



PUESTA AL DÍA EN MEDICINA INTENSIVA: CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

Ventilación mecánica prolongada y paciente traqueostomizado en cuidados intensivos pediátricos



Rafael González Cortés^a, Martí Pons Òdena^{b,c,d}, Mirella Gaboli^{e,f,g}
y María Angeles García-Teresa^{h,*}

^a Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital General Universitario Gregorio Marañón; Departamento de Salud Pública y Materno infantil, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid; Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón; Primary Care Interventions to Prevent Maternal and Child Chronic Diseases of Perinatal and Development Origin Network (RICORS) RD21/0012/0025, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

^b Grupo de Disfunción Inmunológica y Respiratoria; Institut de Recerca Sant Joan de Déu, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España

^c Unidad Funcional Programa de Ventilación Domiciliaria Sant Joan de Déu, Universitat de Barcelona, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España

^d Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos e Intermedios, Hospital Sant Joan de Déu, Universitat de Barcelona, Esplugues de Llobregat, Barcelona, España

^e Grupo de Alteraciones Congénitas de Inmunidad, Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBiS), Universidad de Sevilla/CSIC Campus Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^f Unidad Funcional Programa de Ventilación Domiciliaria Pediátrica, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^g Unidad de Neumología Pediátrica y Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España

^h Servicio de Cuidados Intensivos Pediátricos, Unidad de Ventilación Mecánica Domiciliaria, Hospital Infantil Universitario Niño Jesús, Madrid, España

Recibido el 29 de abril de 2025; aceptado el 16 de julio de 2025

Disponible en Internet el 18 de agosto de 2025

PALABRAS CLAVE

Ventilación mecánica prolongada;
Cuidados intensivos pediátricos;
Traqueostomía en niños;
Insuficiencia respiratoria crónica

Resumen La ventilación mecánica prolongada (VMP) en las unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) está aumentando debido a los avances sanitarios y a criterios éticos que favorecen la supervivencia de los niños con enfermedades crónicas. Estos pacientes utilizan numerosos recursos sanitarios, generan alta demanda familiar y presentan riesgo elevado de complicaciones y mortalidad. Entre las enfermedades de base más frecuentes están las enfermedades respiratorias crónicas, neuromusculares, prematuridad, displasia broncopulmonar o cardiopatías, emergiendo en los últimos años la enfermedad oncológica.

En la UCIP, la VMP se realiza principalmente mediante ventilación mecánica invasiva (VMI) con tubo endotraqueal o traqueostomía (TQ), siendo menos frecuente la ventilación no invasiva (VNI). La retirada exitosa de la ventilación requiere estrategias encaminadas a identificar y

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: angelesgarciaateresa@gmail.com (M.A. García-Teresa).

corregir factores que alteran el equilibrio entre la carga del sistema respiratorio y la capacidad de trabajo respiratorio. Tanto la TQ como la VNI pueden facilitar el destete ventilatorio o ser soluciones para ventilación a largo plazo.

No existe un momento óptimo definido para realizar una TQ en niños; esta decisión debe ser individualizada valorando riesgo-beneficio de cada alternativa. En niños la TQ suele demorarse mucho más que en adultos. En pediatría se utilizan cánulas de una sola pieza; además, si existe estabilidad clínica y posibilidad de conexión a respirador domiciliario, se deben priorizar las cánulas sin balón, por su mejor tolerancia y seguridad.

La ventilación domiciliaria permite el retorno al entorno familiar, mejorando la calidad de vida y favoreciendo el neurodesarrollo. Sin embargo, la ayuda institucional puede ser insuficiente para afrontar la alta responsabilidad y carga asumidas por las familias.

© 2025 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

KEYWORDS

Prolonged mechanical ventilation;
Paediatric intensive care;
Tracheostomy in children;
Chronic respiratory failure

Prolonged mechanical ventilation and tracheostomised paediatric intensive care patients

Abstract Prolonged mechanical ventilation (PMV) in paediatric intensive care (PICU) is increasing due to health advances and ethical criteria favouring the survival of chronically ill children. These patients require resources, generate high family demand and present a high risk of complications and mortality. Among the most frequent underlying pathologies are chronic respiratory diseases, neuromuscular diseases, prematurity, bronchopulmonary dysplasia and heart disease, with oncological pathology emerging in recent years.

In PICU, PMV is mainly performed by invasive MV with an endotracheal or tracheostomy tube (TQ), with non-invasive ventilation (NIV) being less frequent. Successful weaning from MV requires strategies aimed at identifying and correcting factors that alter the balance between respiratory system load and respiratory work capacity. Both TQ and NIV can facilitate ventilatory weaning or be solutions for long-term ventilation. There is no defined optimal time to perform TQ in children; this decision should be individualised on a risk-benefit basis. TQ tends to be delayed in children much longer than in adults. One-piece cannulae are used in paediatrics; in addition, if there is clinical stability and the possibility of connection to a home ventilator, uncuffed cannulae should be prioritised because of their better tolerance and safety. Home ventilation allows for a return to the home environment, improving quality of life and favouring neurodevelopment. However, institutional support can be insufficient to cope with the high responsibility and burden assumed by families.

© 2025 Elsevier España, S.L.U. y SEMICYUC. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Introducción/generalidades

La ventilación mecánica prolongada (VMP) se define en adultos como la necesidad de ≥ 21 días consecutivos de ventilación mecánica (invasiva o no invasiva) durante ≥ 6 h/día con un máximo de 48 h sin ventilación mecánica (VM)¹. En niños, aunque no existe consenso, se proponen ≥ 14 días o ≥ 21 días, según los autores²⁻⁴. Por otro lado, se define VM a largo plazo o de larga duración aquella mantenida durante más de 3 meses, incluyendo este concepto la VM a domicilio⁵.

La VMP en la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) ha aumentado en las últimas décadas debido a avances científicos y tecnológicos, y a cambios en criterios éticos y sociales, que afectan a la población con enfermedad crónica, creciente en número y en supervivencia⁶⁻⁸. Un estudio reciente llevado a cabo prospectivamente en 158

UCIP incluyó a 14.595 pacientes de 28 países, mostrando una prevalencia de VMP del 18,3% en niños y adolescentes ingresados en la UCIP⁹, más del doble que estudios previos, unicéntricos y retrospectivos¹⁰. Estos pacientes consumen numerosos recursos sanitarios y presentan alto riesgo de complicaciones (neumonías, principalmente) y mortalidad^{7,9}. Las tasas de mortalidad descritas son muy variables (18,2-30%, según las series) estando influidas por el tiempo de seguimiento, la gravedad y aspectos regionales, como los recursos destinados a la VM a largo plazo o los criterios éticos aplicados en la toma de decisiones^{6,9}. Así mismo, el impacto emocional y logístico de la VMP sobre las familias es enorme. Habitualmente uno de los progenitores asume el papel de cuidador principal, comúnmente la madre¹¹. En este artículo se describen las características de estos pacientes, aspectos técnicos en relación con la VM y la traqueostomía (TQ), estrategias de destete, la transición

a domicilio y los resultados del tratamiento. El contenido se centra en el entorno de la UCIP, sin abordar la VMP electiva iniciada fuera de la UCIP.

Pacientes subsidiarios

Los niños y los adolescentes con VMP constituyen un grupo muy heterogéneo de pacientes. Fisiopatológicamente se pueden agrupar en 3 síndromes clínicos: aumento de la carga respiratoria, fallo de la bomba respiratoria y fallo del control neurológico de la respiración¹². Es frecuente que un paciente asocie varios mecanismos fisiopatológicos durante su evolución. Así, las enfermedades neuromusculares transitan desde una primera etapa incapaz de enfrentar el aumento de la carga respiratoria por infecciones, a una segunda etapa con fallo progresivo de la «bomba respiratoria» (con hipoventilación alveolar) y, a veces en enfermedades degenerativas del sistema nervioso central (SNC), a una tercera con fallo neurológico del control de la respiración. En otras enfermedades, como la enfermedad pulmonar crónica grave secundaria a prematuridad o en enfermedad oncohematológica y en cardiopatías, el mecanismo más importante es el aumento de la carga respiratoria. Por último, el grupo creciente de trastornos genéticos o cromosómicos pueden simultanear varios mecanismos de daño¹³⁻¹⁹ (tabla 1). Aunque los datos presentan diferencias regionales, las enfermedades que más frecuentemente conllevan VMP en la UCIP son las cardiopatías congénitas, seguidas por la displasia broncopulmonar y las enfermedades neuromusculares. Las enfermedades oncohematológicas representan aproximadamente el 10% de los casos⁹.

