



ORIGINAL

Evaluación de las intubaciones endotraqueales en una unidad de cuidados intensivos pediátricos



Laura Butragueño-Laiseca^{a,*}, Laura Torres^a, Elena O'Campo^a, Sara de la Mata Navazo^{a,b}, Javier Toledano^a, Jesús López-Herce^{a,b,c} y Santiago Mencía^{a,c}

^a Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

^b Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, Redes de Investigación Cooperativa Orientadas a Resultados en Salud (RICORS), Madrid, España

^c Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

Recibido el 20 de mayo de 2022; aceptado el 29 de septiembre de 2022

Disponible en Internet el 31 de octubre de 2022

PALABRAS CLAVE

Intubación endotraqueal;
Cuidados intensivos pediátricos;
UCIP;
Paciente pediátrico crítico;
Seguridad;
Evento adverso;
Simulación;
Protocolo

Resumen

Introducción: La intubación traqueal es un procedimiento frecuente en las unidades de cuidados intensivos pediátricos con riesgo de complicaciones que pueden aumentar la morbimortalidad. **Pacientes y métodos:** Estudio descriptivo y analítico de una cohorte prospectiva que incluye a los pacientes intubados en una unidad de cuidados intensivos pediátricos de tercer nivel entre enero y diciembre de 2020, analizando los factores asociados con el fracaso de intubación y los efectos adversos.

Resultados: Se analizaron 48 intubaciones. La indicación más frecuente fue el fallo respiratorio hipoxémico (25%). El primer intento de intubación fue exitoso en el 60,4%, sin diferencias entre los médicos adjuntos y los residentes (62,5 vs. 56,3%; $p=0,759$). La dificultad en la ventilación con bolsa y mascarilla se asoció con el fracaso del primer intento de intubación ($p=0,028$). Se objetivaron eventos adversos en un 12,5% de las intubaciones, siendo graves en un 8,3% de los casos, incluyendo una parada cardiorrespiratoria, 2 casos de hipotensión grave y una intubación esofágica detectada de forma tardía. Ninguno de los pacientes falleció. Los intentos múltiples de intubación se asociaron significativamente con la aparición de eventos adversos ($p<0,002$). La preparación sistemática del procedimiento con ayudas cognitivas y asignación de los papeles del equipo se relacionó de forma independiente con un menor número de eventos adversos.

Conclusiones: El éxito en el primer intento de intubación en niños en estado crítico es bajo y se relaciona con la dificultad de ventilación con bolsa y mascarilla. En un porcentaje significativo pueden presentar efectos adversos graves. La utilización de protocolos puede disminuir el número de eventos adversos.

© 2022 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: laura.butragueno@salud.madrid.org (L. Butragueño-Laiseca).

KEYWORDS

Tracheal intubation;
Paediatric intensive
care;
PICU;
Critically ill children;
Patient safety;
Adverse event;
Simulation;
Protocol

Evaluation of tracheal intubations in a paediatric intensive care unit**Abstract**

Introduction: Tracheal intubation is a frequent procedure in paediatric intensive care units that carries a risk of complications that can increase morbidity and mortality.

Patients and methods: Prospective, longitudinal, observational study in patients intubated in a level III paediatric intensive care unit between January and December 2020. We analysed the risk factors associated with failed intubation and adverse events.

Results: The analysis included 48 intubations. The most frequent indication for intubation was hypoxaemic respiratory failure (25%). The first attempt was successful in 60.4% of intubations, without differences between procedures performed by staff physicians and resident physicians (62.5 vs. 56.3%; $P = .759$). Difficulty in bag-mask ventilation was associated with failed intubation in the first attempt ($P = .028$). Adverse events occurred in 12.5% of intubations, and severe events in 8.3%, including one case of cardiac arrest, 2 cases of severe hypotension and one of oesophageal intubation with delayed recognition. None of the patients died. Making multiple attempts was significantly associated with adverse events ($P < .002$). Systematic preparation of the procedure with cognitive aids and role allocation was independently associated with a lower incidence of adverse events.

Conclusions: In critically ill children, first-attempt intubation failure is common and associated with difficulty in bag-mask ventilation. A significant percentage of intubations may result in serious adverse events. The implementation of intubation protocols could decrease the incidence of adverse events.

© 2022 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La intubación endotraqueal (IT) es uno de los procedimientos más frecuentemente realizados en las unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP). Esta técnica es de alto riesgo sobre todo en niños críticamente enfermos, debido a que en ellos es más frecuente la existencia de una vía aérea difícil y de enfermedades de base (shock, insuficiencia respiratoria), produciéndose eventos adversos potencialmente graves en el 20-40% de los casos¹⁻³, que pueden afectar a la evolución del paciente a corto y largo plazo.

Los niños tienen mayor riesgo de presentar complicaciones relacionadas con la intubación que los adultos, ya que, sobre todo los menores de 2 años⁴, tienen particularidades anatómicas que aumentan la dificultad de la técnica y, por otra parte, tienen menor capacidad residual funcional y mayores demandas de oxígeno^{5,6}. Otros factores como el número de intentos de intubación y la experiencia del médico que realiza la técnica también están relacionados con la aparición de complicaciones^{1,5,7,8}.

El objetivo de este estudio ha sido analizar los factores asociados con el fracaso de intubación y con la aparición de eventos adversos periintubación en la UCIP y comparar nuestros resultados con los de otros estudios internacionales. El objetivo secundario ha sido analizar la adherencia al protocolo de intubación local e identificar posibles áreas de mejora.

Pacientes y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y analítico de una cohorte prospectiva. Se incluyeron todas las intubaciones realizadas en la UCIP entre enero y diciembre de 2020. Se excluyeron los pacientes que ingresaron en la UCIP ya intubados o con traqueostomía. Los datos recogidos de los pacientes y los eventos adversos relacionados con la intubación (EAIT) se incluyen en las [tablas 1 y 2](#).

