

Compresión traqueal extrínseca en un lactante durante ventilación mecánica invasiva. Una aproximación fisiopatológica basada en la mecánica respiratoria

Extrinsic tracheal compression in an infant during invasive mechanical ventilation. A pathophysiological approach based on respiratory mechanics

Oscar Bravo Pinares^{a, b}, Pablo Cruces^{a, c, d}, Franco Díaz^{a, b, e}, Diego Villavicencio Moscoso^c

^aHospital Clínico San Borja Arriarán. Santiago, Chile.

^bUniversidad Finis Terrae. Santiago, Chile.

^cHospital El Carmen de Maipú. Santiago, Chile.

^dUniversidad Andrés Bello. Santiago, Chile.

^eRed Colaborativa Pediátrica de Latinoamérica (LAREd Network).

Recibido: 16 de febrero de 2026; aceptado: 14 de mayo de 2026

¿Qué se sabe del tema que trata este estudio?

El diagnóstico de los anillos vasculares en lactantes suele ser complejo debido a su presentación clínica inespecífica y a la superposición con patologías respiratorias frecuentes.

¿Qué aporta este estudio a lo ya conocido?

Este caso muestra cómo el análisis de la mecánica respiratoria durante la ventilación mecánica invasiva puede orientar la sospecha de una obstrucción fija de la vía aérea central, incluso en el contexto de una infección respiratoria aguda.

Resumen

Las anomalías congénitas del arco aórtico, como los anillos vasculares, son causas infrecuentes de obstrucción extrínseca de vía aérea central. Su diagnóstico es complejo debido a una presentación clínica inespecífica y superposición con patologías respiratorias frecuentes. **Objetivo:** Describir los hallazgos de la mecánica respiratoria que orientaron a la sospecha de una obstrucción fija de la vía aérea central secundaria a un anillo vascular en lactante críticamente enfermo. **Caso Clínico:** Lactante de 7 meses, gemelar monocigótico, previamente sano, ingresó por falla respiratoria aguda en el contexto de una infección viral respiratoria baja, requiriendo ventilación mecánica invasiva (VMI). Durante su evolución presentó episodios súbitos de hipoxemia, hipoventilación y aumento marcado de las presiones inspiratorias. El análisis detallado de la mecánica respiratoria evidenció un aumento significativo del componente resistivo inspiratorio y espiratorio, con incremento del gradiente entre

Palabras clave:

Anillo Vascular;
Mecánica Respiratoria;
Ventilación Mecánica;
Obstrucción de Vía Aérea;
Síndromes de Arco Aórtico

presión inspiratoria pico (PIP) y presión meseta (P_{PLAT}), asociado a un aumento de presión positiva al final de la espiración intrínseca (iPEEP). Estas mediciones cambiaban abruptamente al desplazar distalmente el tubo endotraqueal, lo que hizo sospechar de obstrucción fija de la vía aérea central. La angiografía tomográfica computada de tórax confirmó la presencia de un anillo vascular completo secundario a arco aórtico derecho con divertículo de Kommerell. Tras resolución del cuadro agudo, fue sometido a corrección quirúrgica sin complicaciones. **Conclusiones:** En lactantes con falla respiratoria aguda de evolución inhabitual, el análisis fisiopatológico de la mecánica respiratoria durante la VMI puede contribuir a la sospecha de obstrucción fija de la vía aérea central y orientar el estudio anatómico dirigido.

Abstract

Congenital anomalies of the aortic arch, such as vascular rings, are uncommon causes of extrinsic central airway obstruction. Diagnosis is often challenging due to a nonspecific clinical presentation and overlap with common respiratory diseases. **Objective:** To describe the respiratory mechanics findings that led to the suspicion of fixed central airway obstruction secondary to a vascular ring in a critically ill infant. **Clinical Case:** A previously healthy 7-month-old monozygotic twin infant was admitted due to acute respiratory failure associated with a lower respiratory tract viral infection, requiring invasive mechanical ventilation (IMV). During the clinical course, the patient developed sudden episodes of hypoxemia, hypoventilation, and a marked increase in inspiratory pressures. A detailed analysis of respiratory mechanics revealed a significant increase in both inspiratory and expiratory resistive components, with an increased gradient between peak inspiratory pressure (PIP) and plateau pressure (P_{PLAT}), associated with an increase in intrinsic positive end-expiratory pressure (iPEEP). These abnormalities abruptly improved when the endotracheal tube was moved distally, raising suspicion of a fixed central airway obstruction. Chest computed tomography angiography confirmed a complete vascular ring caused by a right aortic arch with a Kommerell's diverticulum. After resolution of the acute condition, the patient underwent surgical correction without complications. **Conclusions:** In infants with acute respiratory failure and unusual clinical course, pathophysiological analysis of respiratory mechanics during IMV may help to rise the suspicion of fixed central airway obstruction and guide targeted anatomical evaluation.

