

Diferencias anatomofuncionales y endoscópicas entre la vía aérea del niño y la del adulto*

CLAUDIA GARRIDO GALINDO[†]
SALOMÓN SERGIO FLORES HERNÁNDEZ[§]
CARLOS NÚÑEZ PÉREZ-REDONDO[§]

* Trabajo presentado parcialmente en cartel durante el Congreso de la Asociación Latinoamericana de Tórax y Congreso de la Sociedad Mexicana de Neumología y Cirugía de Tórax, Cancún, Quintana Roo, del 3 al 7 de julio de 2006, y en la Semana Nacional de Neumología del INER Ismael Cosío Villegas, México, D.F., del 4 al 8 de septiembre de 2006 (Premio de Tercer lugar, modalidad de cartel).

† Servicio de Neumología Pediátrica, INER Ismael Cosío Villegas.

§ Servicio de Broncoscopía, INER Ismael Cosío Villegas.

Trabajo recibido: 07-III-2007; aceptado: 09-IV-2007.

RESUMEN

142

Existen diferencias importantes anatómicas, de tamaño, forma y posición entre la vía aérea del niño y la del adulto, que hace que las intervenciones y el manejo sean diferentes por las propiedades especiales del niño. Los cambios estructurales y

Palabras clave: Diferencias anatómicas, vía aérea, laringe, tráquea, bronquios, broncoscopía.

Key words: Compared anatomy, bronchoscopy, airways, larynx, trachea, bronchi.

morfológicos de la vía aérea son continuos desde la cuarta semana de gestación hasta el final de la adolescencia. Hasta los ocho años, la diferenciación en morfología, tamaño y orientación espacial es más aparente e identificable; después se limita al tamaño. Este trabajo describe y discute las principales diferencias anatómicas y funcionales entre la vía aérea del niño y del adulto, así como sus implicaciones clínicas. La comprensión y aplicación de estos conceptos permitirá aplicar estrategias en el correcto manejo de las vías aéreas para garantizar la seguridad del paciente.

ABSTRACT

There are important anatomical and physiologic differences between the airways of children and adults. Due to this differences, airway procedures in children require particular care. The morphologic and structural changes are continuous since the 4th gestational week until adolescence. Up to the age of 8 years, the changes are in morphology, size and spatial orientation; later, there are only changes in size. This paper describes the main anatomical and functional differences between the airways of children and adults, and their clinical relevance. The comprehension and application of this concepts lead to better management of children's airways and increase procedural safety.

INTRODUCCIÓN

Los cambios estructurales y morfológicos de la vía aérea son continuos desde la cuarta semana de gestación hasta el final de la adolescencia. Las

diferencias morfológicas y la relación que guardan las distintas partes anatómicas entre sí, son más aparentes e identificables hasta los ocho años; después, los cambios se limitan al tamaño. La comprensión de este concepto permite aplicar

estrategias en el manejo correcto de la vía aérea y conocer mejor los aspectos fisiológicos relacionados con la anatomía para garantizar la seguridad del paciente durante la ejecución de procedimientos en las vías aéreas.

Objetivo. Teniendo como base que los niños "no son adultos pequeños", señalaremos las diferencias anatómicas más importantes que existen y su explicación fisiológica. El tamaño, la forma, la posición y las proporciones entre las estructuras del aparato respiratorio del niño, le confieren propiedades especiales que es fundamental conocer.

A continuación se discuten las principales diferencias entre la vía aérea del niño y del adulto, así como sus implicaciones clínicas.

GENERALIDADES

La resistencia al flujo de aire o líquido a través de un tubo está relacionado directamente con la longitud del tubo que lo conduce, lo que significa que tendría menos resistencia si sólo tomamos en cuenta la longitud; sin embargo, la resistencia está aumentada en el árbol bronquial del niño por ser un sistema de tubos proporcionalmente de menor diámetro, lo que favorece que el flujo de aire sea más turbulento aun durante la respiración tranquila.^{1,2} Ambos factores dan como resultado que la resistencia del aire a través del árbol respiratorio sea mayor en el niño.