Nuestro servicio de cuidados intensivos pediátricos es una unidad de tercer nivel con 17 camas (11 de cuidados intensivos y 6 de cuidados intermedios) que ingresa pacientes con enfermedad médica y quirúrgica entre el mes de vida y los 17 años, con un importante porcentaje de pacientes con cardiopatías y postoperatorios de cirugía cardiaca. El servicio es atendido 24 h al día por intensivistas pediátricos, residentes de segundo año de Pediatría, y residentes de cuarto año que se subespecializan en cuidados intensivos pediátricos.

En 2019, antes del inicio del estudio, se implementó un protocolo de secuencia rápida de intubación (SRI), que incluyó la creación de un carro específico de vía aérea, un listado de verificación y una guía clínica para el manejo de la vía aérea difícil ([Anexos 1 y 2](#)). El protocolo especifica la preparación previa del paciente (antecedentes personales, signos de vía aérea difícil, preoxigenación, posición), la preparación del material (medicación de intubación, dispositivos de intubación, programación del respirador), la

Tabla 1 Factores asociados con el éxito en el primer intento de intubación

	Éxito en primer intento de IT, n (%)	Fracaso en primer intento de IT, n (%)	p ^a
<i>Edad</i>			
< 2 años	16 (59,3)	11 (40,7)	0,853
> 2 años	13 (61,9)	8 (38,1)	
<i>Vía aérea difícil</i>			
Sí	6 (66,7)	3 (33,3)	0,63
No	22 (57,9)	16 (42,1)	
<i>Cardiopatía</i>			
Sí	15 (75)	5 (25)	0,081
No	14 (50)	14 (50)	
<i>Indicación de intubación</i>			
Inestabilidad hemodinámica	3 (75)	1 (25)	0,479
Otra indicación	26 (59)	18 (41)	
<i>Signos de obstrucción de vía aérea</i>			
Sí	2 (28,6)	5 (71,4)	0,102
No	26 (65)	14 (35)	
<i>Preoxigenación</i>			
Sí	27 (60)	18 (40)	0,650
No	1 (50)	1 (50)	
<i>Oxigenación en apnea</i>			
Sí	5 (45)	6 (55)	0,268
No	20 (64,5)	11 (35,5)	
<i>Desaturación</i>			
< 10%	14 (60,9)	9 (64,3)	0,830
> 10%	9 (39,1)	5 (35,7)	
<i>Médico responsable</i>			
Adjunto	20 (62,5)	12 (37,5)	0,676
Residente	9 (56,3)	7 (36,8)	
<i>Uso de carro de vía aérea</i>			
Sí	26 (60,5)	17 (39,5)	0,536
No	2 (50)	2 (50)	
<i>Revisión de historia del paciente y factores de riesgo</i>			
Sí	23 (65,7)	12 (34,3)	0,085
No	4 (36,4)	7 (63,6)	
<i>Organización de equipo y reparto de tareas</i>			
Sí	28 (63,6)	16 (36,4)	0,06
No	0	3 (100)	
<i>Revisión de monitorización del paciente</i>			
Sí	27 (60)	18 (40)	0,65
No	1 (50)	1 (50)	
<i>Dificultad para ventilación con bolsa y mascarilla</i>			
Sí	0	5 (100)	0,001
No	13 (52)	12 (48)	
<i>Dispositivo de intubación</i>			
Laringoscopia directa	16 (61,5)	10 (38,5)	0,663
Videolaringoscopia	7 (43,7)	9 (56,3)	

IT: intubación.

^a Test de chi-cuadrado o exacto de Fisher.

distribución de los papeles, los pasos de la intubación y el algoritmo de manejo de la vía aérea difícil. El protocolo de SRI se presentó a todo el personal de la UCIP en varias sesiones y se entrenó mediante sesiones de simulación multidisciplinaria.

Entre enero y diciembre de 2020, se recogieron de forma prospectiva las variables relacionadas con el paciente, el personal sanitario, las características de la intubación y los eventos adversos. Los EAIT fueron clasificados según su

importancia en graves y no graves. EAIT graves: parada cardiaca, intubación esofágica con reconocimiento tardío, vómitos con aspiración, hipotensión con necesidad de intervención (expansión o inotrópicos), laringoespasma, hipotermia maligna, neumotórax, neumomediastino y lesión directa de la vía aérea. EAIT no graves: intubación bronquial selectiva, intubación esofágica con reconocimiento inmediato, vómito sin aspiración, hipertensión con necesidad de tratamiento, epistaxis, traumatismo dental o

Tabla 2 Eventos adversos relacionados con la intubación traqueal

EAIT grave, n (%)		EAIT no grave, n (%)	
Total	4 (8,3)	Total	2 (4,1)
Parada cardiorrespiratoria con RCE	1 (2)	Intubación bronquial selectiva	1 (2)
Parada cardiorrespiratoria con fallecimiento	0 (0)	Intubación esofágica con reconocimiento inmediato	0 (0)
Intubación esofágica con reconocimiento tardío	1 (2)	Vómito sin aspiración	0 (0)
Vómito con aspiración	0 (0)	Hipertensión que requiere tratamiento	0 (0)
Hipertensión que requiere intervención	2 (4)	Epistaxis	0 (0)
Laringoespasma	0 (0)	Traumatismo dental o labial	0 (0)
Hipertermia maligna	0 (0)	Error de medicación	0 (0)
Neumotórax/neumomediastino	0 (0)	Arritmia	1 (2)
Lesión directa de vía aérea	0 (0)	Dolor/agitación que retrasa el procedimiento	0 (0)

EAIT: eventos adversos relacionados con la intubación traqueal; RCE: recuperación de la circulación espontánea.

labial, error de medicación, arritmia, y dolor y/o agitación que requiera medicación adicional con retraso en la intubación. Se analizó el porcentaje de cumplimiento en cada intubación de las medidas incluidas en el protocolo.