Keywords:

Vascular Ring;
Respiratory Mechanics;
Mechanical
Ventilation;
Airway Obstruction;
Aortic Arch Syndromes

Introducción

La falla respiratoria aguda es una causa frecuente de ingreso a unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP), siendo las infecciones virales del tracto respiratorio inferior su etiología más frecuente¹. En el lactante, estas infecciones suelen producir sibilancias debido a la inflamación de la vía aérea distal, el edema de la mucosa y el aumento de las secreciones, lo que incrementa la resistencia al flujo aéreo y genera un patrón obstructivo predominantemente periférico². En este contexto, la ventilación mecánica invasiva (VMI) puede asociarse a un patrón obstructivo de la mecánica respiratoria³. Sin embargo, la presencia de una obstrucción fija de la vía aérea central constituye un diagnóstico diferencial relevante, poco frecuente y de difícil diagnóstico^{2,4}.

Las anomalías congénitas del arco aórtico, incluidos los anillos vasculares, pueden producir compresión extrínseca de la tráquea y manifestarse con síntomas respiratorios inespecíficos. Su presentación clínica es variable y con frecuencia conduce a retrasos

diagnósticos, con el consiguiente riesgo de compromiso vital. En lactantes críticamente enfermos, estas anomalías pueden manifestarse como una evolución clínica respiratoria inhabitual o refractaria al manejo convencional^{2,4}.

Desde un punto de vista fisiopatológico, la obstrucción fija de la vía aérea central se asocia con un aumento del componente resistivo tanto en la inspiración como en la espiración, con características distintas a las observadas en la obstrucción distal^{3,5}. Durante la ventilación mecánica controlada, el análisis sistemático de la mecánica respiratoria puede aportar información relevante para diferenciar ambos mecanismos⁶. Sin embargo, hay pocos reportes que describan su utilidad como herramienta para la sospecha precoz de compresión extrínseca traqueal.

El objetivo de este reporte es describir los hallazgos de la mecánica respiratoria durante la ventilación mecánica invasiva que orientaron a sospechar una obstrucción fija de la vía aérea central secundaria a un anillo vascular en un lactante críticamente enfermo, destacando la súbita y marcada variabilidad de

estos hallazgos en relación con la posición del tubo endotraqueal respecto a la zona de compresión extrínseca.

Caso Clínico

Lactante de 7 meses de edad, gemelar monocigótico, previamente sano. Nacido por cesárea programada por embarazo gemelar, de término (38 semanas de edad gestacional), con peso de nacimiento de 2970 gramos. La madre refirió que desde el primer día de vida presentó estridor inspiratorio intermitente al esfuerzo y retracción retroesternal intensa, tanto al llanto como durante la alimentación. El paciente fue evaluado por otorrinolaringología a los 3 meses de vida, y se realizó una nasofibroscofia, sin hallazgos patológicos a nivel supraglótico. No tuvo seguimiento posterior por parte de la especialidad debido a la mejoría progresiva de los síntomas y a una buena ganancia ponderal y de desarrollo psicomotor.

Consultó en el servicio de urgencias por dificultad respiratoria progresiva de 3 días de evolución, asociada a coriza y tos. Al ingreso, presentaba taquicardia sinusal de 154/min, frecuencia respiratoria de 34/min y saturación de oxígeno de 94% en aire ambiente. Al examen físico se observó un tórax de morfología normal, con marcado uso de la musculatura accesoria inspiratoria y espiratoria, pero sin estridor. En la radiografía de tórax se identificaron infiltrados intersticiales bilaterales, sin imágenes de consolidación ni de hiperinsuflación, y con silueta cardíaca de tamaño conservado.

