distância da ponta do TET à artéria pulmonar direita por US comparada à radiografia (padrão-ouro).	A medida US da distância TET à artéria pulmonar direita teve excelente acurácia (κ= 0,82; especificidade 100%); são necessários mais estudos de viabilidade clínica.
Dennington et al.[13] 2012	Estudo piloto prospectivo	Determinar se a US à beira do leito demonstra a localização da ponta do TET em recém-nascidos prematuros e a termo.	30 recém-nascidos com posição confirmada por radiografia; US com transdutor linear de 13 MHz; medida da distância ponta do TET à carina.	A US visualizou a posição do TET em todos os neonatos (boa correlação com a radiografia; exame < 5 min); requer validação adicional antes do uso rotineiro.
Huang et al.[14] 2022	Estudo prospectivo educacional (simulação)	Avaliar a eficácia de um currículo de domínio baseado em simulação para treinar clínicos sem experiência em US a avaliar a posição do TET neonatal.	29 neonatologistas; aula teórica e sessão de simulação com modelo (phantom) 3D de traqueia/aorta; checklist de desempenho e avaliações pré/pós.	O treinamento baseado em simulação com modelo 3D melhorou o conhecimento e a habilidade na avaliação ultrassonográfica do TET por operadores inexperientes.
Rajasekhar et al.[15] 2018	Estudo observacional prospectivo	Comparar se o diâmetro subglótico por US ou a largura do dedo mínimo se correlaciona melhor com o diâmetro externo (DE) do TET em crianças.	60 pacientes (6 meses a 8 anos), ASA I e II, em cirurgia eletiva; medidas pré-operatórias do diâmetro subglótico (USGD) e da largura do dedo mínimo (LFB); concordância de Lin.	Nem o USGD nem a LFB foram preditores confiáveis do DE do TET (concordância baixa: 0,29 e 0,46, respectivamente).
Lin et al.[16] 2016	Revisão sistemática	Descrever os dados disponíveis sobre a acurácia e a viabilidade da US à beira do leito para verificar a posição do tubo traqueal em crianças.	Revisão sistemática (MEDLINE, Embase) de 9 artigos (US cervical, pulmonar/diafragmática e visualização direta da ponta); qualidade avaliada por QUADAS.	A US à beira do leito é viável e útil como adjuvante na confirmação do tubo traqueal (sensibilidade transtraqueal 0,92 a 1,00); faltam estudos multicêntricos randomizados.
Alonso Quintela et al.[17] 2014	Estudo prospectivo comparativo	Avaliar a utilidade da US à beira do leito comparada à capnografia e à radiografia para a intubação traqueal em crianças e neonatos.	31 intubações em 26 pacientes (UTI pediátrica e neonatal); US traqueal e capnografia simultâneas, US torácica vs. radiografia, com registro do tempo.	A US foi tão eficaz quanto a capnografia (embora mais lenta) e tão eficaz e mais rápida que a radiografia; pode reduzir o uso rotineiro de radiografia pós-intubação.
Jaeel et al.[18] 2017	Revisão da literatura	Revisar a literatura sobre o uso da US para o posicionamento do TET na população pediátrica.	Busca nas bases Ovid e MEDLINE sobre US para intubação e posicionamento do TET em lactentes e crianças.	A US para verificação do TET é bem tolerada e pode complementar a determinação do posicionamento correto, associada à radiografia e à capnografia; faltam estudos de técnica e treinamento.
Salvadori et al.[19] 2021	Estudo prospectivo	Estabelecer a confiabilidade da US para avaliar a posição do TET em UTI neonatal, o tempo necessário e a tolerância dos pacientes.	71 recém-nascidos; distância da ponta do TET à artéria pulmonar direita por US comparada à distância da ponta à carina na radiografia (concordância de Lin; Bland-Altman).	A ecografia do TET é método rápido, tolerável e altamente confiável (tempo médio 3,2 min), com potencial para reduzir a exposição à radiação em neonatologia.
Zaytseva et al.[20] 2020	Estudo observacional prospectivo	Definir a profundidade ótima do TET a partir da gengiva em neonatos e comparar a POCUS com a radiografia na confirmação da ponta do TET.	Neonatos intubados; medidas no lábio e na gengiva durante a radiografia; POCUS (sonda cardíaca de 10 MHz, janela paraesternal alta); regressão linear por peso.	A marcação na gengiva (≈ 5,2 cm + peso em kg) é viável; a POCUS confirma rapidamente a posição da ponta do TET com acurácia semelhante à radiografia (CCI 0,95).
Recker et al.[21] 2024	Revisão sistemática	Sintetizar as evidências sobre aplicações, benefícios, desafios e estratégias educacionais da POCUS em neonatologia.	Revisão sistemática (esquema SPIDER e termos MeSH) com 68 publicações; síntese narrativa dos achados.	A POCUS representa avanço significativo na medicina neonatal (incluindo a confirmação do TET), reduzindo procedimentos invasivos; requer treinamento e diretrizes padronizadas.
Saravia et al.[22] 2023	Revisão sistemática	Determinar a capacidade da US de avaliar a via aérea subglótica em pediatria para estimar o tamanho adequado do TET.	Revisão sistemática (PubMed, Scopus, Embase) de 16 estudos (1.633 crianças) com US laríngea transcervical do MTDSA.	A US laríngea transcervical é preditor confiável do tamanho do TET (predição em 48 a 100% vs. 24 a 95% das fórmulas etárias), com implicações na prevenção de trauma por intubação.
Yang et al.[23] 2024	Ensaio clínico randomizado	Explorar o uso da US para determinar o MTDSA na seleção do modelo de TET reforçado com cuff em crianças.	110 crianças (3 a 6 anos) randomizadas em três grupos (MTDSA por US, fórmula etária e fórmula de altura); comparação da acurácia preditiva e das complicações.	A medida do MTDSA por US teve maior acurácia (87,2% vs. 54,3% e 47,2%), reduzindo trocas de tubo e complicações; auxilia a escolha do TET reforçado com cuff em pediatria.