El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences versión 25.0 (IBM Corp., Chicago, Illinois, EE. UU.). Las variables categóricas fueron expresadas como porcentajes, y las continuas como medianas y rangos intercuartílicos. Las variables categóricas se analizaron con el test de chi-cuadrado o el test exacto de Fisher. Las variables continuas se compararon usando la t de Student o el test de Mann-Whitney. Se realizó un análisis de regresión logística multivariante para medir el impacto de las variables en el éxito del primer intento y en la presencia de efectos adversos, ajustado según la edad (mayor o menor de 2 años) y la presencia de vía aérea difícil, factores de riesgo identificados en la literatura previa.

Resultados

Características de la intubación

Durante el año de estudio, se realizaron 48 intubaciones, incluyéndose todas en el estudio. La mediana de edad fue de 11 meses (rango intercuartílico 3-62,7) y el peso 12,5 kg (rango intercuartílico 5,5-20). El 70,8% fueron varones. El 41,7% (20 pacientes) eran cardiopatas, 6 de ellos con cardiopatía cianógena. Los motivos de ingreso más frecuentes fueron el respiratorio y el neurológico (fig. 1). El 54% de las intubaciones se realizaron en pacientes que no habían sido intubados previamente, el 25% fueron reintubaciones y el 15% recambios del tubo endotraqueal (TET). La principal indicación fue la insuficiencia respiratoria (fig. 2). El recambio de TET se realizó en un caso por problema de tamaño, en otro para sustituir un TET sin balón por otro balonado y en 3 pacientes por obstrucción del mismo.

Se empleó atropina como premedicación en 21 intubaciones (43,8%). El fármaco inductor más utilizado fue el etomidato en 23 casos (48%), seguido de midazolam en 12 (25%), ketamina en 6 (12,5%), propofol en 2 (4,2%) y tiopental en 1 (2,1%). El analgésico más frecuentemente empleado fue el fentanilo (42 casos, 87,5%) y el relajante muscular más utilizado fue el rocuronio (43 intubaciones, 90%).

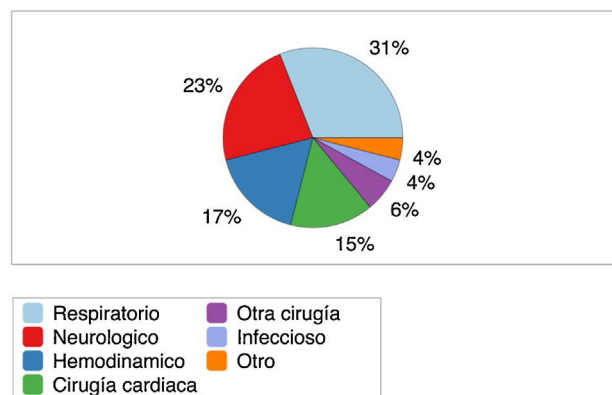


Figura 1 Motivo de ingreso.

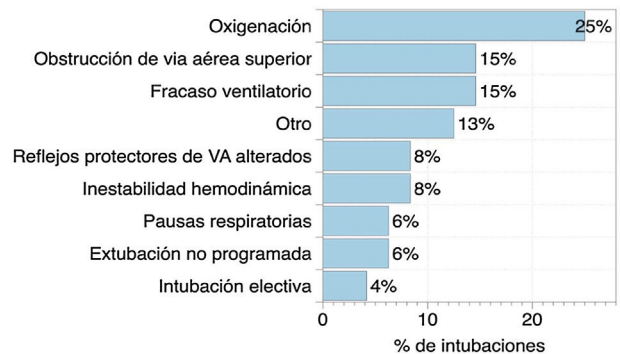


Figura 2 Indicación de la intubación.

Las intubaciones fueron realizadas en su mayoría por intensivistas adjuntos (35 de ellas, 73%), seguidos de residentes de especialidad (17%), residentes de Pediatría (6%) y adjuntos de Anestesia (2%). El médico que realizó el segundo intento de intubación fue el mismo adjunto en 14 casos (74%), un adjunto diferente en el 16%, y un residente de especialidad en el resto (10%). El segundo intento de IT fue exitoso en un 68% de los casos, con las mismas causas de fracaso de la IT que en el primer intento.

Se identificaron los siguientes factores de riesgo de vía aérea difícil: edad menor de 2 años en 27 casos (56%)⁴, antecedente de vía aérea difícil en 9 (19%), obstrucción de la vía

aérea superior en 7 (15%), hipoplasia facial/retrognatia en 6 (12%), Cormack-Lehane grado II-IV conocido en 4 (8%), limitación de los movimientos cervicales en 4 (8%), síndrome malformativo en 3 (6%) y restricción a la apertura oral en 2 (4%).

Se realizó ventilación previa con bolsa y mascarilla en 30 (62,5%) de las IT, identificándose en 5 de ellas dificultades para la ventilación. Se administró oxigenoterapia durante la IT para oxigenación apneica en 11 ocasiones. En todos los casos se realizó intubación oral con tubo balonado. La laringoscopia directa fue el método de intubación más frecuentemente empleado en el primer intento (27 casos, 56%), así como para los intentos sucesivos, seguida de la videolaringoscopia desechable y no desechable. Se identificó un grado I de Cormack-Lehane durante la IT en 35 de los casos (73,8%), grado II en el 19% y grado III en el 7,2%. Se realizó la maniobra *Back, Upward, Right lateral Pressure ?BURP?* en el 42% de los primeros intentos y en el 47% de los segundos intentos.

Fracaso de la intubación

Se consiguió la intubación en el 100% de los casos, el 60,4% (29 IT) en el primer intento, el 27% (13 casos) tras 2 intentos y el 10% (5 IT) en el tercer intento. Un paciente requirió 5 intentos. No se objetivaron diferencias en el éxito de la intubación al primer intento entre los médicos adjuntos y los residentes (tabla 1). La principal causa de fallo de la IT fue la dificultad para introducir el TET en la tráquea (53%), seguida de la no visualización de la glotis (37%).