La aproximación inicial fue de neumonía viral, y recibió corticoides endovenosos, broncodilatadores y soporte ventilatorio no invasivo con presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) para disminuir el trabajo respiratorio. Debido al deterioro respiratorio progresivo y a la refractariedad al tratamiento inicial, el paciente fue trasladado a la UCIP. Se identificaron rinovirus y coronavirus mediante *FilmArray Respiratory Panel* (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, Francia) en el aspirado nasofaríngeo, descartándose la sobreinfección bacteriana.

Al ingreso a UCIP y previo a la intubación, se observó una discordancia entre el intenso uso de musculatura accesoria y una frecuencia respiratoria baja (28 a 32/min, normal para la edad: 40/min) e hipoxemia leve, con una $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ de 274 (SpO_2 96%, FiO_2 0.35), sin uso de sedación. La intubación orotraqueal se realizó bajo laringoscopia directa, sin dificultad técnica ni alteraciones anatómicas evidentes en la glotis ni en la supraglotis, utilizando un tubo endotraqueal de 4.0 con balón. Luego de que fue intubado, no hubo fuga significativa, y se ventiló en modo controlado por volumen, con parámetros según el protocolo institu-

cional, dentro de rangos seguros para evitar el daño pulmonar inducido por la ventilación mecánica. Estos fueron: volumen corriente de 6 mL/kg, frecuencia respiratoria de 30/min y presión positiva al final de la espiración (PEEP) de 6 cmH₂O, alcanzando una presión inspiratoria pico (PIP) de 22 cmH₂O, presión meseta (P_{PLAT}) de 19 cmH₂O y presión positiva de final de espiración intrínseca (iPEEP) de 1 cmH₂O.

Al control radiológico se identificó una proximidad de 0,5 cm entre el extremo distal del tubo endotraqueal y la carina, por lo que se decidió retirar 1 cm, tras lo cual el paciente presentó hipoxemia, hipoventilación y un aumento marcado de las presiones inspiratorias ($\text{PIP} = 34$ cmH₂O, $P_{\text{PLAT}} = 23$ cmH₂O y $\text{PIP} - P_{\text{PLAT}} = 11$ cmH₂O) y del iPEEP (4 cmH₂O), lo que motivó sedación profunda y bloqueo neuromuscular. El equipo identificó que los cambios en las mediciones de la mecánica respiratoria se asociaban con desplazamientos mínimos del tubo endotraqueal durante la kinesioterapia respiratoria y las atenciones de enfermería. En estos eventos se corroboró la ausencia de secreciones y de intubación monobronquial.

Ante esto, se sospechó una obstrucción fija de la vía aérea central proximal y, en consecuencia, el tubo endotraqueal retornó a su posición inicial. Tras este reposicionamiento hacia distal, el paciente evolucionó favorablemente, sin nuevos episodios de descompensación respiratoria. La figura 1 muestra un esquema de los fenómenos clínicos observados. Fue extubado sin incidentes al tercer día de ventilación mecánica invasiva.

Se realizó una angiografía tomográfica computada de tórax (angio-TAC) una vez resuelta la patología respiratoria aguda y tras la retirada del tubo endotraqueal, para una adecuada reconstrucción tridimensional de la vía aérea. El examen evidenció un arco aórtico derecho con una arteria subclavia izquierda aberrante originada en un divertículo de Kommerell, lo que configuró un anillo vascular completo, asociado a la compresión de la pared posterior de la tráquea (figuras 2 y 3). Además, se reportó una atelectasia completa del lóbulo superior derecho, asociada a hiperinsuflación compensatoria de los lóbulos restantes, sin signos sugerentes de secuestro pulmonar. El ecocardiograma confirmó los hallazgos vasculares descritos y reportó una anatomía cardíaca normal.

Tras la resolución completa del cuadro infeccioso, el paciente fue sometido a corrección quirúrgica electiva del anillo vascular a los 28 días del diagnóstico, sin complicaciones postoperatorias, y permaneció asintomático a los 6 meses de seguimiento.