Aspectos técnicos

Ventilación mecánica invasiva

Aunque frecuentemente la VMP en la UCIP se inicia empleando respiradores convencionales, es habitual transicionar a respiradores domiciliarios²⁰. En pediatría estos dispositivos por lo general se pueden utilizar a partir de los 5 kg, aunque actualmente ya existen algunos preparados para pesos inferiores (tabla 2). El funcionamiento de los respiradores variará en función del circuito utilizado. Existe gran variabilidad entre centros, siendo los más frecuentes el circuito simple con válvula de PEEP y el circuito simple con puerto de exhalación. Al igual que los de la UCIP, estos respiradores ofrecen modos volumétricos y presurométricos, con modalidades asistidas/controladas, sincronizadas y soporte. También disponen de modalidades de volumen asegurado, aunque no son de uso habitual por su funcionamiento irregular ante la presencia de fugas²¹.

Ventilación no invasiva

También la VNI puede proporcionarse con respiradores hospitalarios o domiciliarios, estando algunos preparados solo para niños de peso superior a 13 kg. Los modos habituales son presurométricos, siendo muy extendido el modo S/T [PC-IMV(2)s,s]; este modo de presión de soporte

asocia una frecuencia respiratoria (FR) de rescate. La nomenclatura habitual para los parámetros es presión inspiratoria pico (IPAP) y presión espiratoria (EPAP), aunque en algunos respiradores se programa la presión de soporte (IPAP = EPAP + PS)²². Igualmente, las modalidades de volumen asegurado (esquema de control adaptativo), no son de uso habitual por su funcionamiento irregular con fugas. Actualmente existe gran variedad de interfases, especialmente para mayores de 4 años²³.

Oxigenoterapia de alto flujo con cánulas nasales

Los dispositivos de oxigenoterapia de alto flujo (OAF), inicialmente utilizados en el ámbito hospitalario, están encontrando nuevas indicaciones en la VMP, incluso a nivel domiciliario, incorporándose como una opción en los modelos más recientes de respiradores de VNI²⁴.

Estrategias de destete

Las complicaciones asociadas al uso de las diferentes modalidades de ventilación mecánica invasiva y no invasiva requieren que sus prescriptores fijen como uno de los objetivos terapéuticos su retirada cuando ésta es posible²⁵. A pesar de la existencia de guías para la liberación de la ventilación mecánica²⁶, su implantación es aún limitada²⁷.

Las recomendaciones actuales incluyen la realización de evaluaciones periódicas sistemáticas programadas para definir si un paciente está potencialmente preparado para ser extubado²⁶. Llevar a cabo pruebas de adecuación para la extubación forma parte de dichas evaluaciones^{28,29}. En general, estas evaluaciones incluyen:

- Variables relacionadas con la enfermedad de base: mejoría de la causa de inicio de la VM.
- Variables fisiológicas dirigidas a evaluar la función respiratoria.
- Variables relacionadas con los parámetros del respirador.
- Otras variables relacionadas con el paciente: situación neurológica, sedación, función muscular y situación hemodinámica. Un nivel de sedación adecuado, la presencia de tos efectiva y el manejo adecuado de secreciones son necesarios para considerar al paciente apto para ser extubado^{26,30}. Desafortunadamente no se han definido claramente cuáles son las mejores herramientas para identificar estas situaciones. La valoración de la fuerza muscular determinando la presión inspiratoria máxima (P_Imax) con un manómetro conectado al tubo endotraqueal y ocluyendo este de manera transitoria podría permitir identificar la presencia de una adecuada capacidad muscular. Se han propuesto como predictores de éxito valores de P_Imax mayor de -30 a -50 cmH₂O, según edad^{26,31,32}.

Cualquier protocolo o sistemática de evaluación dirigidos a facilitar la liberación de la ventilación mecánica debería considerar la existencia de pacientes con riesgo elevado de fracaso de extubación³⁰. La determinación precoz de la adecuada situación del paciente para ser extubado puede traducirse en mejor pronóstico. En los últimos años se ha

Tabla 1 Indicaciones de la ventilación mecánica prolongada (VMP) por enfermedades, mecanismos fisiopatológicos implicados (I) y beneficios esperados de la VMP

Enfermedades	Efectos de la VMP
<i>Cardiopatías congénitas y adquiridas (aumento de la carga respiratoria)</i>	
Cardiopatías con alteración del flujo sanguíneo pulmonar.	Reducir el trabajo respiratorio y el consumo de O ₂ . Mantener la CFR ^a próxima a la normalidad. Mejora de la oxigenación. Disminución de las resistencias vasculares pulmonares.
Miocardopatías con disfunción ventricular.	Abrir y estabilizar los alveolos colapsados por el edema pulmonar. Reducir el trabajo respiratorio y el consumo de O ₂ . Prevenir la sobrecarga hídrica pulmonar.
<i>Enfermedades de la vía aérea y del parénquima pulmonar (aumento de la carga respiratoria)</i>	
Displasia broncopulmonar asociada a la prematuridad.	Evitar el colapso de las vías respiratorias en la espiración. Reducir el trabajo respiratorio. Mantener la CFR próxima a la normalidad. Reducir el trabajo respiratorio.
Enfermedad pulmonar obstructiva o restrictiva: fibrosis quística, bronquiectasias, hipoplasia pulmonar, secuelas de SDRA.	
Enfermedades de la vía aérea central.	Evitar el colapso de las vías respiratorias.
Laringo-traqueomalacia.	Reducir el trabajo respiratorio.
Obstrucción (anatómica o funcional) de la vía aérea superior: Apnea obstructiva del sueño (AOS); Síndrome de hipoventilación-obesidad. Síndrome de Down;	Mantener la vía aérea permeable.
Malformaciones craneo-faciales (secuencia Pierre Robin, Goldenhar); enfermedades de depósito.	
<i>Enfermedades de la caja torácica (aumento de la carga respiratoria)</i>	
Escoliosis y otras curvaturas anómalas de la columna vertebral.	Mantener la CFR próxima a la normalidad.
Displasia ósea congénita con afectación de costillas y/o vértebras. Malformaciones esternales.	Estabilizar las vías respiratorias. Mantener la CFR próxima a la normalidad.
<i>Enfermedades neuromusculares (fallo de la bomba respiratoria)</i>	
Adquiridas reversibles: polimiositis; crisis miasténicas; botulismo; infección respiratoria o proceso intercurrente en enfermedad neuromuscular.	Sostener o sustituir la actividad de los músculos respiratorios, mientras se resuelve la enfermedad causante.
Congénitas o degenerativas: atrofia muscular espinal, esclerosis lateral amiotrófica, miopatías, distrofias musculares, colagenosis, enfermedades del diafragma, polineuropatías.	Sustituir la actividad de los músculos respiratorios. Mantener la CFR próxima a la normalidad.
<i>Enfermedades del sistema nervioso central (fallo del control central de la respiración)</i>	
Síndrome de hipoventilación central congénita. ROHHAD.	Sustituir el control de la respiración.
Hipoventilación central secundaria a enfermedad metabólica, intoxicaciones, lesiones estructurales del SNC ^d (malformación de Arnold-Chiari; siringomielia; otras lesiones bulbares; estenosis del foramen magnum; quiste de Becker; tumores).	Sustituir el control de la respiración.
Enfermedades degenerativas.	
Lesiones de la médula espinal (adquiridas o congénitas).	Sustituir la actividad de los músculos respiratorios. Mantener la CFR próxima a la normalidad.
<i>Lesiones de nervios periféricos, congénitas o adquiridas</i>	
Parálisis de cuerdas vocales (aumento de la carga respiratoria).	Reducir el trabajo respiratorio.
Parálisis del nervio frénico (fallo de la bomba respiratoria).	Sustituir la actividad de la musculatura diafragmática. Mantener la CFR próxima a la normalidad.

Tabla 1 (continuación)

Enfermedades	Efectos de la VMP
Síndrome de Guillain-Barré (fallo de la bomba respiratoria).	Sustituir la actividad de los músculos respiratorios mientras se recupera la conducción nerviosa y la actividad muscular.
<i>Enfermedades oncohematológicas</i>	
Según sintomatología inicial del tumor.	Mantener la vía aérea permeable.
Según complicaciones infecciosas y no infecciosas (por quimioterapia, cirugía, radioterapia...) durante el tratamiento.	Asegurar el control central de la respiración.
Según secuelas a largo plazo: lesiones del SNC, polineuropatías, miopatías, alteraciones de la vía aérea, bronquiolitis obliterante, fibrosis pulmonar.	Sostener o sustituir la actividad de los músculos respiratorios. Reducir el trabajo respiratorio.
<i>Pacientes en cuidados paliativos</i>	Mantener la comodidad y controlar la disnea.
CFR: capacidad funcional residual; ROHHAD: <i>Rapid-onset obesity with hypothalamic dysfunction, hypoventilation, and autonomic dysregulation</i> (obesidad de instauración rápida con disfunción hipotalámica, hipoventilación y disregulación autonómica).SDRA: síndrome de distress respiratorio agudo; SNC: sistema nervioso central.	

propuesto la posible utilidad de herramientas de evaluación automatizadas.