CC BY

quando os operadores possuíam treinamento formal, com concordâncias interobservador frequentemente superiores a κ = 0,9.[3,4]

Em síntese, os 23 estudos clínicos incluídos corroboram a eficácia diagnóstica e a aplicabilidade operacional da US à beira do leito para: 1) confirmar a intubação traqueal; 2) detectar profundidade inadequada ou intubação seletiva e 3) estimar o calibre ideal do TET em pediatria.[10,17,18] A variação metodológica observada reflete tanto a versatilidade da técnica quanto a necessidade de padronização e capacitação. O desempenho é maximizado quando se combinam janelas traqueais, pleurais e diafragmáticas em protocolos integrados e quando a medida subglótica é utilizada para orientar a escolha do tubo.[3,5,17]

Esta revisão de escopo demonstra que a US à beira do leito é método acurado, rápido e reprodutível para confirmar o posicionamento do TET em pacientes pediátricos. A sensibilidade reportada é frequentemente ≥ 90%, enquanto a especificidade varia conforme a técnica e o padrão de referência utilizados.[1,3,5] Os tempos de confirmação situam-se majoritariamente abaixo de um minuto, e a concordância interobservador permanece elevada (κ ≈ 0,87 - 0,93).[3,4]

Protocolos integrados que combinam janelas traqueais e pulmonares tendem a apresentar desempenho superior, ao passo que abordagens isoladas - como a avaliação exclusivamente pleural - demonstram maior variabilidade na especificidade.[2,6] A análise dos estudos evidencia sensibilidade consistentemente alta e especificidade mais heterogênea, reforçando o papel da US como ferramenta de verificação multimodal, complementar a outros métodos diagnósticos, em vez de teste isolado.[1,5]