Como antecedente complementario, el gemelo monocigótico asintomático fue evaluado electivamente mediante angio-TAC de tórax. Este evidenció un arco aórtico izquierdo con origen común del tronco

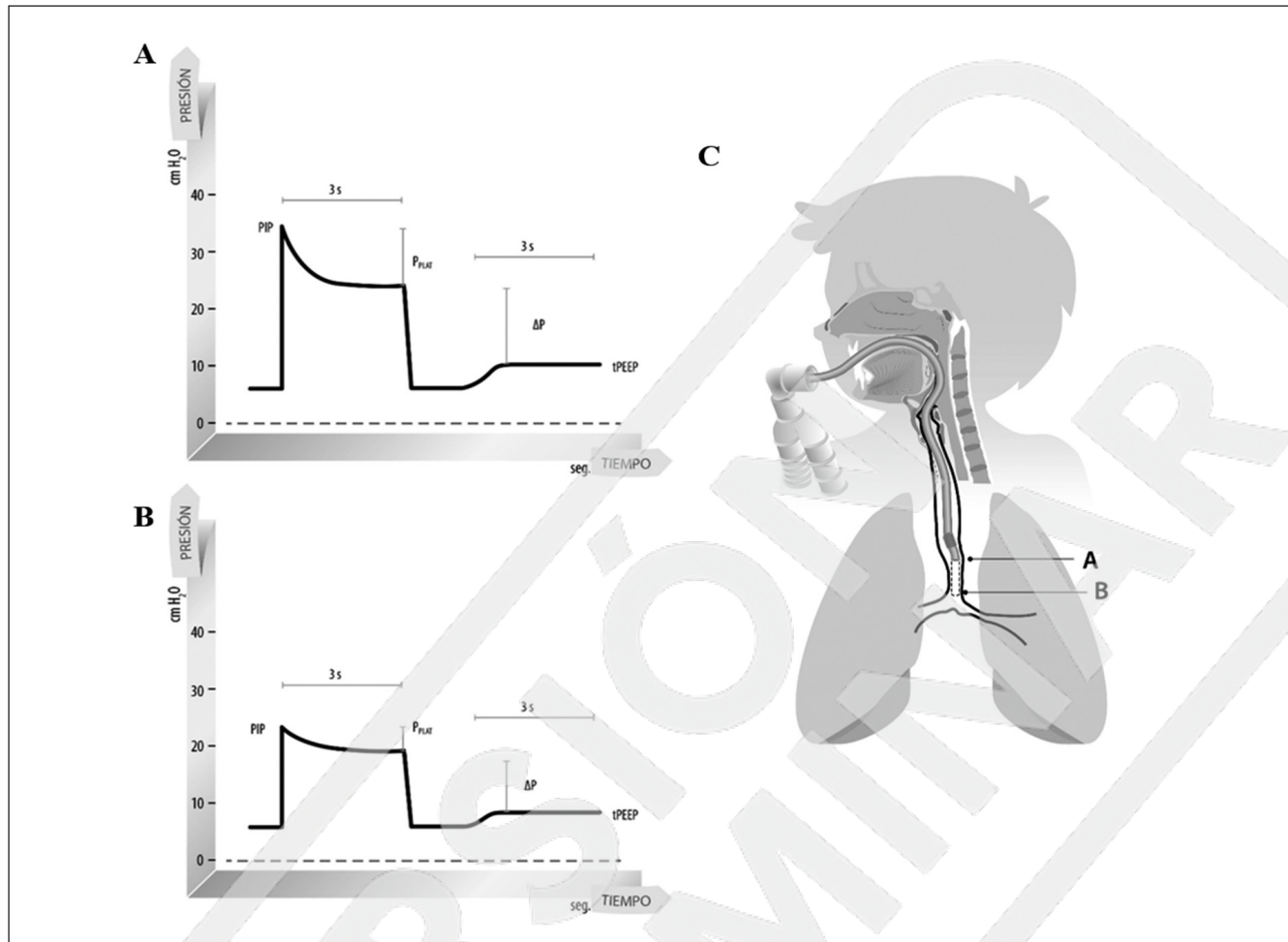


Figura 1. Esquema de las curvas de presión-tiempo obtenidas del paciente durante la ventilación mecánica invasiva, según la posición del tubo endotraqueal, proximal y distal a la compresión extrínseca de la vía aérea central. Imágenes representativas basadas en parámetros de la mecánica respiratoria medidos en condiciones estáticas. Las mediciones se realizaron en modalidad ventilatoria de volumen controlado (flujo cuadrado), con maniobras de pausa inspiratoria y espiratoria de 3 segundos. **A.** Curva representativa presión-tiempo con posición de tubo endotraqueal proximal a estenosis: presión de trabajo total aumentada (diferencia entre PIP y tPEEP), a expensas de un componente resistivo aumentado ($PIP-P_{PLAT}$). **B.