El uso de pruebas de respiración espontánea está extendido en el ámbito de la UCIP^{28,29}. Su aplicación sistematizada pretende evaluar el esfuerzo respiratorio del paciente en condiciones similares a las que tendría estando extubado, es decir la disposición del paciente a ser extubado y por lo tanto disminuir el grado de soporte respiratorio. Estas pruebas suponen establecer temporalmente parámetros ventilatorios mínimos para valorar la función y el trabajo respiratorios desarrollados²⁶. Existen resultados dispares en relación sobre el uso en pediatría de una mínima presión de soporte dirigida a vencer la resistencia del tubo endotraqueal, o si el uso de CPAP es adecuado para predecir el trabajo respiratorio tras la extubación^{26,33,34}. Tampoco existe consenso sobre la duración más adecuada de estas pruebas³⁵⁻³⁷. La mayoría de autores señalan la necesidad de test de respiración espontánea más exigentes y prolongados en los pacientes con mayor riesgo de fracaso de extubación^{23,26}.

La obstrucción postextubación de la vía aérea superior es una de las causas más frecuentes de fracaso de extubación en pediatría (hasta el 50%)³⁰. Por ello, es importante su prevención y evaluación de riesgo. La prueba de fuga aérea deshinchando el balón podría permitir identificar pacientes con mayor riesgo, aunque no se han definido criterios para indicarla²⁶. También se ha propuesto el posible uso de la ecografía laríngea³². Existe evidencia de la efectividad de los corticoides (habitualmente dexametasona) en la prevención de la obstrucción inflamatoria de vía aérea superior. Las pautas tempranas (al menos 6 h antes de la extubación) con dosis elevadas (> 0,5 mg/kg/dosis) podrían asociarse a mejores resultados^{26,38}. A pesar de esto, las recomendaciones sugieren que, una vez identificada la adecuación del paciente para la extubación, ésta no debería demorarse con el fin iniciar el tratamiento esteroideo²⁶.

En la última década se ha propuesto el uso de la ventilación asistida ajustada neuronalmente (NAVA) como una opción para facilitar la retirada del soporte ventilatorio (invasivo y no invasivo). En niños se han realizado diversos estudios, especialmente en neonatos³⁹, pero también en

pacientes de mayor edad^{40,41}. Aunque su disponibilidad es restringida y acarrea un mayor coste, su uso ha demostrado disminuir las asincronías, por lo que podría ser especialmente útil en aquellos pacientes en que éstas sean un factor destacable⁴¹.

La TQ puede facilitar la retirada de la VMP al permitir disminuir la sedoanalgesia y una mejor adaptación. Algunos estudios han demostrado menor tiempo de VM y de ingreso en pacientes pediátricos con TQ precoces⁴². En el estudio internacional de Kawaguchi et al. hasta un 29,8% de los pacientes habían sido traqueostomizados antes de 14 días de VM, siendo la mediana de 26 días⁹. Por otra parte, el uso de la TQ puede ser una estrategia para facilitar el alta de la UCIP a entornos de menor complejidad asistencial o a domicilio.

Otro de los puntos críticos en la retirada exitosa de la VMP es la utilización de VNI postextubación. Las recomendaciones actuales sugieren el uso sistemático de CPAP o BLPAP en pacientes con riesgo de fracaso de extubación²⁶. La OAF en este contexto parece ser menos eficaz⁴³, por lo que se desaconseja su uso, especialmente en menores de un año²⁶. Igualmente se sugiere que el soporte sea escalado precozmente en los pacientes extubados a oxigenoterapia convencional que muestren signos de dificultad respiratoria²⁶.

Niño con traqueostomía

La TQ es una técnica usada regularmente en niños, incluyendo menores de un año. La cánula de TQ proporciona una vía aérea estable artificial que solventa la obstrucción de la vía aérea (anatómica o funcional, como ocurre en la traqueomalacia grave), permite la realización de VMP y facilita el manejo de secreciones⁴⁴.

Cuando realizar traqueostomía

Un paciente adulto con VM previsible de más de 2 semanas se considera subsidiario de TQ y algunos autores la realizan precozmente (antes de 7 días)^{45,46}. No hay evidencia para

Tabla 2 Respiradores de VMI y VNI de uso domiciliario

Modelo	VMI/VNI	Peso mínimo paciente	Programas disponibles	Modo pipeta	Triggers	Tiempo inspiratorio mínimo	Flujo l/min	Peso dispositivo (kg)	Batería interna/externa
ASTRAL 150	Sí/Sí	5 kg	4	Sí	Vsync, Ti Control	0,2 s	Hasta 250	3,2	8/16 h
EO-150 EOVE	Sí/Sí	3,5 kg	3	Sí	Neonatal	0,3 s	—	1,8	5/13 h
LUISA	Sí/Sí	3,5 kg	4	No	Adaptativo	0,2 s	Hasta 220	2,8	6/18 h
LUMIS 150	No/Sí	—	2	Sí	De flujo	0,3 s	Hasta 200	1,25	No/8 h
MONNAL T-50	Sí/Sí	5,3 kg	3	No	De flujo	—	—	5,3	4/18 h
STELLAR	No/Sí	13 kg	2	No	De flujo	0,3 s	Hasta 250	2,1	2/8 h
TRILOGY EVO	Sí/Sí	3,5 kg	5	No	Auto-track sensitive flujo	0,3 s	Hasta 200	5	-/15 h
VIVO 45 LS	Sí/Sí	2,4 kg	3	No	De flujo y presión	0,3 s	Hasta 220	5	2/18 h
VIVO 3,4	Sí/Sí	5 kg	2	No	De flujo	—	—	1,8	3/-

VMI: ventilación macánica invasiva; VNI: ventilación no invasiva.

establecer el momento óptimo de la TQ en niños, pero en la práctica clínica habitual se demora mucho más⁹. Diversos factores específicos pediátricos influyen en esta demora: a) La técnica quirúrgica, ya que en niños se realiza TQ reglada en quirófano (y no percutánea a pie de cama); b) La decanulación se plantea a largo plazo, y c) Los niños con TQ permanecen en la UCIP durante largos periodos de tiempo.

La indicación debe ser individualizada, valorando la edad, enfermedad de base, evolución clínica, expectativas de destete y el riesgo-beneficio de las alternativas (intubación, VNI, cirugía) (tabla 3). En todo caso, es necesario identificar pronto a los candidatos beneficiarios de una TQ precoz para adelantar su alta a domicilio y favorecer su óptimo neurodesarrollo^{42,47,48}.

Tipos de cánulas de traqueostomía

La elección del tipo y tamaño de cánula debe ser personalizada, teniendo en cuenta la edad, el motivo de la TQ, anatomía traqueal y el uso de ventilación mecánica o de válvula fonatoria (fig. 1). En general, en pediatría se usan cánulas de una sola pieza y sin balón⁴⁹, normalmente de plástico o de silicona (excepcionalmente de plata). La talla se corresponde con el diámetro interno (ID). Se aconsejan cánulas que no ocupen más de 2/3 de la luz traqueal para evitar lesiones y permitir flujo translaringeo fonatorio. Es preferible una cánula pequeña si con ella se consigue el objetivo propuesto (vía aérea permeable, ventilación adecuada). La curvatura de la cánula debe posicionar su extremo distal concéntrico y colineal con la tráquea; de lo contrario, hay riesgo de obstrucción esofágica, eventos súbitos de obstrucción de la cánula por la pared traqueal, erosión de la pared, daño de la arteria innominada o fístula traqueoesofágica^{49,50}.

Habitualmente se usan cánulas sin balón o con balón deshinchado, para permitir la fonación y favorecer la deglución. La ausencia del balón hace recomendable eliminar las alarmas de volumen corriente, pero se pueden mantener alarmas de volumen minuto bajas (inferior a 1 l/min). Las cánulas balonadas estarían indicadas: a) Para optimizar la ventilación en caso de enfermedad respiratoria grave; b) Durante los primeros 5-7 días de posoperatorio para evitar complicaciones por la entrada de aire a través de las suturas recientes si se usa VM, y c) Para evitar la aspiración crónica translaringea, siendo ésta una indicación actualmente cuestionada⁵¹.

Algunas empresas permiten la elaboración de cánulas a medida, más largas o con curvatura especial en pacientes con necesidades especiales (como niños con traqueomalacia distal no cubierta con la longitud estándar) para asegurar óptima ventilación y comodidad.

Cuidados del postoperatorio (primera semana)

El niño recién traqueostomizado debe permanecer estrictamente monitorizado hasta la correcta cicatrización de la herida y el primer cambio de cánula. El control debe ser mayor cuanto más pequeño, asegurando la permeabilidad de la cánula y evitando su salida accidental. La formación adecuada del estoma requiere de 4 a 7 días⁵². Es recomen-

dable visibilizar en la cabecera el día de cirugía y tipo de cánula.