Además del calibre reducido de la vía aérea del niño, la mucosa que la recubre es laxa y está ricamente vascularizada, lo que predispone al lac-

tante a que grados mínimos de edema, aun inducidos por estímulos patológicos menores, le provoquen obstrucción de evolución rápida.¹ Por ejemplo: la presencia de edema subglótico compromete mucho más al niño que al adulto; si el diámetro interno de la tráquea es de 4 mm y se produce edema de 1 mm de espesor, el área de sección disminuye un 75% y la resistencia al paso de aire aumenta 16 veces. Si se produce el mismo grado de edema en una vía aérea de 8 mm de diámetro, el área de sección disminuye un 44% y la resistencia aumenta sólo tres veces¹⁻⁴ (Figura 1).

Grados relativamente pequeños de edema, secreciones o espasmo, reducen de manera significativa el diámetro de la vía aérea y aumentan exponencialmente la resistencia al flujo aéreo. Por ejemplo, si se maneja la vía aérea con poco cuidado durante una broncoscopia se predispone a que los niños presenten complicaciones con mayor facilidad.

NARIZ, VELO DEL PALADAR Y EPIGLOTIS

Los neonatos tienen narinas estrechas por lo que la obstrucción nasal, aun por tapones de moco, puede desencadenar dificultad respiratoria y problemas durante la alimentación.

La epiglotis se encuentra en una posición alta, muy cerca del paladar blando, lo cual favorece la respiración nasal en lugar de la respiración oral,^{3,5,6} característica que facilita al lactante succionar su alimento y respirar a la vez.¹ En los niños la epiglotis tiene forma de omega (Ω), es

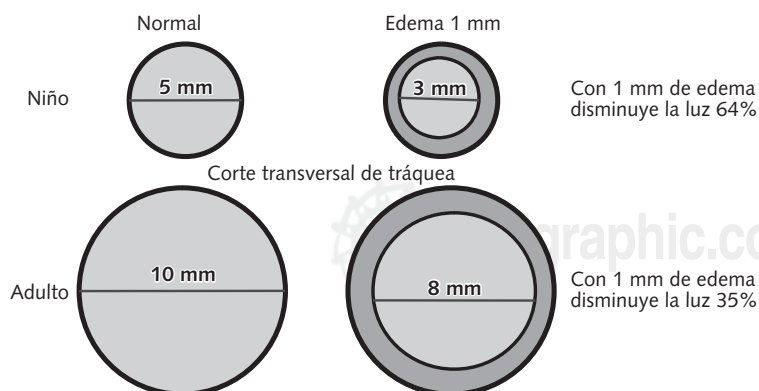


Figura 1. En los niños la mucosa traqueobronquial es más laxa y vascularizada, favorece un grado mayor de inflamación, reactividad y producción de moco. A menor luz traqueobronquial, mayor riesgo de obstrucción.

proporcionalmente más larga y proximal, sus tejidos de fijación son más laxos y sobresale de la laringe en un ángulo de 45° ¹ (Figura 2), por lo que en los menores de cuatro años puede ser visualizada directamente al explorar la faringe; en caso de intubación orotraqueal es más fácil ver la glotis utilizando hojas rectas en el laringoscopio para elevar la epiglotis.

LENGUA

La lengua ocupa completamente la cavidad oral y orofaríngea; al ser más grande, hace que fácilmente obstruya la vía aérea, especialmente en lactantes menores,^{1,3,4,7} y constituye la principal causa de obstrucción de la vía aérea, aun en lactantes sanos.^{2,5,8}

TEJIDO LINFOIDE

Las adenoides forman parte del tejido linfático que rodea la faringe y que, en conjunto, se denomina anillo de Waldeyer; está constituido por tejido linfático desde la base de la lengua (amígdala lingual), las dos amígdalas palatinas, las adenoides, hasta el tejido linfático de la pared posterior de la faringe.