Sob a perspectiva operacional, a US supera a radiografia em tempo de confirmação e, em algumas séries, mostrou-se mais rápida também que a ausculta. Embora a capnografia possa ser pontualmente mais veloz, esta não fornece informação sobre profundidade ou seletividade do TET com a mesma resolução anatômica.[3,8,21] Em termos comparativos, tempos típicos variam entre 4-17 segundos para a US, aproximadamente 14-20 minutos para a radiografia e cerca de seis segundos para a capnografia em um estudo específico.[2,4] Esses achados sustentam o papel da US como ferramenta de decisão imediata, capaz de reduzir atrasos e exposição desnecessária à radiação.[2,8]

Os valores preditivos relatados, quando disponíveis, foram elevados, com valores preditivos positivos na faixa de 90% e variação do valor preditivo negativo conforme o cenário e a técnica empregada. Razões de verossimilhança descritas em alguns estudos reforçam a robustez clínica da US dentro de protocolos bem definidos.[4,5] A alta reprodutibilidade (κ até 0,93) observada em diferentes contextos confirma a consistência interobservador e apoia a incorporação da US em fluxos assistenciais pediátricos conduzidos por operadores treinados.[3,4,16]

As principais limitações do corpo de evidências incluem amostras reduzidas, predominância de estudos unicêntricos, heterogeneidade nos protocolos e nos padrões de referência, além de cegamento incompleto entre operadores e avaliadores, o que aumenta o risco de viés de aferição.[1,5,6] Observa-se também escassez de dados provenientes de contextos pré-hospitalares e sub-relato de desfechos clínicos relevantes, como dessaturação grave, necessidade de reintubação e complicações pulmonares.[5,6,13] Tais limitações restringem a generalização dos resultados e dificultam a realização de metanálises comparáveis entre técnicas.[5,10,23]

Em termos práticos, a integração da US a algoritmos de confirmação do TET imediatamente após a intubação deve ser priorizada, com uso de sequências padronizadas que combinem janela suprasternal ou traqueal e avaliação pleural bilateral, além da observação de movimentos diafragmáticos quando necessário.[2,3,6,22] Em ambientes com radiografia lenta ou indisponível, a US permite confirmação em poucos segundos e pode reduzir a ocorrência de posicionamentos inadequados.[2,8] A capnografia deve permanecer como método complementar para monitorar ventilação contínua, enquanto a US fornece informações anatômicas sobre profundidade e seletividade que a capnografia isoladamente não é capaz de oferecer.[1,4,21]

Quanto à agenda de pesquisa, destacam-se a necessidade de padronização dos protocolos (com definição de marcos anatômicos, pontos de corte e sequência de janelas), o estabelecimento de currículos mínimos de treinamento e a validação multicêntrica com cegamento adequado.[5,6,19] Ensaios pragmáticos comparando rotas diagnósticas integradas (US + capnografia) com práticas habituais são essenciais para avaliar impacto em desfechos clínicos, tempos de processo e custos.[5,10] Estudos em cenários pré-hospitalares e análises de custo-efetividade são prioritários para ampliar a adoção segura da US em sistemas com diferentes níveis de recursos.[5,20]

Em síntese, a US de via aérea em pediatria configura-se como método rápido, sensível e altamente reprodutível para confirmação do posicionamento do TET, com potencial para reduzir atrasos e exposição à radiação.[3,4,16] Considerando a variabilidade de especificidade entre técnicas, seu uso ideal ocorre dentro de protocolos integrados, aplicados por profissionais treinados e em complementaridade à capnografia, até que estudos multicêntricos padronizados estabeleçam parâmetros definitivos orientados por desfechos clínicos robustos.[5,6,23]