Se debe realizar radiografía de tórax al llegar de quirófano, para comprobar la correcta posición de la cánula y para descartar complicaciones inmediatas (neumotórax, neumomediastino). Se debe proporcionar humidificación adecuada para fluidificar las secreciones y aspirarlas frecuentemente, evitando tapones de sangre. Se valorará sedación si el niño es capaz de manipular inadecuadamente la cánula, añadida a la obligada analgesia. Las cintas de sujeción no deberían cambiarse hasta pasadas 48 h, para evitar la decanulación accidental. Estudios recientes recomiendan el uso de apósitos antimicrobianos en la primera semana para prevenir infecciones y úlceras; estos apósitos contienen espuma de poliuretano (absorbe el exudado y fomenta la cura) y una capa de contacto con plata antibacteriana. El primer cambio de cánula debe ser realizado en presencia del cirujano^{50,52}.

Complicaciones y accidentes⁵²⁻⁵⁵

Las complicaciones de la TQ pueden producirse durante la cirugía, en la primera semana de postoperatorio (inmediatas) o después (tardías) (tabla 4). Varias de ellas pueden producir súbita incapacidad de ventilación con resultado de muerte o daño neurológico permanente: El cambio de cánula en una TQ fresca (primeros 5 días de posoperatorio) puede ocasionar una falsa vía con malposición de la cánula en los planos subcutáneos sin permitir la ventilación. El neumotórax a tensión puede generar colapso cardiorrespiratorio. Otras complicaciones graves y más frecuentes son la obstrucción de la cánula por secreciones (especialmente en cánulas por debajo del número 4) y la decanulación accidental, ambas inadvertidas o con imposibilidad para la recanulación o desobstrucción. La desconexión inadvertida del respirador es otra situación amenazante para la seguridad del paciente. Se debe hacer un esfuerzo importante para prevenir e identificar precozmente estas graves complicaciones, por medio de cuidados específicos y protocolos de actuación, que conlleven un trabajo de equipo multidisciplinar incluyendo a los cuidadores familiares. El niño con TQ debe tener siempre cerca un kit de emergencias con material (cánula, sistema de aspiración, tijeras) necesario para resolver estos eventos súbitos amenazantes⁵⁶.

Efectos secundarios de la traqueostomía

La cánula de TQ puede dificultar funciones básicas como el control de las secreciones, la deglución y el habla⁵⁷, aunque no parece que *per se* empeore la calidad de vida⁵⁸.

Los niños con traqueotomía pueden manejar mal las secreciones, pero no está claro que las aumente. Un estudio reciente señaló que el babeo y el aumento de secreciones traqueales no producían más propensión a hospitalizaciones por descompensaciones respiratorias⁵⁹. Los tratamientos anticolinérgicos, la inyección de toxina botulínica en las glándulas salivares o los parches de escopolamina pueden disminuir la producción de saliva cuando está aumentada. Sin embargo, no están recomendados en niños sin exceso de producción de saliva por aumento del riesgo de tapones obstructivos de secreciones secas. La humidificación térmica es

Tabla 3 Ventajas e inconvenientes de la TQ frente a la intubación endotraqueal en niños

	Traqueostomía	Intubación
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil de poner y quitar, cuando el estoma ha madurado - Comodidad del paciente - Permite poca o no sedación - Facilita la rehabilitación - Permite hablar y tragar - Permite el alta de la UCIP - Facilita el desarrollo neurocognitivo 	<ul style="list-style-type: none"> - No necesita cirugía - Ausencia de complicaciones de la TQ
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Precisa intervención quirúrgica en quirófano - Complicaciones quirúrgicas, en el posoperatorio inmediato y posteriormente - Posible aumento de infecciones respiratorias - El proceso de decanulación suele ser largo 	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones en nariz o boca - Riesgo de estenosis subglótica - Requiere siempre de médico entrenado para su inserción - Requiere ingreso en la UCIP

TQ: traqueostomía; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

Fuente: Tomada con el permiso de García Teresa y Leoz⁵⁰.

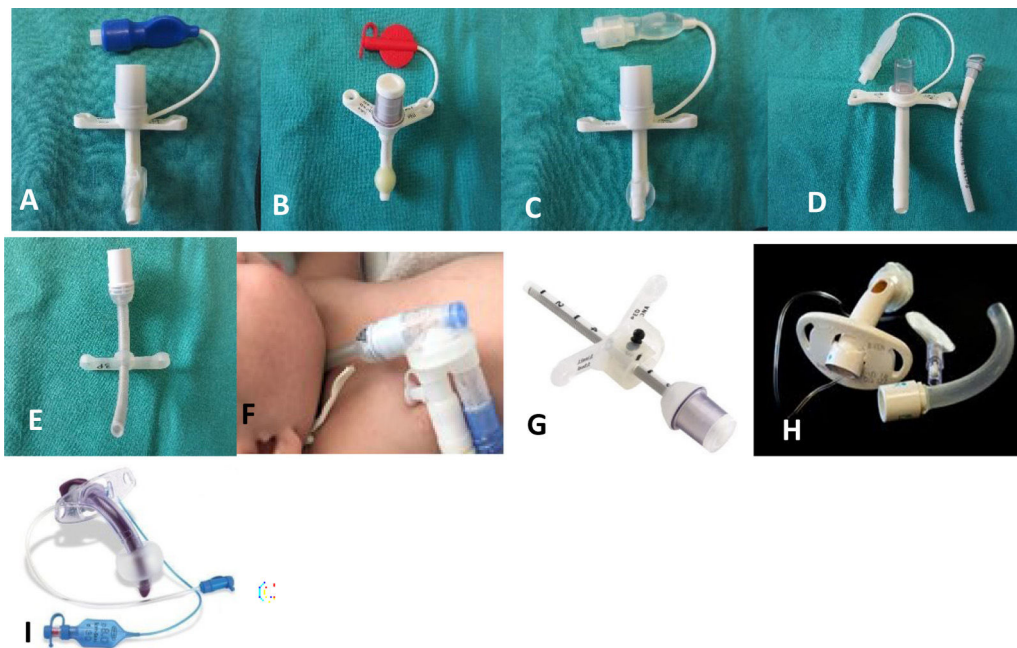


Figura 1 Diferentes tipos de cánulas de traqueostomía⁵⁰. Cánulas con balón: A) de aire y alas rectas; B) de espuma y alas en V; C) de suero salino fisiológico, *tight to shaft* (TTS) al deshincharlo se queda totalmente pegado a la cánula sin restringir el flujo. D) Cánula de 2 piezas (externa e interna) con balón y alas rectas, disponibles desde diámetro interno 6. E) Cánula hecha a medida, sin balón, alas rectas, y con extensión flexible en el extremo proximal. F) La extensión flexible permite conectar los circuitos del respirador lejos del estoma, siendo especialmente útiles cuando el acceso al cuello es difícil (lactantes, niños pequeños o lesionados medulares con halo inmovilizador) o para evitar que el flujo de aire entre por las suturas frescas del estoma si se desconecta el paciente. G) Cánula sin balón de longitud ajustable, con extensión interna y extensión externa flexibles. H) Cánula fenestrada. El uso de cánulas fenestradas en niños es infrecuente porque aumentan la resistencia al flujo (al tener 2 piezas) y favorecen la formación de granulomas junto a la fenestración. Además, no se fabrican tallas pequeñas. I). Cánula con balón y canal de aspiración para minimizar las microaspiraciones, disponibles para adultos.

Fuente: Tomada con el permiso de García Teresa y Leoz⁵⁰.

superior al intercambiador de calor y humedad (ICH) para el bienestar y el control de secreciones⁶⁰.

Los niños traqueostomizados frecuentemente se colonizan por bacterias potencialmente patógenas (BPP), ya que la cánula elimina la protección, filtración, humidificación y calentamiento del aire proporcionados de forma natural por

la cavidad nasal. Además, la cánula puede causar una reacción inflamatoria local que aumenta el riesgo de infección. Algunos estudios indican que la terapia antibiótica nebulizada en caso de colonización bacteriana persistente podría reducir la carga bacteriana, el número y la duración de las hospitalizaciones⁶¹. La infección pulmonar en un niño con

Tabla 4 Complicaciones de la traqueostomía descritas en la literatura**Complicaciones intraoperatorias**

- Aire ectópico (enfisema, neumomediastino, neumotórax)
- Lesión traqueal
- Lesión del nervio recurrente
- Fístula traqueoesofágica
- Sangrado
- Malposición de la cánula
- Hipoventilación
- *Exitus*

Complicaciones precoces (primeros 7 días de postoperatorio)

- Problemas de la herida quirúrgica: úlceras, dehiscencia, infección
- Erosión de la piel del cuello
- Obstrucción de la cánula
- Salida accidental de la cánula
- Incapacidad para reanular
- Creación de una falsa vía
- Hipoventilación
- Aire ectópico (enfisema, neumomediastino, neumotórax)
- Sangrado
- Mediastinitis
- Parada respiratoria
- Encefalopatía hipóxico isquémica
- *Exitus*

Complicaciones tardías (más de 7 días de postoperatorio)

- Infección del estoma
- Infección broncopulmonar
- Obstrucción de la cánula
- Salida accidental de la cánula
- Granuloma del estoma
- Granuloma intratraqueal
- Estenosis traqueal
- Traqueomalacia
- Fístula tráqueo-arterial (A innominada)
- Problemas mecánicos de cánula (rotura, deformidad)
- Encefalopatía hipóxico-isquémica
- *Exitus*

Complicaciones tras decanulación

- Fístula traqueocutánea permanente
- Cicatriz deprimida
- Fracaso de decanulación
- Aire ectópico (enfisema, neumomediastino, neumotórax)

Fuente: Tomada con el permiso de García Teresa y Leoz⁵⁰.