** Curva representativa presión-tiempo con posición de tubo endotraqueal distal a estenosis: menor presión de trabajo total ($PIP-tPEEP$) debido principalmente a la disminución del componente resistivo ($PIP-P_{PLAT}$). **C.** Esquema de referencia anatómica de las situaciones A y B. PIP: presión inspiratoria pico; P_{PLAT} : presión de meseta; tPEEP: presión positiva de final de espiración total; ΔP : presión de distensión del sistema respiratorio (*driving pressure*).

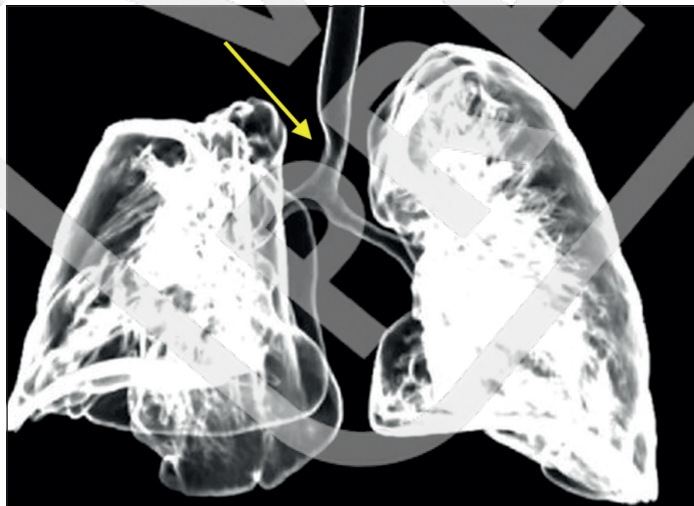


Figura 2. Reconstrucción de la vía aérea mediante angiografía por tomografía computada. La imagen muestra una disminución del calibre traqueal en el tercio distal, señalada por la flecha amarilla. Este hallazgo es concordante con el aumento de los componentes resistivos inspiratorio y espiratorio observados durante la ventilación mecánica, así como con su variabilidad según la posición del tubo endotraqueal.