Los neonatos tienen muy poco tejido linfático en la vía aérea superior. Las amígdalas y las adenoides se desarrollan durante el segundo año de la vida y generalmente alcanzan su mayor tamaño entre los cuatro y siete años de edad, para finalmente alcanzar su involución. La vía aérea superior del niño puede estar ocupa-

da en gran proporción por crecimiento de tejido linfático.^{1,9} Puede ser causa de obstrucción, incluso producir síndrome de apnea obstructiva del sueño, provocando alteración en las actividades diurnas del niño hasta producir complicaciones como retraso del desarrollo, hipoxemia intermitente, hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca.

LARINGE

En el neonato, la laringe está localizada a la altura del cuerpo de C1, y la glotis se relaciona con la mitad del cuerpo de esta vértebra, mientras que en el adulto la primera se encuentra en el borde inferior de C3 y la segunda a nivel de C5. La posición más alta, aunado a que la epiglotis es proporcionalmente más larga, hace que sea mucho más fácil visualizarla en menores de cuatro años usando hojas rectas en el laringoscopio. La glotis se mueve caudalmente¹⁻⁴ a medida que crece el lactante (Figura 3).

En el menor de ocho a diez años, la laringe tiene forma de cono truncado en cuya base se encuentra su parte más estrecha, el anillo cricoides; en contraste, la laringe en adultos es de forma cilíndrica, siendo las cuerdas vocales su porción más estrecha. En este principio se basa el hecho de que en los menores de siete a ocho años de edad, los tubos endotraqueales preferentemente son sin globo, ya que el sello fisiológico lo ejerce el cartílago cricoides^{2-5,7} (Figura 4).

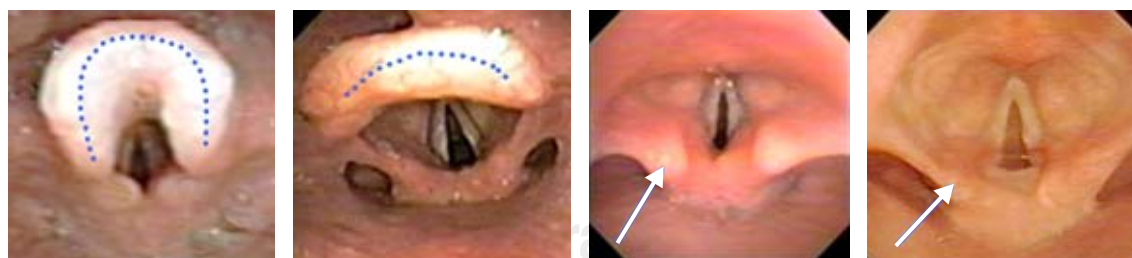


Figura 2. Existen estructuras que son proporcionalmente más grandes en los niños, como son los cartílagos cuneiformes y aritenoides (flechas). Debido a que la epiglotis en menores de cuatro años es proporcionalmente larga y de situación proximal, en caso de intubación orotraqueal es más fácil ver la glotis utilizando hojas rectas en el laringoscopio para elevar la epiglotis.

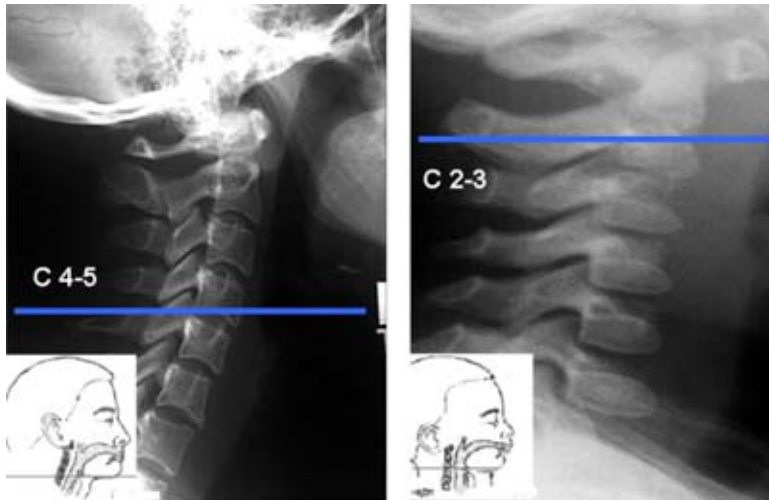


Figura 3. En el neonato la glotis se encuentra a nivel de la primera vértebra cervical o atlas y en el adulto a nivel del quinto cuerpo vertebral o C-5. A medida que crece el lactante la laringe se desplaza caudalmente.