TQ y VMP debe ser tratada como una neumonía asociada a ventilación mecánica (NAV⁶¹). Las técnicas de fisioterapia manual y mecánica para aumentar la tos y eliminación de secreciones son fundamentales. El asistente mecánico de la tos se puede aplicar sobre la cánula con y sin balón, siendo más eficaz que la aspiración de secreciones⁶².

Los niños con traqueotomía y VM pueden presentar disfagia porque la cánula restringe el movimiento laríngeo deglutorio, empeorando con el balón hinchado y cuando asocian hiposensibilidad orofaríngea. En contra de la creencia

habitual, estudios más recientes han demostrado un mayor riesgo de aspiración de las secreciones subglóticas acumuladas con el manguito inflado, debido a los movimientos corporales o la manipulación de la cánula conjuntamente con la mayor dificultad de elevación laríngea al tragar. Si es posible, la capacidad deglutoria se debe evaluar periódicamente. Inicialmente se puede utilizar un test de cribado con colorante (test de Evans) que se podrá completar mediante videofluoroscopia o fibroendoscopia⁵¹.

La capacidad de fonar se ve afectada por la disminución del flujo espiratorio a través de las cuerdas vocales; esto se puede corregir con una válvula fonatoria unidireccional conectada en la cánula (se puede utilizar con y sin VM) pero siempre con el balón deshinchado, la vía aérea superior permeable, el niño alerta, receptivo y sin infección respiratoria, y a partir de las 48 h del posoperatorio⁶³. En ocasiones, la presión subglótica creada por la restricción del flujo espiratorio dificulta la tolerancia de la válvula fonatoria. Esto se puede resolver con una pequeña perforación intencionada de alivio de presión en su lateral⁶⁴ o mediante válvulas fonatorias que permiten regular cierto grado de exhalación.

Aspectos no respiratorios: nutrición, rehabilitación, ética y familia

Diferentes estudios han establecido la importancia de garantizar una adecuada nutrición en los pacientes pediátricos sometidos a ventilación mecánica⁶⁵⁻⁶⁸. Recientemente han sido publicadas recomendaciones para el manejo no respiratorio de pacientes pediátricos con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA)⁶⁹. Entre ellas destacan la introducción temprana (antes de las 72 h) de la nutrición enteral (NE) y el uso de protocolos nutricionales por objetivos, para asegurar un aporte calórico que cubra las necesidades basales, facilite la recuperación y mantenga el crecimiento. Para estos pacientes se sugiere emplear al menos 1,5 g/k/día de proteína. La vía de administración puede incluir desde sonda nasogástrica a sonda transpilórica, o a largo plazo puede ser necesario la gastrostomía asociada o no a una cirugía antirreflujo. La TQ permitirá en algunos pacientes la ingesta oral.

En relación con las estrategias de rehabilitación, estas guías recomiendan mantener patrones circadianos de actividad y descanso, así como definir objetivos de actividad y movilización. La rehabilitación debería ser personalizada y coordinada por equipos multidisciplinares que determinen la situación basal, las metas y el momento óptimo para iniciarla⁶⁹. El uso de técnicas de fisioterapia respiratoria como el aumento del flujo espiratorio, la hiperinsuflación manual y las vibraciones han demostrado su utilidad mejorando el manejo de secreciones, logro especialmente importante para los pacientes neuromusculares dependientes de VMP⁷⁰. El papel del logopeda es fundamental en la rehabilitación fonatoria y de la disfagia.

En los últimos años, se ha constatado el enorme papel de la familia en el cuidado de los pacientes pediátricos con VMP⁷¹⁻⁷³. Más allá de la importancia de su participación en los cuidados diarios durante el ingreso hospitalario y en el domicilio, las recomendaciones más recientes abogan por implicar de manera directa a los padres en la toma de decisiones relacionadas con el uso de VMP en niños^{74,75}. El equipo

Tabla 5 Material para ventilación mecánica a domicilio⁵⁰

- Respirador específico de VMD (2 dispositivos en caso de VM > 16 h o terapia de soporte vital).
- Batería externa para respirador.
- Circuitos completos del respirador (1): tubos corrugados, piezas conectoras, trampas de agua, tubos en Y.
- Humidificador térmico o intercambiador de calor-humedad (humidificadores de nariz) (2).
- Aspirador de secreciones portátil.
- Pulsioxímetro.
- Interfases con arnés de sujeción (varios modelos).
- Cánulas de traqueostomía del número correspondiente y menor (3).
- Sondas de aspiración (4).
- Bolsa de resucitación manual y mascarilla nasobucal.
- Tubo endotraqueal del número correspondiente y menor.
- Fonendoscopio.
- Válvula fonatoria
- Cinta de sujeción de la cánula (5).
- Desinfectante para cánulas, clorhexidina.
- Gasas estériles, apósitos, guantes, gel hidroalcohólico.
- Suero salino fisiológico, agua estéril, jeringas.
- Lubricante no vaselinado.

Según el paciente

- Fuente de oxígeno, oxímetro (si se precisa), alargaderas de O₂, cánulas nasales, mascarillas.
- Nebulizador de medicación.
- Bomba de alimentación, sonda nasogástrica de silicona (6), conexión de gastrostomía.
- Jeringas de 50 y 10 ml.
- Dispositivos de rehabilitación respiratoria.
- Monitor de apnea.
- Silla de ruedas adaptada para el respirador y la batería externa.

(1): Limpieza en solución de jabón enzimático y antiséptico una vez a la semana; el paciente debe tener en el domicilio por lo menos circuitos.

(2): Puede durar hasta 3 días o más.

(3): Cambiar cuando sea preciso o de forma programada, dependiendo del material y el paciente. Son reutilizables.

(4): Pueden reutilizarse, previa limpieza antiséptica.

(5): Cambiar una vez al día.

(6): Pueden mantenerse hasta 6 meses.

La necesidad de material fungible varía en cada paciente según su situación clínica.

El paciente debe recibir suministro de material por lo menos para un mes.

Fuente: Tomada con el permiso de García Teresa y Leoz⁵⁰.

asistencial debe combinar su experiencia y conocimiento con el entendimiento de los valores, creencias y expectativas de los pacientes y sus familias. La comunicación entre todas las partes implicadas en el proceso debe ser abierta, empática y sin prejuicios. Las decisiones deberían abordarse de manera sopesada a lo largo del tiempo y no en un único encuentro, siendo fundamental la evaluación de la comprensión por parte de la familia de la enfermedad, sus opciones terapéuticas y las implicaciones que supone el cuidado de un niño con ventilación prolongada.

Transición a domicilio

La transición a domicilio será muy diferente entre los niños con VMP de soporte vital (traqueotomizados o con VNI más de 16 h al día) y los que reciben VNI electiva habitualmente nocturna.

Las estrategias que ya han demostrado su eficacia en el manejo de recién nacidos prematuros, como la modalidad VNI NAVA o el método canguro, deben incorporarse en la

UCIP⁷⁶. Para los pacientes con VNI, según la edad, el peso y la gravedad, se pueden seleccionar diferentes interfases²³.

Como regla general, los pacientes que no toleran descansos cortos (parálisis diafragmática bilateral), que presentan colapso de la vía aérea con deterioro rápido (traqueomalacia asociada) o que presentan frecuentes episodios bruscos de cianosis (espasmos del sollozo cianóticos severos en los niños con enfermedad de Ondine) no deben recibir soporte de VNI, sino ser sometidos directamente a una traqueotomía para garantizar su seguridad⁷⁷.

Antes de programar la transición a domicilio es imprescindible estabilizar adecuadamente al paciente en su respirador hospitalario. Una vez estables, el paso al respirador domiciliario puede ser difícil en los pacientes con peso inferior a 6 kg (sobre todo en lactantes con displasia broncopulmonar), requiriendo una selección cuidadosa del respirador y también un ajuste preciso de la configuración⁷⁸. Actualmente, solo unos pocos dispositivos domiciliarios son capaces de ventilar a pacientes de menos de 5 kg.