En el análisis univariante ninguna de las características del paciente, las indicaciones de intubación, la experiencia del médico responsable, los factores asistenciales o el tipo de laringoscopia se asoció con el fracaso en el primer intento de intubación, excepto la dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla (tabla 1). En el análisis multivariante ajustado por edad y presencia de vía aérea difícil, la dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla se mantuvo como un factor de riesgo independiente: *odds ratio* 2,33 (IC 95%: 1,097-4,954), $p=0,028$.

Eventos adversos asociados a la intubación

Se registraron 6 eventos adversos asociados a la intubación (12,5% de las intubaciones). Se identificaron 4 EAIT graves (8,3%): hipotensión que requirió intervención (2), parada cardiorrespiratoria con recuperación de la circulación espontánea (uno) e intubación esofágica con reconocimiento tardío (uno) (tabla 2). Ninguno de los pacientes falleció durante el procedimiento o como consecuencia de la intubación.

La desaturación fue mayoritariamente leve durante el intento de intubación. Se produjo una desaturación $< 10\%$ respecto a la SpO_2 basal en el 62,2% de los primeros intentos de intubación, $\geq 10\%$ en el 37,8%, siendo $> 20\%$ en el 21,6% de los casos (fig. 3). No hubo asociación entre la desaturación y el número de intentos de intubación ($p=0,569$), la presencia de enfermedad cardíaca ($p=0,769$) o el tipo de médico responsable ($p=0,572$).

En el 10% de los eventos ($n=5$) existieron problemas de material durante la IT, como falta de material específico en

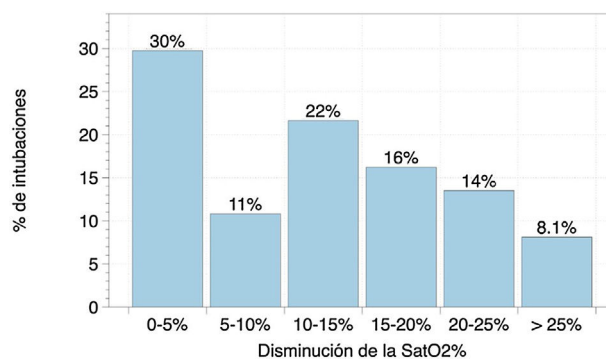


Figura 3 Disminución de la saturación transcutánea durante la intubación. Porcentaje de intubaciones con cada intervalo de disminución de la saturación desde la saturación basal hasta la mínima saturación durante la intubación.

el carro de vía aérea. En un caso hubo problemas con la monitorización, y falta de organización del equipo y distribución de papeles en otro caso. No se reportaron incidentes respecto a la preparación o administración de la medicación de intubación.

El análisis univariante reveló que tanto la dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla como la realización de múltiples intentos de intubación se asociaron con la aparición de EAIT (tabla 3) y de EAIT graves, no siendo significativos en el análisis multivariante. Por otro lado, la distribución de papeles se relacionó con un menor número de EAIT ($p=0,039$); y el uso de carro de vía aérea ($p=0,031$), la distribución de papeles ($p=0,016$) y la revisión de la historia del paciente y de los factores de riesgo ($p=0,037$) se asociaron con una menor gravedad de los EAIT, manteniéndose esta asociación en el análisis multivariante al ajustar por edad y presencia de vía aérea difícil (tabla 4).

Adherencia al protocolo

En la mayoría de los casos se siguió el protocolo de SRI. En más del 90% se verificó la medicación de intubación y la monitorización del paciente, se realizó preoxigenación (mayoritariamente con ventilación no invasiva) y se distribuyeron los papeles a cada miembro del equipo. Los apartados del protocolo con menor cumplimiento fueron la verificación del material empleando el listado de verificación y la valoración de signos anatómicos indicativos de vía aérea difícil (tabla 5).

Discusión

En este estudio se han investigado las IT en una UCIP de tercer nivel analizando las características del paciente, del médico y del entorno asociadas con el éxito de la IT y los eventos adversos. La tasa encontrada de éxito de intubación en el primer intento es baja, sin poder objetivarse diferencias en la experiencia del médico realizador, y encontrando relación con la dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla. El porcentaje de eventos adversos objetivados fue importante, siendo más frecuente ante la presencia de múltiples intentos de intubación y menos frecuente cuando se

Tabla 3 Factores asociados con eventos adversos de la intubación traqueal

	EAIT, n (%)	No EAIT, n (%)	p ^a
<i>Edad</i>			
< 2 años	4 (14,8)	23 (85,2)	0,683
> 2 años	2 (9,5)	19 (90,5)	
<i>Vía aérea difícil</i>			
Sí	1 (11,1)	8 (88,9)	0,678
No	5 (13,2)	33 (86,8)	
<i>Cardiopatía</i>			
Sí	1 (5)	19 (95)	0,379
No	5 (17,9)	23 (82,1)	
<i>Indicación de intubación</i>			
Inestabilidad hemodinámica	0	4 (100)	0,575
Otras indicaciones	6 (13,6)	38 (86,4)	
<i>Preoxigenación</i>			
Sí	6 (13,6)	39 (86,7)	0,759
No	0	2 (100)	
<i>Oxigenación en apnea</i>			
Sí	3 (27,3)	8 (72,7)	0,314
No	3 (9,7)	28 (90,3)	
<i>Desaturación</i>			
< 10%	3 (50)	20 (64,5)	0,502
> 10%	3 (50)	11 (35,5)	
<i>Médico responsable</i>			
Adjunto	3 (9,4)	29 (90,6)	0,451
Residente	3 (18,75)	13 (81,25)	
<i>Uso de carro de vía aérea</i>			
Sí	4 (9,3)	39 (90,7)	0,74
No	2 (50)	2 (50)	0,031 ^b
<i>Revisión de historia del paciente y factores de riesgo</i>			
Sí	3 (8,6)	32 (91,4)	0,138
No	3 (27,3)	8 (72,7)	0,037 ^b
<i>Organización de equipo y reparto de tareas</i>			
Sí	4 (9)	40 (90,9)	0,039
No	2 (66,6)	1 (33,3)	0,016 ^b
<i>Revisión de monitorización del paciente</i>			
Sí	5 (11)	40 (89)	0,241
No	1 (50)	1 (50)	
<i>Dificultad para ventilación con bolsa y mascarilla</i>			
Sí	4 (80)	1 (20)	0,001
No	2 (8)	23 (92)	
<i>Dispositivo de intubación</i>			
Laringoscopia directa	4 (15,4)	22 (84,6)	0,674
Videolaringoscopia/otros	2 (9,1)	20 (90,9)	
<i>Intentos de intubación</i>			
Un intento de intubación	0	6 (100)	0,002
> 1 intento de intubación	13 (31,6)	29 (68,4)	