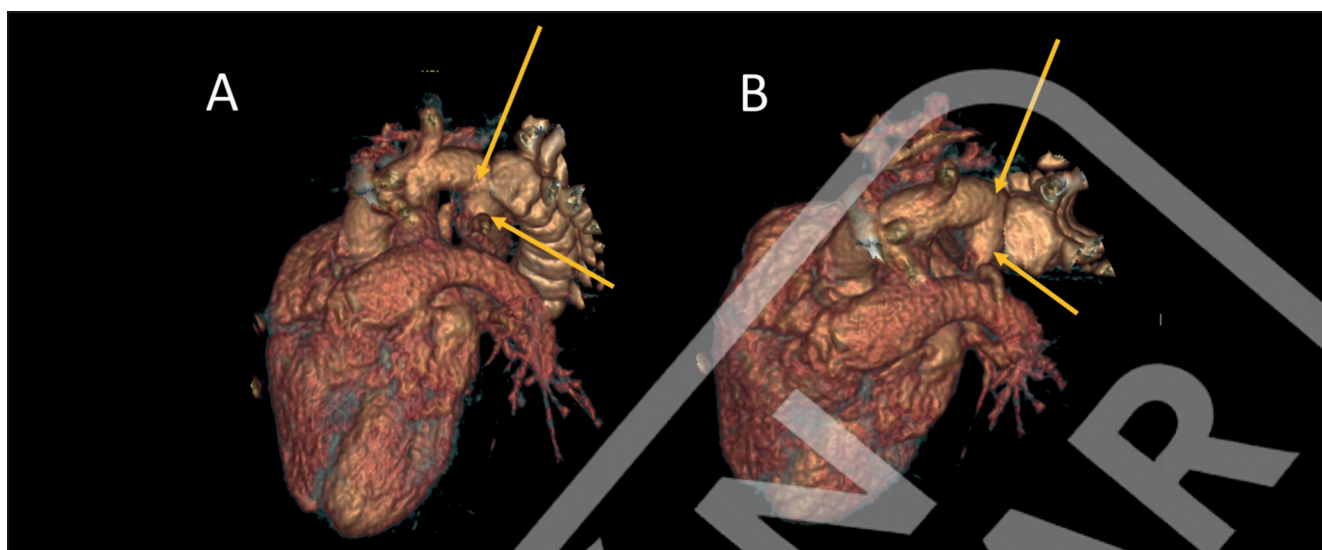


Figura 3. Reconstrucción tomográfica 3D de la anatomía cardiovascular. **A)** Vista lateral oblicua superior. **B)** Vista superior izquierda. Se observa un arco aórtico derecho con una arteria subclavia izquierda aberrante, originada en un divertículo de Kommerell (flechas amarillas), lo que forma un anillo vascular completo que comprime la pared posterior de la tráquea.

braquiocéfalo y de la carótida común izquierda, sin anillo vascular ni compresión de la vía aérea, que no requieren intervenciones ni terapias.

La evaluación por especialidades de ambos gemelos, incluido genética, desestimó estudios complementarios al no identificar estigmas de genopatía.

Discusión

El presente reporte muestra cómo el análisis sistemático de la mecánica respiratoria durante la VMI puede orientar a la sospecha de una obstrucción fija de la vía aérea central en un lactante críticamente enfermo. La relación anatómica de una limitación fija del flujo en el tercio proximal de la vía aérea central y en la punta del tubo endotraqueal condicionó eventos graves que complicaron el curso de una neumonía viral. En este caso, la variabilidad reproducible del componente resistivo inspiratorio y espiratorio en función de la posición del tubo endotraqueal constituyó el principal hallazgo fisiopatológico que permitió diferenciar una obstrucción proximal de los patrones obstructivos más frecuentes asociados al compromiso de la vía aérea distal.

Desde un punto de vista fisiopatológico, la obstrucción fija de la tráquea se caracteriza por un aumento del componente resistivo tanto inspiratorio como espiratorio, con un incremento del gradiente entre PIP y P_{PLAT}, así como por la presencia de iPEEP^{3,5,7}. A diferencia de la obstrucción distal, estos cambios pueden modificarse abruptamente ante mínimas variaciones

en la relación entre la punta del tubo endotraqueal y el sitio de la estenosis, como se observó en este paciente. Este comportamiento dinámico resulta particularmente útil en lactantes sometidos a ventilación mecánica controlada, en quienes la realización de maniobras de pausa inspiratoria y espiratoria permite descomponer las presiones de trabajo del sistema respiratorio y analizar los distintos componentes: resistivo, elástico y umbral^{3,5}.

En el contexto de una infección viral del tracto respiratorio inferior, el aumento de la resistencia de la vía aérea suele atribuirse al compromiso inflamatorio distal de las vías aéreas pequeñas y a la hiperinsuflación dinámica, como, por ejemplo, en estatus asmático grave^{3,8}. Sin embargo, en este caso, la magnitud de las presiones requeridas y la atenuación inmediata de la resistencia de la vía aérea al reposicionar distalmente el tubo endotraqueal sugirieron un mecanismo obstructivo distinto del habitual. Estos elementos, sumados al antecedente de estridor desde el período neonatal y a una evaluación anatómica supraglótica normal, reforzaron la sospecha de una obstrucción fija de la vía aérea central. La ausencia de manipulación previa de la vía aérea hizo poco probable la estenosis subglótica, y otras obstrucciones lumenales, como la membrana traqueal, fueron descartadas al realizarse el manejo avanzado de la vía aérea sin dificultad. Entonces, la compresión extrínseca por anillo vascular fue la primera posibilidad diagnóstica, por lo que se realizó un angio-TAC de tórax con reconstrucción 3D de la vía aérea, relevante para el diagnóstico diferencial. Este examen se realizó una vez extubado, privilegiando un método

no invasivo, evitando artefactos por el dispositivo endotraqueal y los riesgos asociados a la realización de una fibrobroncoscopia en una vía aérea crítica.