Los estándares para la capacitación y evaluación de la competencia de los cuidadores familiares varían entre insti-

tuciones. Las familias y sus equipos médicos deben acordar la preparación mínima de seguridad, el material y el número de personas responsables entrenadas en el domicilio (tabla 5). En el caso de la VMI, se recomienda que al menos 2 cuidadores familiares reciban capacitación completa en todos los aspectos del cuidado antes del alta. Además del entrenamiento diario práctico con el paciente, las sesiones de simulación pueden ser muy útiles para mejorar el manejo de situaciones como la obstrucción o aspiración de la cánula⁷⁷.

Resultados: beneficios, efectos adversos, complicaciones, mortalidad

Los objetivos terapéuticos a largo plazo de la VMP incluyen prolongar la vida, mejorar su calidad y prevenir el deterioro de la función pulmonar o las exacerbaciones respiratorias. La VMP es actualmente una alternativa realista a la muerte por insuficiencia respiratoria para muchos niños con enfermedades respiratorias crónicas, siendo el aumento de la esperanza de vida el beneficio más evidente de esta técnica^{6,79}. Algunos pacientes, especialmente los diagnosticados de enfermedad pulmonar crónica o de la vía aérea, podrán liberarse de la VMP^{55,80}. Además, la VMP como terapia electiva reduce las infecciones respiratorias, las complicaciones por secreciones, los episodios de descompensación y el número y duración de los ingresos hospitalarios^{15,22}.

La mortalidad de los niños con VMP está aumentada con respecto a niños sanos, aunque no es posible identificar si esto se debe a la progresión de la enfermedad de base, a la insuficiencia respiratoria crónica que el soporte respiratorio no puede compensar, a la adecuación del esfuerzo terapéutico en situaciones de deterioro o a complicaciones intrínsecamente relacionadas con la VMP^{4,6,9,80,81}. Varios estudios describen el aumento del riesgo de accidentes con resultado de muerte en pacientes con VMP por TQ, debidos a decanulación accidental u obstrucción de la cánula^{53-55,81}. Durante el ingreso en la UCIP, la VMP se asocia a un aumento de mortalidad por imposibilidad de extubación, por extubaciones accidentales con imposibilidad de reintubación, infecciones u otras complicaciones relacionadas con la asistencia sanitaria^{79,81}.

Las complicaciones infecciosas se asocian, sobre todo, a la VMI, siendo la traqueobronquitis la más frecuente y la NAVM la más grave⁷⁹. La VMI se asocia a lesiones pulmonares y de la vía aérea, especialmente a nivel laríngeo y traqueal. El uso de TET con neumotaponamiento hinchado con presión superior a 20-25 mmHg puede causar lesiones de la mucosa traqueal que originen estenosis subglótica sintomática⁷⁹. Asimismo, el uso de TET con sedación inadecuada puede favorecer las lesiones laríngeas. La complicación pulmonar más importante es la lesión inducida por la ventilación mecánica (Ventilation Induced Lung Injury [VILI]). La VILI se asocia con volumen corriente, «driving pressure», flujo y frecuencia respiratoria elevados. Se relaciona en menor medida con el aumento de la PEEP, resistencia y elasticidad⁷⁹. Los sedantes y relajantes musculares pueden producir complicaciones como síndrome de abstinencia, delirium, miopatía, neuropatía o disfunción diafragmática⁷⁹. La TQ puede disminuir significativamente la necesidad de estos fármacos⁴⁵.

Las complicaciones más frecuentes de la VMP con VNI son las lesiones por presión producidas por las interfases, la irritación conjuntival por las fugas no controladas y las deformidades de la cara por la presión ejercida de forma continuada por arneses y mascarillas^{23,82}.

La VMP puede tener efectos sobre la forma de alimentación, siendo obligado en los pacientes intubados el uso de sonda enteral o de gastrostomía^{55,79}.

Los niños con VMP requieren de recursos sanitarios costosos⁷ (tecnología, personal especializado) y gran apoyo familiar y social. El impacto en la salud mental y la calidad de vida de la familia (padres y hermanos) es negativo, debido al aumento de la carga por los cuidados. En una misma situación de afectación y gravedad, la calidad de vida percibida por el paciente es mejor con VMP respecto a sin ella. Los padres, sin embargo, suelen tener una peor valoración de la calidad de vida de sus hijos, respecto a los propios pacientes¹¹.

Como conclusión, la VMP en la UCIP es una técnica en aumento que presenta particularidades específicas en relación con la ventilación mecánica convencional, no solo desde el punto de vista material o técnico. Es necesario que el personal implicado en el tratamiento de los pacientes pediátricos con VMP disponga de conocimientos específicos para abordar el uso de esta técnica.

Contribución de autores

Diseño, elaboración y revisión del manuscrito: todos los autores. Coordinación: María Angeles García Teresa.

Declaración sobre el uso de la IA generativa y de las tecnologías asistidas por la IA en el proceso de redacción

No se ha usado IA.

Financiación

Los autores declaran que no existe financiación.

Conflicto de intereses

Rafael González Cortés, Mirella Gaboli y María Angeles García Teresa: Declaran no tener conflicto de intereses.

Martí Pons Ódena: Declara los siguientes conflictos de intereses: Recepción de equipos, materiales Phillips Respironics, Resmed, Lowestein, Breas y honorarios por conferencias Lowestein

Bibliografía

- MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation. *Chest*. 2005;128:3937-54, <http://dx.doi.org/10.1378/chest.128.6.3937>.
- Sauthier M, Rose L, Jouvet P. Pediatric prolonged mechanical ventilation: Considerations for definitional criteria. *Respir Care*. 2016;61:1-17, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.04881>.