EAIT: evento adverso relacionado con la intubación traqueal.

^a Análisis univariante. Valor de p calculado mediante test de chi-cuadrado o exacto de Fisher.^b EAIT grave.

realiza una preparación sistemática de la intubación según el protocolo.

Fracaso de la intubación

En nuestro estudio, el éxito en el primer intento de intubación (60%) fue similar al referido en otros estudios en

UCIP, incluyendo grandes registros como el NEAR4KIDS^{1,5,7}. No se encontró ninguna característica del paciente ni en las indicaciones de intubación que se asociara con el fracaso de esta, coincidiendo con lo reportado en otros estudios⁵. No obstante, estudios de mayor tamaño, como NEAR4KIDS⁷, encontraron que una menor edad, el antecedente de vía aérea difícil o signos de obstrucción de vía aérea superior se asociaban con un mayor número de intentos.

Tabla 4 Análisis multivariante de los factores asociados con eventos adversos de la intubación traqueal

	Odds ratio	IC 95%	p
Uso de carro de vía aérea	0,059	(0,004-0,858)	0,038
Revisión de historia del paciente y factores de riesgo	0,056	(0,004-0,742)	0,029 ^a
Organización de equipo y reparto de tareas	0,016	(0,001-0,359)	0,009 ^a
Éxito en el primer intento de intubación	0,00	-	0,998
Dificultad para ventilación con bolsa y mascarilla	0,743	(0,274-2,017)	0,56

Factores ajustados por edad (mayor o menor de 2 años) y presencia de vía aérea difícil.

IC 95%: intervalo de confianza al 95%.

^a Eventos adversos relacionados con la intubación traqueal grave.

Tabla 5 Porcentaje de adherencia a los diferentes ítems del protocolo (% de intubaciones en las que se ha llevado a cabo)

Comprobar la medicación de intubación	98
Preoxigenar al paciente	94
Comprobar la monitorización del paciente	94
Distribución y asignación de roles del personal	94
Comprobar la posición de intubación del paciente	92
Uso del carro de vía aérea	90
Programación del respirador	87
Colocación del material sobre el carro de vía aérea	87
Comprobación de los antecedentes médicos del paciente	73
Comprobación de material con lista de verificación	67
Evaluación de signos anatómicos de vía aérea difícil	53

La experiencia del médico responsable se ha identificado como un factor importante que influye en el éxito del primer intento de intubación^{9–13}. En nuestro estudio, el porcentaje de médicos adjuntos responsables del primer intento de IT fue mayor que en otros estudios, en los que el residente de especialidad es habitualmente el primer médico en intubar^{1,5}. La ausencia en España de un programa oficial de especialización en UCIP lleva a un menor tiempo de formación de los residentes de subespecialidad que en otros países, y esto podría explicar en parte nuestros resultados. Sin embargo, también otros estudios han referido que en los últimos años ha disminuido el número de técnicas que realizan los residentes¹⁴ y que el desarrollo de la ventilación mecánica no invasiva ha reducido la necesidad de intubación en muchos pacientes¹⁵, lo que está disminuyendo la práctica de intubación clínica en los profesionales de las UCIP. Además, debido a que las situaciones urgentes son frecuentes en la UCIP, el médico más experimentado puede ser requerido para realizar la técnica con la premisa de asegurar el éxito y disminuir el riesgo para el paciente. Paradójicamente, en nuestro estudio, a diferencia de lo descrito en el registro NEAR4KIDS⁷, no se encontraron diferencias en el éxito del primer intento de intubación en relación con la experiencia del médico responsable, quizás porque existió un sesgo de selección y los adjuntos intubaron de entrada a los pacientes inestables o aquellos con sospecha de vía aérea difícil

y dejaron a los residentes el intento en los pacientes que teóricamente tenían menos riesgo de fracaso.

La necesidad de múltiples intentos de IT es frecuente en los pacientes ingresados en cuidados intensivos^{16,17}. La incidencia de IT difícil en nuestro estudio (definida como la necesidad de 3 o más intentos) fue discretamente superior (12,4%) a la referida en otros registros (7% en el NEAR4KIDS)^{5,18}.

Adherencia al protocolo

Varios factores, como la falta de preparación del paciente y el material, la desviación de los protocolos y los problemas en la dinámica del equipo (mala composición o comunicación), pueden también influir en el fracaso de la intubación^{17,19,20}. El uso de herramientas cognitivas, como los protocolos de SRI y vía aérea difícil, los listados de verificación de la IT^{19,21} y el entrenamiento mediante experiencias de simulación de intubación traqueal como las que hemos utilizado en nuestro estudio, se ha asociado con mejores resultados de intubación^{22–24}, aunque en nuestro caso no es posible analizar el efecto de estas medidas, ya que no se realizó recogida de datos antes de la implantación de las mismas.