Durante la evaluación de la mecánica respiratoria, el paciente se encontraba bajo sedación profunda y bloqueo neuromuscular, condiciones que eliminan la influencia del esfuerzo respiratorio espontáneo, pero que pueden magnificar el colapso dinámico de la tráquea ante compresión extrínseca⁷. Este aspecto debe considerarse en la interpretación de los hallazgos, ya que la pérdida del tono muscular puede exacerbar transitoriamente la limitación del flujo aéreo en este tipo de anomalías.

A pesar de la compresión extrínseca del anillo vascular, el paciente pudo ser extubado con éxito tras la resolución del componente infeccioso agudo. Esto evidencia que la oclusión parcial concéntrica de la tráquea puede compensarse parcialmente durante la respiración espontánea, especialmente cuando disminuyen las demandas ventilatorias y se restablece el tono de la vía aérea^{2,4,9}. Los signos y síntomas, así como el tipo de tratamiento, dependen del grado de compresión de los órganos afectados⁹. En niños, los síntomas de presentación son el estridor, la dificultad respiratoria y la disfagia de intensidad variable. El alto grado de sospecha clínica es el factor más importante para su diagnóstico; de lo contrario, puede ocasionar un significativo retraso entre el inicio de los síntomas y el diagnóstico correcto^{2,4,7,9}.

Conclusión

Este caso destaca el valor clínico del análisis de la mecánica respiratoria como herramienta complementaria en el diagnóstico diferencial de lactantes con falla

respiratoria aguda de evolución inhabitual bajo VMI. La identificación de patrones fisiopatológicos no concordantes con una obstrucción distal debe alertar sobre la posibilidad de una obstrucción fija de la vía aérea central y motivar una evaluación anatómica dirigida.

Responsabilidades Éticas

Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos: Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado: Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

A nuestros pacientes y su familia por la colaboración y disposición en la adquisición y divulgación de información clínica e imagenológica.

Referencias

- Mallol J, García-Marcos L, Solé D, Brand P; EISL Study Group. International prevalence of recurrent wheezing during the first year of life: variability, treatment patterns and use of health resources. *Thorax*. 2010;65(11):1004-9. doi: 10.1136/thx.2009.115188
- Zanetta A, Cuestas G, Rodríguez H, Tiscornia C. Anillos vasculares: obstrucción de vía aérea en niños. Serie de casos. *Arch Argent Pediatr*. 2012;110(6): e110-3
- Cruces P, Alcántar V, Caviedes P, Díaz F. Critical Asthma in Infancy and Toddlers: How Can We Mechanically Discriminate From Critical Bronchiolitis?. *Pediatr Pulmonol*. 2025;60(1):e27386. doi: 10.1002/ppul.27386
- Humphrey C, Duncan K, Fletcher S. Decade of experience with vascular rings at a single institution. *Pediatrics*. 2006;117(5):e903-e908. doi: 10.1542/peds.2005-1674
- Cruces P, Moreno D, Revco S, Ramírez Y, Díaz F. Plateau pressure and driving pressure in volume- and pressure-controlled ventilation: comparison of frictional and viscoelastic resistive components in pediatric ARDS. *Pediatr Crit Care Med*. 2023;24(9):750-9. doi: 10.1097/PCC.0000000000003291
- Cruces P, González-Dambrauskas S, Quilodrán J, et al. Respiratory mechanics in infants with severe bronchiolitis on controlled mechanical ventilation. *BMC Pulm Med*. 2017;17:129. doi: 10.1186/s12890-017-0475-6
- Boogaard R, Huijsmans SH, Pijnenburg MW, Tiddens HA, de Jongste JC, Merkus PJ. Tracheomalacia and bronchomalacia in children: incidence and patient characteristics. *Chest*. 2005;128(5):3391-7. doi: 10.1378/chest.128.5.3391
- Brand PL, Baraldi E, Bisgaard H, et al. Definition, assessment and treatment of wheezing disorders in preschool children: an evidence-based approach. *Eur Respir J*. 2008;32(4):1096-110. doi: 10.1183/09031936.00002108
- Backer CL, Hillman N, Mavroudis C, Holinger LD. Resection of Kommerell's diverticulum and left subclavian artery transfer for recurrent symptoms after vascular ring division. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002;22(1):64-9. doi: 10.1016/s1010-7940(02)00213-0