3. Colleti J, Teixeira Azevedo R, Rezende de Oliveira Caino F, Ribeiro de Araujo O. Prolonged Mechanical Ventilation in Children: Review of the Definition. *Pediatr Crit Care Med.* 2021;22:e588–93, <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002773>.
4. Chen R, Liu Y, Dang H. Definition, risk factors, and outcome analysis of prolonged mechanical ventilation in children. *Pediatr Pulmonol.* 2024;59:2507–16, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.27054>.
5. Jardine E, O’Toole M, Paton JY, Wallis C. Current status of long term ventilation of children in the United Kingdom: Questionnaire survey. *BMJ.* 1999;318:295–9, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.318.7179.295>.
6. Zhang Z, Tao J, Cai X, Huang L, Liu C, Ren H, et al. Clinical characteristics and outcomes of children with prolonged mechanical ventilation in PICUs in mainland China: A national survey. *Pediatr Pulmonol.* 2023;58:1401–10, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.26332>.
7. Kanthimathinathan HK, Plunkett A, Scholefield BR, Pearson GA, Morris KP. Trends in long-stay admissions to a UK paediatric intensive care unit. *Arch Dis Child.* 2020;105:558–62, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2019-317797>.
8. Barajas-Romero JS, Vásquez-Hoyos P, Pardo R, Jaramillo-Bustamente JC, Grigolli R, Monteverde-Fernández N, et al. Factors associated with prolonged mechanical ventilation in children with pulmonary failure: Cohort study from the LARed Network registry. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2024;48:23–36, <http://dx.doi.org/10.1016/j.medine.2023.07.001>.
9. Kawaguchi A, Fernandez A, Baudin F, Chuisolo F, Lee JH, Brierley J, et al., LongVentKids study group. Prevalence, management, health-care burden, and 90-day outcomes of prolonged mechanical ventilation in the paediatric intensive care unit (LongVentKids): An international, prospective, cross-sectional cohort study. *Lancet Child Adolesc Health.* 2025;9:37–46, [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642\(24\)00296-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(24)00296-7).
10. Liu Y, Wang Q, Hu J, Zhou F, Liu C, Li J, et al. Characteristics and risk factors of children requiring prolonged mechanical ventilation vs. non-prolonged mechanical ventilation in the PICU: A prospective single-center study. *Front Pediatr.* 2022;10:830075, <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2022.830075>.
11. González R, Bustinza A, Fernandez SN, Garcia M, Rodríguez S, García-Teresa MA, et al., J; Spanish Children Home Mechanical Ventilation Multicentric Study Group. Quality of life in home-ventilated children and their families. *Eur J Pediatr.* 2017;176:1307–17, <http://dx.doi.org/10.1007/s00431-017-2983-z>.
12. Kwak S. Home mechanical ventilation in children with chronic respiratory failure: A narrative review. *J Yeungnam Med Sci.* 2023;40:123–35, <http://dx.doi.org/10.12701/jyms.2022.00227>.
13. Kawaguchi A, Kato T. Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children with Cardiac Diseases. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 163–76. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
14. Fernández A, López-Fernández YM. Prolonged Mechanical Ventilation in Children Born with Prematurity. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 177–96. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
15. Gaboli M. Prolonged Mechanical Ventilation in Children with Neuromuscular Disease. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 197–212. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
16. García-Teresa MA. Prolonged Mechanical Ventilation in Children with Known Respiratory Disease. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 213–36. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
17. James MN, Rains J, Agulnik A. PMV in Children with Hemato-Oncologic Disease. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 237–54. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
18. Torrent-Vernetta A, Amin R. Long-Term Non-Invasive Ventilation in Pediatric neuromuscular Diseases: Challenges and Advances. *BRN Rev.* 2025;11:63–77, <http://dx.doi.org/10.23866/BRNRev:2025-M0127>.
19. Gaboli M, Bellón-Alonso S, Aguilar-Fernández AJ. Oxigenoterapia. Ventilación mecánica domiciliaria. En: Martín Andrés A, Valverde Molina J, editores. *Tratado de Neumología Pediátrica.* 1.ª ed Madrid: EIOSalud; 2022. p. 1394–432. ISBN: M-25182-2021.
20. Gregoretta C, Navalesi P, Ghannadian S, Carlucci A, Pelosi P. Choosing a ventilator for home mechanical ventilation. *Breathe.* 2013;9:394–409, <http://dx.doi.org/10.1183/20734735.042312>.
21. Pluym M, Kabir AW, Gohar A. The use of volume-assured pressure support noninvasive ventilation in acute and chronic respiratory failure: A practical guide and literature review. *Hosp Pract (1995).* 2015;43:299–307, <http://dx.doi.org/10.1080/21548331.2015.1110475>.
22. Fauroux B, Abel F, Amadeo A, Bignamini E, Chan E, Corel L, et al. ERS statement on paediatric long-term noninvasive respiratory support. *Eur Respir J.* 2022;59:2101404, <http://dx.doi.org/10.1183/13993003.01404-2021>.
23. Castro-Codesal ML, Olmstead DL, MacLean JE. Mask interfaces for home non-invasive ventilation in infants and children. *Paediatr Respir Rev.* 2019;32:66–72, <http://dx.doi.org/10.1016/j.prrv.2019.03.004>.
24. Steindor M, Wagner CE, Kavvalou A, Bock C, Olivier M, Stehling F. Indications and outcome of home high-flow nasal therapy in children, a single-center experience. *Pediatr Pulm.* 2022;57:2048–52, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.25974>.
25. Principi T, Fraser DD, Morrison GC, Farsi SA, Carrelas JF, Maurice EA, et al. Complications of mechanical ventilation in the pediatric population. *Pediatr Pulmonol.* 2011;46:452–7, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.21389>.
26. Abu-Sultaneh S, Iyer NP, Fernández A, Gaies M, González-Dambrauskas S, Hotz JC, et al. Executive Summary: International Clinical Practice Guidelines for Pediatric Ventilator Liberation, A Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) Network Document. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022;207:17–28, <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.202204-0795so>.
27. Loberger JM, Steffen K, Khemani RG, Nishisaki A, Abu-Sultaneh S. Implementing the Pediatric Ventilator Liberation Guidelines Using the Most Current Evidence. *Respir Care.* 2024;69:869–80, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.11708>.
28. Loberger JM, Campbell CM, Colleti J, Borasino S, Abu-Sultaneh S, Khemani RG, et al. Pediatric Ventilation Liberation: A Survey of International Practice Among 555 Pediatric Intensivists. *Crit Care Explor.* 2022;4:e0756, <http://dx.doi.org/10.1097/ccx.0000000000000756>.
29. Loberger JM, Campbell CM, Colleti J, Borasino S, Abu-Sultaneh S, Khemani RG, et al. Ventilation Liberation Practices Among 380 International PICUs. *Crit Care Explor.* 2022;4:e0710, <http://dx.doi.org/10.1097/ccx.0000000000000710>.
30. Khemani RG, Sekayan T, Hotz J, Flink RC, Rafferty GF, Iyer N, et al. Risk Factors for Pediatric Extubation Failure. *Crit Care Med.* 2017;45:e798–805, <http://dx.doi.org/10.1097/ccm.0000000000002433>.
31. Burton L, Loberger J, Baker M, Prabhakaran P, Bhargava V. Pre-Extubation Ultrasound Measurement of In Situ Cuffed Endotracheal Tube Laryngeal Air Column Width

- Difference: Single-Center Pilot Study of Relationship With Post-Extubation Stridor in Subjects Younger Than 5 Years Old. *Pediatr Crit Care Med.* 2024;25:222–30, <http://dx.doi.org/10.1097/pcc.0000000000003377>.
32. Loberger JM, Jones RM, Phillips AS, Ruhlmann JA, Rahman AKMF, Ambalavanan N, et al. Pediatric ventilation liberation: Evaluating the role of endotracheal secretions in an extubation readiness bundle. *Pediatr Res.* 2023;93:612–8, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-022-02096-7>.
 33. Khemani RG, Hotz J, Morzov R, Flink RC, Kamerkar A, LaFortune M, et al. Pediatric extubation readiness tests should not use pressure support. *Intensiv Care Med.* 2016;42:1214–22, <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-016-4387-3>.
 34. Vishwa CR, Nallasamy K, Angurana R, Bansal A, Jayashree M. Pressure support versus continuous positive airway pressure for predicting successful liberation from invasive ventilation in children: An open label, randomized non-inferiority trial. *Lancet Reg Heal - Southeast Asia.* 2023;14:100219, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lansea.2023.100219>.
 35. Loberger JM, Watson CR, Clingan EM, Petrusnek SD, Aban IB, Prabhakaran P. Pediatric Ventilator Liberation: One-Hour Versus Two-Hour Spontaneous Breathing Trials in a Single Center. *Respir Care.* 2023;68:649–57, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.10652>.
 36. Knox KE, Hotz JC, Newth CJL, Khoo MCK, Khemani RG. A 30-Minute Spontaneous Breathing Trial Misses Many Children Who Go On to Fail a 120-Minute Spontaneous Breathing Trial. *Chest.* 2023;163:115–27, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2022.08.2212>.
 37. Krasinkiewicz JM, Friedman ML, Slaven JE, Lutfi R, Abu-Sultaneh S, Tori AJ. Extubation Readiness Practices and Barriers to Extubation in Pediatric Subjects. *Respir Care.* 2020;66, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.08332>, respcare.08332.
 38. Iyer NP, López-Fernández YM, González-Dambrauskas S, Baranwal AK, Hotz JC, Zhu M, et al. A Network Meta-analysis of Dexamethasone for Preventing Postextubation Upper Airway Obstruction in Children. *Ann Am Thorac Soc.* 2023;20:118–30, <http://dx.doi.org/10.1513/annatsats.202203-212oc>.
 39. Fang S, Su C, Liao D, Chen C, Chung M, Chen F, et al. Neurally adjusted ventilatory assist for rapid weaning in preterm infants. *Pediatr Int.* 2023;65:e15360, <http://dx.doi.org/10.1111/ped.15360>.
 40. Xiao S, Huang C, Cheng Y, Xia Z, Li Y, Tang W, et al. Application of neurally adjusted ventilatory assist in ventilator weaning of infants ventilator weaning. *Brain Behav.* 2021;11:e2350, <http://dx.doi.org/10.1002/brb3.2350>.
 41. Spinazzola G, Costa R, Luca DD, Chidini G, Ferrone G, Piastra M, et al. Pressure Support Ventilation (PSV) versus Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA) in difficult to wean pediatric ARDS patients: A physiologic crossover study. *BMC Pediatr.* 2020;20:334, <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-020-02227-1>.
 42. Sachdev A, Gupta N, Singh BP, Choudhari ND, Sharma N, Gupta S, et al. Indication-based timing of tracheostomy and its effects on outcome in the pediatric intensive care unit. *Pediatr Pulmonol.* 2022;57:1684–92, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.25952>.
 43. Ramnarayan P, Richards-Belle A, Drikite L, Saull M, Orzechowska I, Darnell R, et al. Effect of High-Flow Nasal Cannula Therapy vs Continuous Positive Airway Pressure Following Extubation on Liberation From Respiratory Support in Critically Ill Children. *JAMA.* 2022;327:1555–65, <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2022.3367>.
 44. Veder LL, Joosten KFM, Zondag MD, Pullens B. Indications and clinical outcome in pediatric tracheostomy: Lessons learned. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2021;151:110927, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110927>.
 45. Freeman BD. Tracheostomy Update. When and How. *Crit Care Clin.* 2017;33:311–22, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ccc.2016.12.007>.
 46. Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;1:CD007271, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007271.pub3>.
 47. Holscher CM, Stewart CL, Peltz ED, Burlew CC, Moulton SL, Haenel JB, et al. Early tracheostomy improves outcomes in severely injured children and adolescents. *J Pediatr Surg.* 2014;49:590–2, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2013.09.002>.
 48. Unzueta Roch JL, García Teresa MA, García-Salido A, Vaquero Monje R, Iglesias Bouzas MI, Cabeza Martín B, et al. Pacientes traqueostomizados durante 13 años en una Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. *Rev Esp Pediatr.* 2015;71S1:94, 0034-947X.
 49. Sherman JM, Davis S, Albamonte-Petrick S, Chatburn RLRL, Fitton C, Green C, et al. Care of the Child with a Chronic Tracheostomy. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:297–308, <http://dx.doi.org/10.1164/ajrccm.161.1.ats1-00>.
 50. García Teresa MA, Leoz I. Traqueostomía y sus cuidados en pacientes pediátricos. En: Martínez de Azagra A, Serrano A, Casado J, editores. *Ventilación Mecánica en recién nacidos, lactantes y niños.* 4.ª ed Madrid: Ergon; 2024. p. 475–88. ISBN 978-84-17194-02-4.
 51. Raynor EM, Wohl D. Tracheostomy-Related Swallowing Issues in Children. *Otolaryngol Clin North Am.* 2024;57:649–55, <http://dx.doi.org/10.1016/j.otc.2024.02.017>.
 52. Strychowsky JE, Albert D, Chan K, Cheng A, Daniel SJ, De Alarcon A, et al. International Pediatric Otolaryngology Group (IPOG) consensus recommendations: Routine peri-operative pediatric tracheotomy care. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;86:250–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.03.029>.
 53. Ozmen S, Ozmen OA, Unal OF. Pediatric tracheotomies: A 37-year experience in 282 Children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73:959–61, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2009.03.020>.
 54. Sanders CD, Guimbellot JS, Muhlebach MS, Lin FC, Gilligan P, Esther CR. Tracheostomy in children: Epidemiology and clinical outcomes. *Pediatr Pulmonol.* 2018;53:1269–75, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24071>.
 55. Akangire G, Taylor JB, McAnany S, Noel-MacDonnell J, Lachica C, Sampath V, et al. Respiratory, growth, and survival outcomes of infants with tracheostomy and ventilator dependence. *Pediatr Res.* 2021;90:381–9, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-020-01183-x>.
 56. Doherty C, Neal R, English C, Cooke J, Atkinson D, Bates L, et al. Multidisciplinary guidelines for the management of paediatric tracheostomy emergencies. *Anaesthesia.* 2018;73:1400–17, <http://dx.doi.org/10.1111/anae.14307>.
 57. Watters K. *Management and Strategy of Tracheostomy.* En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children.* 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 289–301. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
 58. Landgraf JM, Vogel I, Oostenbrink R, van Baar ME, Raat H. Parent-reported health outcomes in infants/toddlers: Measurement properties and clinical validity of the ITQOL-SF47. *Qual Life Res.* 2013;22:635–46, <http://dx.doi.org/10.1007/s11136-012-0177-8>.
 59. Marcet-Gonzalez J, Barton G, Lambert E. Severity of sialorrhea and tracheal secretions in infants and toddlers with a tracheostomy with a focus on quality of life. *Am J Otolaryngol.* 2021;42:103074, <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.103074>.
 60. McNamara DG, Asher MI, Rubin BK, Stewart A, Byrnes CA. Heated humidification improves clinical outcomes,