A técnica demonstrou aplicabilidade consistente em diferentes contextos clínicos, emergência, centro cirúrgico e terapia intensiva, quando executada por operadores adequadamente treinados.[3,6] Apesar do crescimento do corpo de evidências, persistem heterogeneidades metodológicas, ausência de padronização de protocolos e escassez de estudos multicêntricos com desfechos clínicos objetivos.[5,6,10] A consolidação da US como padrão de verificação em pediatria requer validação em larga escala, definição de marcos anatômicos consensuais e incorporação estruturada ao treinamento em anestesiologia, terapia intensiva e medicina de emergência pediátrica.[5,10]

CONCLUSÃO

A US à beira do leito demonstrou alto desempenho diagnóstico, rapidez e reprodutibilidade na confirmação do posicionamento do TET em crianças e neonatos. Protocolos integrados que combinam janelas traqueais, pleurais e diafragmáticas alcançam sensibilidades próximas de 100% e tempos de confirmação de poucos segundos. Além da confirmação da posição, a mensuração subglótica por US mostrou-se superior às fórmulas baseadas em idade na determinação do calibre ideal do tubo, reduzindo trocas e potencialmente o risco de lesão de mucosa.

REFERÊNCIAS

1. Gautam I, Angurana SK, Muralidharan J, Bansal A, Nallasamy K, Saxena A. Three-Point Ultrasonography for Confirmation of Endotracheal Tube Position in Children (TRUCE Study). Indian J Pediatr. 2025;92(5):495-501. https://doi.org/10.1007/s12098-023-05013-w
2. Baruah A, Ahmad Z, Waindeskar V, Jain S, Chanchlani R, Mandal P, et al. 5-point airway (5-AIR) ultrasound protocol for confirmation of endotracheal intubation and position in paediatric patients undergoing surgery: A prospective observational study. Indian J Anaesth. 2024;68(12):1068-74. https://doi.org/10.4103/ija.ija_682_24
3. Tessaro MO, Salant EP, Arroyo AC, Haines LE, Dickman E. Tracheal rapid ultrasound saline test (T.R.U.S.T.) for confirming correct endotracheal tube depth in children. Resuscitation. 2015;89:8-12. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.08.033
4. Datta S, Sankar J, Pathak M, Tungal S, Kandasamy D, Dhochak N, et al. Diagnostic accuracy of airway ultrasound in confirming the endotracheal tube depth in critically ill children. Am J Emerg Med. 2024;85:52-8. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2024.08.012
5. Wani TM, John J, Rehman S, Bhaskar P, Sahabudheen AF, Mahfoud ZR, et al. Point-of-care ultrasound to confirm endotracheal tube cuff position in relationship to the cricoid in the pediatric population. Paediatr Anaesth. 2021;31(12):1310-5. https://doi.org/10.1111/pan.14303
6. Guerder M, Maurin O, Merckx A, Foissac F, Oualha M, Renolleau S, et al. Diagnostic value of pleural ultrasound to refine endotracheal tube placement in pediatric intensive care unit. Arch Pediatr. 2021;28(8):712-17. https://doi.org/10.1016/j.arcped.2021.09.006
7. Bharathi BM, Somayaji S, Tulasi T, Sheriff NK, Bagliker JS. Prediction of Endotracheal Tube Size in Pediatric Population Using Ultrasonographic Subglottic Diameter and Age-Related Formulas: A Comparative Study. Anesth Essays Res. 2022;16(1):1-6. https://doi.org/10.4103/aer.aer_11_22
8. Pillai R, Kumaran S, Jeyaseelan L, George SP, Sahajanandan R. Usefulness of ultrasound-guided measurement of minimal transverse diameter of subglottic airway in determining the endotracheal tube size in children with congenital heart disease: A prospective observational study. Ann Card Anaesth. 2018;21(4):382-7. https://doi.org/10.4103/aca.aca_220_17
9. Gupta B, Ahluwalia P. Prediction of endotracheal tube size in the pediatric age group by ultrasound: A systematic review and meta-analysis. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2022;38(3):371-83. https://doi.org/10.4103/joacp.joacp_650_20