Algunos estudios han encontrado que la videolaringoscopia consigue un mayor éxito de intubación en unidades de cuidados intensivos^{3,17,25}, aunque otros estudios muestran resultados contradictorios^{26–28}. En el momento actual, la laringoscopia directa sigue siendo el dispositivo preferido²⁹ y la videolaringoscopia se considera un dispositivo de primera elección para la intubación en la vía aérea difícil y en el fracaso de la intubación con laringoscopia convencional^{3,30}. En nuestro estudio no existieron diferencias de éxito entre la laringoscopia convencional y la videolaringoscopia, pero esta última es de introducción reciente, y como en toda nueva técnica el entrenamiento es crucial para su implantación y éxito, y para ello es esencial desarrollar programas estructurados de formación, inicialmente con maniqués y en situaciones clínicas simuladas³¹.

Eventos adversos asociados con la intubación

Los eventos adversos relacionados con la IT son frecuentes, produciéndose hasta en un 20% de los pacientes pediátricos críticos¹, y están relacionados con una peor evolución, un mayor tiempo de ventilación mecánica y una mayor mortalidad³². En nuestro estudio, se objetivó un 12,5% de

eventos adversos con un 8,3% de EAIT graves, cifras similares a las encontradas en otros estudios^{1,32}. Varias investigaciones han encontrado que las UCI mixtas con cirugía cardíaca como la nuestra presentaban una mayor incidencia de EAIT, ya que los pacientes cardíacos tienen mayor riesgo de presentarlos³³⁻³⁷. En nuestro estudio, aunque un alto porcentaje de las intubaciones fue en niños con cardiopatías (41,7%), no encontramos mayor tasa de EAIT en esta población.

La parada cardiorrespiratoria relacionada con la intubación puede ocurrir en un 7% de los casos y el fallecimiento en el 1,6% de las intubaciones de pacientes en UCIP cardíaca³⁸. En nuestro estudio se produjo una parada cardiorrespiratoria (2%) y ninguno de los pacientes falleció debido a complicaciones de la intubación.

La desaturación es la principal complicación y la causa principal de finalización de la intubación³⁹. Nishisaki et al.¹ y Lee et al.⁷ reportaron unas tasas de desaturación ($SpO_2 < 80\%$) durante la intubación del 13,5 y el 27%, respectivamente, cifras similares a las encontradas en nuestro estudio. La desaturación en niños es más frecuente y grave que en adultos, ya que tienen una menor capacidad residual funcional y mayores demandas metabólicas de oxígeno⁶. La desaturación aumenta con el número de intentos⁷ y se asocia con eventos adversos hemodinámicos (parada cardíaca, hipo o hipertensión que requiere intervención y arritmias)^{36,40}. Las estrategias de preoxigenación y oxigenación en apnea pueden prolongar el tiempo hasta la desaturación y facilitar el éxito de la IT al primer intento^{3,17,41,42}. Sin embargo, los resultados respecto al mejor método de oxigenación son controvertidos^{43,44}.

En nuestro estudio, ninguno de los factores del paciente ni la experiencia del médico se relacionaron con los EAIT. Por el contrario, el registro NEAR4KIDS ha identificado varios factores relacionados con los EAIT, como la existencia de una vía aérea difícil y la inestabilidad hemodinámica^{1,7}. Algunos estudios demuestran que la intubación realizada por residentes puede asociarse con una mayor tasa de eventos adversos¹. Branca et al. encontraron una mejoría significativa en el éxito en el primer intento de intubación y una disminución de los EAIT a medida que aumenta la experiencia de los residentes de especialidad, lo que indica una adquisición significativa y progresiva de habilidades⁹.

Respecto al procedimiento de IT, en un 10% existió dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla, lo que se asoció con la aparición de EAIT en el análisis univariante, lo que coincide con los datos del registro NEAR4KIDS³⁷. Los múltiples intentos de intubación también se han identificado como un importante factor asociado con eventos adversos⁷. Lee et al. mostraron que las tasas de EAIT aumentaron del 10% en el primer intento al 29% en el segundo y al 38% en el tercero y posteriores intentos, y los EAIT graves también se incrementaron de un 5% a un 8 y 9%, respectivamente.

El uso de herramientas cognitivas y la implementación de protocolos y el listado de verificación de vía aérea se han asociado con menores complicaciones de la IT^{1,3,8,22,45}. En nuestro estudio, la adherencia al protocolo de SRI fue elevada, asociándose a un menor número de EAIT de forma independiente, lo que apoya la utilización de estos métodos para mejorar los resultados de las intubaciones en las UCIP.

Limitaciones

Nuestro estudio presenta varias limitaciones. Los datos se verificaron estrictamente por los investigadores, pero fueron autocompletados por los médicos intubadores, por lo que pueden haberse producido sesgos de memoria o de efecto Hawthorne (los participantes de un estudio pueden alterar su comportamiento al saber que están siendo observados). Por otra parte, nuestro estudio es unicéntrico, con un tamaño muestral limitado, y realizado en una UCIP con un porcentaje elevado de pacientes con cardiopatías complejas, lo que puede limitar la generalización de nuestros resultados a UCIP con otras características. El análisis multivariante puede verse afectado por el pequeño tamaño muestral. A pesar de ello, nuestro estudio puede servir como modelo de implantación de un proceso de mejora y análisis de los resultados de la intubación en la UCIP.

Conclusiones

El éxito del primer intento de IT en niños críticamente enfermos es bajo y se asocia con eventos adversos. La dificultad para la ventilación con bolsa y mascarilla se asoció con fallo del primer intento. La preparación sistemática de la intubación con protocolos y distribución de roles se asoció con menos eventos adversos. La implantación de un programa de formación continuada con protocolos específicos de SRI, listas de verificación y entrenamiento específico con simulación podría ser útil para mejorar los resultados de la intubación, pero se precisan estudios más amplios para comprobarlo.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2022.09.020>.