- compared to a heat and moisture exchanger in children with tracheostomies. *Respir Care*. 2014;59:46–53, <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.02214>.
61. Pearce H, Talks BJ, Powell S, Brodrie M, Powell J. A systematic review of antimicrobial therapy in children with tracheostomies. *Pediatr Pulmonol*. 2024;59:251–9, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.26766>.
 62. Chatwin M, Toussaint M, Gonçalves M, Sheers N, Mellies U, Gonzales-Bermejo J, et al. Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respir Med*. 2018;136:98–110, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.012>.
 63. Greene ZM, Davenport J, Fitzgerald S, Russell JD, McNally P. Tracheostomy speaking valve modification in children: A standardized approach leads to widespread use. *Pediatr Pulmonol*. 2019;54:428–35, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24209>.
 64. Althubaiti A, Worobetz N, Inacio J, Lukens J, Mousset M, Onwuka A, et al. Tolerance of one-way in-line speaking valve trials in ventilator dependent children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2022;157:111131, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111131>.
 65. Melro EC, Souza Lima AE, de Mattos Springer AM, de Souza TH, Nogueira RJN. Protein intake deficiency in critically ill children with respiratory insufficiency: A call to action? *Clin Nutr ESPEN*. 2020;37:69–74, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.03.018>.
 66. Sochet AA, Nunez M, Wilsey MJ, Morrison JM, Besone SK, Nakagawa TA. Enteral Nutrition Improves Vital Signs in Children With Bronchiolitis on Noninvasive Ventilation. *Hosp Pediatr*. 2021;11:135–43, <http://dx.doi.org/10.1542/hpeds.2020-001180>.
 67. Tume LN, Eveleens RD, Mayordomo-Colunga J, López J, Verbruggen SCAT, Fricaudet M, et al. Enteral Feeding of Children on Noninvasive Respiratory Support: A Four-Center European Study. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;22:e192–202, <http://dx.doi.org/10.1097/pcc.0000000000002602>.
 68. Jhang WK, Park SJ. Energy Expenditure in Mechanically Ventilated Korean Children: Single-Center Evaluation of a New Estimation Equation*. *Pediatr Crit Care Med*. 2020;21:e522–9, <http://dx.doi.org/10.1097/pcc.0000000000002335>.
 69. Valentine SL, Kudchadkar SR, Ward S, Morrow BM, Nadkarni VM, Curley MAQ, et al. Nonpulmonary Treatments for Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome: From the Second Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med*. 2023;24:S45–60, <http://dx.doi.org/10.1097/pcc.0000000000003158>.
 70. Hawkins E, Jones A. What is the role of the physiotherapist in paediatric intensive care units? A systematic review of the evidence for respiratory and rehabilitation interventions for mechanically ventilated patients. *Physiotherapy*. 2015;101:303–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2015.04.001>.
 71. Miller L, Richard M, Krmpotic K, Kennedy A, Seabrook J, Slumkoski C, et al. Parental presence at the bedside of critically ill children in the pediatric intensive care unit: A scoping review. *Eur J Pediatr*. 2022;181:823–31, <http://dx.doi.org/10.1007/s00431-021-04279-6>.
 72. Sashisenla S, Poonam J, Sunidhi B, Rakesh L, Jaykrishnan K. Experiences of the Parents of Children Admitted to PICU. *Indian J Crit Care Med*. 2024;28:696–701, <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24653>.
 73. Van den Hoogen A, Ketelaar M. Parental involvement and empowerment in paediatric critical care: Partnership is key! *Nurs Crit Care*. 2022;27:294–5, <http://dx.doi.org/10.1111/nicc.12727>.
 74. Ray S, Brierley J, Bush A, Fraser J, Halley G, Harrop EJ, et al. Towards developing an ethical framework for decision making in long-term ventilation in children. *Arch Dis Child*. 2018;103:1080, <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-314997>.
 75. Peat G, Delaney S-A, Gibson F, Fraser LK, Brierley J. Shared decision-making experiences in child long-term ventilation: A systematic review. *Eur Respir Rev*. 2023;32:230098, <http://dx.doi.org/10.1183/16000617.0098-2023>.
 76. Shetty S, Evans K, Cornuau P, Kulkarni A, Duffy D, Greenough A. Neurally adjusted ventilatory assist in very prematurely born infants with evolving/established bronchopulmonary dysplasia. *AJP Rep*. 2021;11:e127–31, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1739458>.
 77. Pons-Odena M. Transfer from Hospital to Home Ventilation (Including NIV and MV): A Medical Point of View. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children*. 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 303–15. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0 (ebook).
 78. McKinney RL, Agarwal A. Transition from intensive care unit to a portable ventilator in children with severe bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Pulmonol*. 2023;58:712–9, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.26274>.
 79. Parrilla J. Complications of Prolonged Mechanical Ventilation. En: Kawaguchi A, Pons Odena M, Graham RJ, editores. *Prolonged and Long-Term Mechanical Ventilation in Children*. 1st ed Singapore: Springer; 2024. p. 353–63. ISBN: 978-981-97-8902-3; 978-981-97-8903-0.
 80. Foy CM, Koncicki ML, Edwards JD. Liberation and mortality outcomes in pediatric long-term ventilation: A qualitative systematic review. *Pediatr Pulmonol*. 2020;55:2853–62, <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.25003>.
 81. Zhang Z, Cai X, Ming M, Huang L, Liu C, Ren H, et al. Incidence, outcome, and prognostic factors of prolonged mechanical ventilation among children in Chinese mainland: A multi-center survey. *Front Pediatr*. 2024;12:1413094, <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2024.1413094>.
 82. Pons-Odena M, Medina A, Mayordomo J, Estepa L, Tekguc H, Rossetti E, et al. Ventilación no invasiva en Pediatría. En: Medina Villanueva A, García Cuscó M, López Fernández YM, editores. *Manual de Ventilación mecánica pediátrica y neonatal*. 6.ª ed. Tesela: Las Palmas de Gran Canaria; 2022. p. 1217–66. ISBN: 978-84-124534-2-3 (ebook).