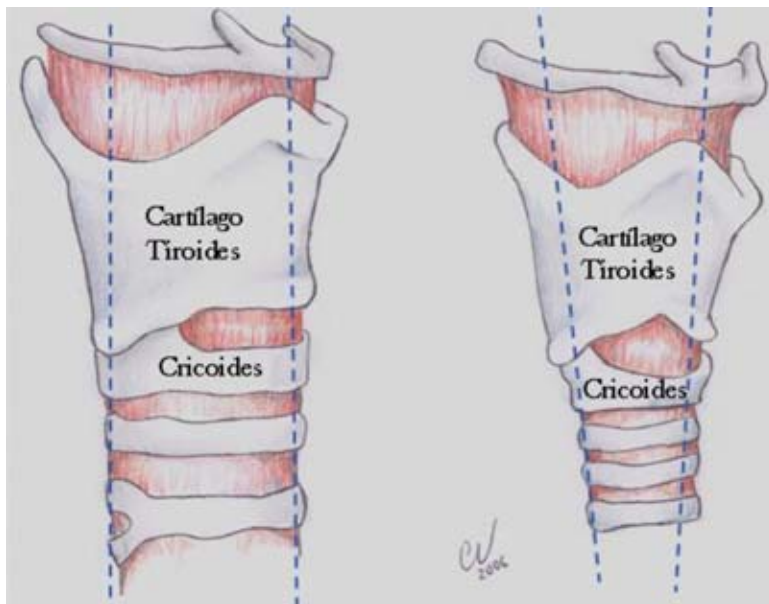


Figura 4. La laringe del adulto tiene forma cilíndrica y la del niño de embudo. En menores de ocho años, esta diferencia permite la intubación con cánulas sin globo por el sello fisiológico que ejerce el cartilago cricoides.

CUERDAS VOCALES

En el niño las cuerdas vocales del lactante se encuentran inclinadas, están más cercanas por delante, debido a la gran proporción de las mismas que conforman los procesos vocales de los aritenoides (porción cartilaginosa de las cuerdas) por lo que el tubo puede atraparse en la comisura anterior en la intubación a ciegas. Su eje es oblicuo hacia abajo y adelante a diferencia de la

del adulto, donde el eje de la glotis es perpendicular a la tráquea.^{1,2,4,10}

TRÁQUEA Y BRONQUIOS

Básicamente, la diferencia es en tamaño y calibre; el diámetro aumenta progresivamente, pero las proporciones se mantienen constantes. Son el peso y la talla las que determinan el tamaño de la vía aérea y no el género¹¹ (Figura 5).