10. Liu Y, Ma W, Liu J. Applications of Airway Ultrasound for Endotracheal Intubation in Pediatric Patients: A Systematic Review. J Clin Med. 2023;12(4):1477. https://doi.org/10.3390/jcm12041477
11. Congedi S, Savio F, Auciello M, Salvadori S, Nardo D, Bonadies L. Sonographic Evaluation of the Endotracheal Tube Position in the Neonatal Population: A Comprehensive Review and Meta-Analysis. Front Pediatr. 2022;10:886450. https://doi.org/10.3389/fped.2022.886450
12. Levkovitz O, Schujovitzky D, Stackievicz R, Fayoux P, Morag I, Litmanovitz I, et al. Ultrasound assessment of endotracheal tube depth in neonates: a prospective feasibility study. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2023;109(1):94-9. https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-325855
13. Dennington D, Vali P, Finer NN, Kim JH. Ultrasound confirmation of endotracheal tube position in neonates. Neonatology. 2012;102(3):185-9. https://doi.org/10.1159/000338585
14. Huang D, Watkins LA, Weinschreider J, Ghazi A, Wang H, Dadiz R. Simulation-based Ultrasound Curriculum for Novice Clinicians to Assess Neonatal Endotracheal Tube Position. J Med Ultrasound. 2022;31(1):40-7. https://doi.org/10.4103/jmu.jmu_143_21
15. Rajasekhar M, Moningi S, Patnaik S, Rao P. Correlation between ultrasound-guided subglottic diameter and little finger breadth with the outer diameter of the endotracheal tube in paediatric patients - A prospective observational study. Indian J Anaesth. 2018;62(12):978-83. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_545_18
16. Lin MJ, Gurley K, Hoffmann B. Bedside Ultrasound for Tracheal Tube Verification in Pediatric Emergency Department and ICU Patients: A Systematic Review. Pediatr Crit Care Med. 2016;17(10):469-76. https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000000907
17. Alonso Quintela P, Oulego Erroz I, Mora Matilla M, Rodríguez Blanco S, Mata Zubillaga D, Regueras Santos L. Utilidad de la ecografía comparada con la capnografía y la radiografía en la intubación traqueal [Usefulness of bedside ultrasound compared to capnography and X-ray for tracheal intubation]. An Pediatr (Barc). 2014;81(5):283-8. https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2014.01.004
18. Jaeel P, Sheth M, Nguyen J. Ultrasonography for endotracheal tube position in infants and children. Eur J Pediatr. 2017;176(3):293-300. https://doi.org/10.1007/s00431-017-2848-5
19. Salvadori S, Nardo D, Frigo AC, Oss M, Mercante I, Moschino L, et al. Ultrasound for Endotracheal Tube Tip Position in Term and Preterm Infants. Neonatology. 2021;118(5):569-77. https://doi.org/10.1159/000518278
20. Zaytseva A, Kurepa D, Ahn S, Weinberger B. Determination of optimal endotracheal tube tip depth from the gum in neonates by X-ray and ultrasound. J Matern Fetal Neonatal Med. 2020;33(12):2075-80. https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1538350
21. Recker F, Kipfmueller F, Wittek A, Strizek B, Winter L. Applications of Point-of-Care-Ultrasound in Neonatology: A Systematic Review of the Literature. Life (Basel). 2024;14(6):658. https://doi.org/10.3390/life14060658
22. Saravia A, Saravia RW, Mudd P, Jones JW. Examining the pediatric subglottic airway by ultrasound: A systematic review. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2023;166:111482. https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111482
23. Yang JL, Zheng F, Zhu KL, Wang W, Ding LM, Wang CG. Utilizing ultrasonography to determine the minimal transverse diameter of the subglottic airway for informed selection of reinforced cuffed endotracheal tube models in children. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2024;281(12):6533-8. https://doi.org/10.1007/s00405-024-08923-3