Bibliografía

1. Nishisaki A, Turner DA, Brown CA, Walls RM, Nadkarni VM. A national emergency airway registry for children: Landscape of tracheal intubation in 15 PICUs. *Crit. Care Med.* 2013;874-85, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182746736>.
2. Carroll CL, Spinella PC, Corsi JM, Stoltz P, Zucker AR. Emergent endotracheal intubations in children: Be careful if it's late when you intubate. *Pediatr Crit Care Med.* 2010;11:343-8, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0b013e3181c51426>.

3. Russotto V, Rahmani LS, Parotto M, Bellani G, Laffey JG. Tracheal intubation in the critically ill patient. *Eur J Anaesthesiol.* 2022;39:463–72, <http://dx.doi.org/10.1097/eja.0000000000001627>.
4. Huang AS, Hajduk J, Rim C, Coffield S, Jagannathan N. Focused review on management of the difficult paediatric airway. *Indian J Anaesth.* 2019;63:428–36, <http://dx.doi.org/10.4103/ija.IJA.250.19>.
5. Pande CK, Stayer K, Rappold T, Alvin M, Koszela K, Kudchadkar SR. Is provider training level associated with first pass success of endotracheal intubation in the pediatric intensive care unit? *J Pediatr Intensive Care.* 2021, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1731024>.
6. Saikia D, Mahanta B. Cardiovascular and respiratory physiology in children. *Indian J Anaesth.* 2019;63:690–7, <http://dx.doi.org/10.4103/ija.IJA.490.19>.
7. Lee JH, Turner DA, Kamat P, Nett S, Shults J, Nadkarni VM, et al. The number of tracheal intubation attempts matters! A prospective multi-institutional pediatric observational study. *BMC Pediatr.* 2016;16:58, <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-016-0593-y>.
8. Miller AG, Napolitano N, Turner DA, Rehder KJ, Nishisaki A. Respiratory therapist intubation practice in pediatric ICUs: A multicenter registry study. *Respir Care.* 2020;65:1534–40, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.07667>.
9. Branca A, Tellez D, Berkenbosch J, Rehder KJ, Giuliano JS, Gradidge E, et al. The new trainee effect in tracheal intubation procedural safety across PICUs in North America: A report from National Emergency Airway Registry for Children. *Pediatr Crit Care Med.* 2020;21:1042–50, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002480>.
10. Sanders RC, Giuliano JS, Sullivan JE, Brown CA, Walls RM, Nadkarni V, et al. Level of trainee and tracheal intubation outcomes. *Pediatrics.* 2013;131:e821–8, <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2012-2127>.
11. Gabrani A, Kojima T, Sanders RC, Sheno A, Montgomery V, Parsons SJ, et al. Downward trend in pediatric resident laryngoscopy participation in PICUs. *Pediatr Crit Care Med.* 2018;19:e242–50, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001470>.
12. Brown W, Santhosh L, Brady AK, Denson JL, Niroula A, Pugh ME, et al. A call for collaboration and consensus on training for endotracheal intubation in the medical intensive care unit. *Crit Care.* 2020;24:621, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-03317-3>.
13. To YH, Ong YKG, Chong SL, Ang PH, Bte Zakaria ND, Lee KP, et al. Differences in intubation outcomes for pediatric patients between pediatric and general Emergency Departments. *Paediatr Anaesth.* 2021;31:713–9, <http://dx.doi.org/10.1111/pan.14185>.
14. Engorn BM, Newth CJL, Klein MJ, Bragg EA, Margolis RD, Ross PA. Declining procedures by pediatric critical care medicine fellowship trainees. *Front Pediatr.* 2018;6:365, <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2018.00365>.
15. Ramnarayan P, Lister P, Dominguez T, Habibi P, Edmonds N, Canter RR, et al. FIRST-line support for Assistance in Breathing in Children (FIRST-ABC): A multicentre pilot randomised controlled trial of high-flow nasal cannula therapy versus continuous positive airway pressure in paediatric critical care. *Crit Care.* 2018;22:144, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-018-2080-3>.
16. Griesdale DEG, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med.* 2008;34:1835–42, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-008-1205-6>.
17. Natt BS, Malo J, Hypes CD, Sakles JC, Mosier JM. Strategies to improve first attempt success at intubation in critically ill patients. *Br J Anaesth.* 2016;117:i60–8, <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aew061>.
18. Graciano AL, Tamburro R, Thompson AE, Fiadjo J, Nadkarni VM, Nishisaki A. Incidence and associated factors of difficult tracheal intubations in pediatric ICUs: A report from National Emergency Airway Registry for Children: NEAR4KIDS. *Intensive Care Med.* 2014;40:1659–69, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-014-3407-4>.
19. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth.* 2018;120:323–52, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.021>.
20. Flin R, Fioratou E, Frerik C, Trotter C, Cook TM. Human factors in the development of complications of airway management: Preliminary evaluation of an interview tool. *Anaesthesia.* 2013;68:817–25, <http://dx.doi.org/10.1111/anae.12253>.
21. Jaber S, Jung B, Corne P, Sebbane M, Muller L, Chanques G, et al. An intervention to decrease complications related to endotracheal intubation in the intensive care unit: A prospective, multiple-center study. *Intensive Care Med.* 2010;36:248–55, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-009-1717-8>.
22. Mosier JM, Malo J, Sakles JC, Hypes CD, Natt B, Snyder L, et al. The impact of a comprehensive airway management training program for pulmonary and critical care medicine fellows: A three-year experience. *Ann Am Thorac Soc.* 2015;12:539–48, <http://dx.doi.org/10.1513/AnnalsATS.201501-023OC>.
23. Cincotta DR, Quinn N, Grindlay J, Sabato S, Fauteux-Lamarre E, Beckerman D, et al. Debriefing immediately after intubation in a children's emergency department is feasible and contributes to measurable improvements in patient safety. *Emerg Med Australas.* 2021;33:780–7, <http://dx.doi.org/10.1111/1742-6723.13813>.
24. Colman N, Newman JW, Nishisaki A, Register M, Gillespie SE, Hebbar KB. Translational simulation improves compliance with the NEAR4KIDS airway safety bundle in a single-center PICU. *Pediatr Qual Saf.* 2021;6:e409, <http://dx.doi.org/10.1097/pq9.0000000000000409>.
25. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: A systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2018;120:712–24, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2017.12.041>.
26. Grunwell JR, Kamat PP, Miksa M, Krishna A, Walson K, Simon D, et al. Trend and outcomes of video laryngoscope use across PICUs. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18:741–9, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001175>.
27. Jiang J, Ma D, Li B, Yue Y, Xue F. Video laryngoscopy does not improve the intubation outcomes in emergency and critical patients - A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care.* 2017;21:288, <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-017-1885-9>.
28. Huang HB, Peng JM, Xu B, Liu GY, Du B. Video laryngoscopy for endotracheal intubation of critically ill adults: A systemic review and meta-analysis. *Chest.* 2017;152:510–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2017.06.012>.
29. Lee JH, Nuthall G, Ikeyama T, Saito O, Mok YH, Shepherd M, et al. Tracheal intubation practice and safety across international PICUs: A report from national emergency airway registry for children. *Pediatr Crit Care Med.* 2019;20:1–8, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001782>.
30. Law JA, Duggan LV, Asselin M, Baker P, Crosby E, Downey A, et al. Canadian Airway Focus Group updated consensus-based recommendations for management of the difficult airway: Part 1. Difficult airway management encountered in an unconscious patient. *Can J Anesth.* 2021;68:1373–404, <http://dx.doi.org/10.1007/s12630-021-02007-0>.

31. Kelly FE, Cook TM. Seeing is believing: Getting the best out of videolaryngoscopy. *Br J Anaesth.* 2016;117:i9–13, <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aew052>.
32. Parker MM, Nuthall G, Brown C, Biagas K, Napolitano N, Polikoff LA, et al. Relationship between adverse tracheal intubation associated events and PICU outcomes. *Pediatr Crit Care Med.* 2017;18:310–8, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001074>.
33. Nett S, Emeriaud G, Jarvis JD, Montgomery V, Nadkarni VM, Nishisaki A. Site-level variance for adverse tracheal intubation-associated events across 15 North American PICUs: A report from the national emergency airway registry for children. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15:306–13, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000120>.
34. Gradidge EA, Bakar A, Tellez D, Ruppe M, Tallent S, Bird G, et al. Safety of tracheal intubation in the presence of cardiac disease in paediatric ICUs. *Cardiol Young.* 2018;28:928–37, <http://dx.doi.org/10.1017/S1047951118000495>.
35. Gradidge EA, Bakar A, Tellez D, Ruppe M, Tallent S, Bird G, et al. Effect of location on tracheal intubation safety in cardiac disease-Are cardiac ICUs safer? *Pediatr Crit Care Med.* 2018;19:218–27, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001422>.
36. Mokhateb-Rafii T, Bakar A, Gangadharan S, Gradidge EA, Tellez D, Ruppe M, et al. Hemodynamic impact of oxygen desaturation during tracheal intubation among critically ill children with cyanotic and noncyanotic heart disease. *Pediatr Crit Care Med.* 2019;20:19–26, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001766>.
37. Daigle CH, Fiadjoe JE, Laverriere EK, Bruins BB, Lockman JL, Shults J, et al., National Emergency Airway Registry for Children (NEAR4KIDS) Investigators and Pediatric Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI). Difficult bag-mask ventilation in critically ill children is independently associated with adverse events. *Crit Care Med.* 2020;48:e744–52, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004425>.
38. Esangbedo ID, Byrnes J, Brandewie K, Ebraheem M, Yu P, Zhang S, et al. Risk factors for peri-intubation cardiac arrest in pediatric cardiac intensive care patients: A multicenter study. *Pediatr Crit Care Med.* 2020;21:e1126–33, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002472>.
39. Davis DP, Lemieux J, Serra J, Koenig W, Aguilar SA. Preoxygenation reduces desaturation events and improves intubation success. *Air Med J.* 2015;34:82–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2014.12.007>.
40. Li S, Hsieh TC, Rehder KJ, Nett S, Kamat P, Napolitano N, et al. Frequency of desaturation and association with hemodynamic adverse events during tracheal intubations in PICUs. *Pediatr Crit Care Med.* 2018;19:e41–50, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001384>.
41. Sakles JC, Mosier JM, Patanwala AE, Arcaris B, Dicken JM, Reardon RF. First pass success without hypoxemia is increased with the use of apneic oxygenation during rapid sequence intubation in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2016;23:703–10, <http://dx.doi.org/10.1111/acem.12931>.
42. Napolitano N, Laverriere EK, Craig N, Snyder M, Thompson A, Davis D, et al. Apneic oxygenation as a quality improvement intervention in an academic PICU. *Pediatr Crit Care Med.* 2019;20:e531–7, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002123>.
43. Chaudhuri D, Granton D, Wang DX, Einav S, Helviz Y, Mauri T, et al. Moderate certainty evidence suggests the use of high-flow nasal cannula does not decrease hypoxia when compared with conventional oxygen therapy in the peri-intubation period: Results of a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med.* 2020;48:571–8, <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004217>.
44. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;174:171–7, <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200509-1507OC>.
45. Li S, Rehder KJ, Giuliano JS, Apkon M, Kamat P, Nadkarni VM, et al. Development of a quality improvement bundle to reduce tracheal intubation-associated events in pediatric ICUs. *Am J Med Qual.* 2016;31:47–55, <http://dx.doi.org/10.1177/1062860614547259>.