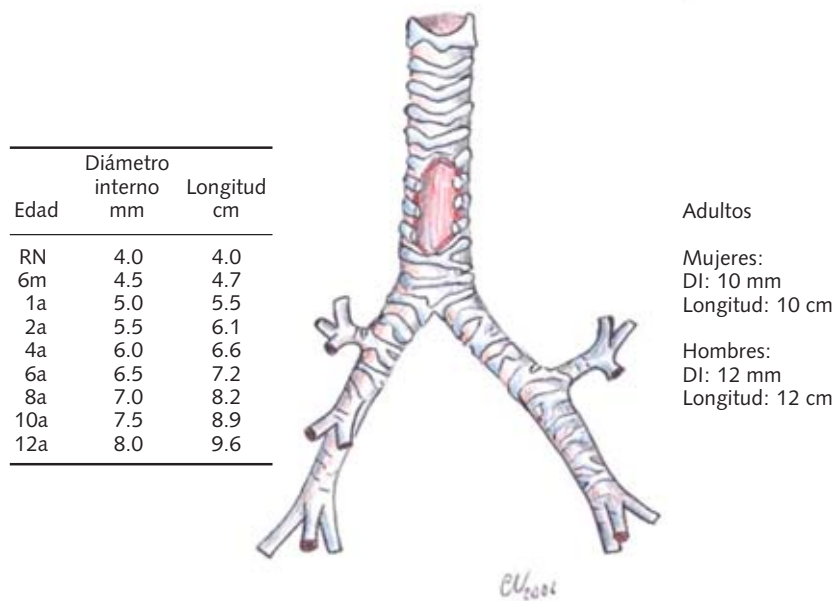


Figura 5. Dimensiones de la tráquea.



Figura 6. En niños, las 2 primeras imágenes, los cartílagos traqueales son menos evidentes y la carina es ancha.

Dada la menor superficie luminal, se requiere menor cantidad de moco para producir obstrucción de la vía aérea.⁹ Además, los niños tienen más secreciones que los adultos y esa tendencia se ve exagerada en presencia de enfermedad.^{1,9}

En el lactante, la dirección de la tráquea es caudal y posterior, mientras que en el adulto es medial y recta; consecuentemente, en el niño la aplicación de presión en el cartílago cricoides es más efectiva y mejora la visión de la glotis. La distancia entre la carina y las cuerdas vocales es sólo de 4 a 5 cm, por lo que se debe tener extremo cuidado al fijar el tubo traqueal, ya que la punta de éste puede moverse alrededor de 2 cm al flexionar o extender la cabeza, lo que pudiera

ocasionar salida del tubo de la tráquea o avance hacia el bronquio derecho.^{1,2,10,11}

Los anillos traqueales son menos evidentes a la broncoscopia por la presencia de mayor cantidad de agua en los tejidos de los niños; la carina principal en niños, a diferencia de los adultos, es ancha (Figura 6).

TÓRAX ÓSEO

La gran flexibilidad de la pared torácica en los neonatos y lactantes aumenta el trabajo respiratorio. Esta flexibilidad es atribuida a las costillas blandas y no calcificadas, las cuales se articulan con la columna vertebral y al esternón en ángulo recto. No sostienen adecuadamente a los pul-

mones. En el adulto las costillas se articulan en ángulo agudo haciendo más eficiente la excursión de la pared torácica. La expansión anteroposterior y transversal del tórax es menos acentuada en el recién nacido y lactante menor, y su ventilación es fundamentalmente diafragmática.^{2,3}

La inmadurez de las estructuras laringotraqueobronquiales en el niño, por su naturaleza elástica, las hace particularmente susceptibles a la compresión mecánica, el estiramiento y la deformación por fuerzas y cambios de presión externos e internos.^{2,6}

Una caja torácica inestable limita la generación de volúmenes corrientes adecuados, como sucede en lactantes y niños con importante desnutrición, así como una mayor predisposición de los músculos respiratorios a la fatiga muscular.

DIAFRAGMA

El diafragma, aunque con ciertas desventajas, es el sostén principal de la ventilación en el neonato. El diafragma y los músculos intercostales del prematuro y del recién nacido son pobres en miofibrillas tipo I, que permiten los movimientos repetitivos sin fatiga, por lo que cualquier condición que aumente el trabajo ventilatorio puede generar fatiga muscular rápidamente y llevarlos a la falla respiratoria.⁵

El ángulo de inserción del diafragma en el abdomen es más agudo en neonatos y lactantes que en niños mayores, lo que reduce la eficiencia ventilatoria durante su contracción. Además, el abdomen prominente del neonato lo presiona en dirección cefálica por debajo de su curvatura ideal de contracción. Estos cambios predisponen al neonato y lactante a la fatiga y falla ventilatoria.^{2,5}

Como resultado de estas particularidades anatómicas y funcionales, el consumo de oxígeno para realizar el trabajo ventilatorio en el neonato es mayor (6-8 mL/kg/min) que en lactantes (3-4 mL/kg/min) y en adultos (2-3 mL/kg/min). La eficacia de la ventilación es aún menor en el prematuro, con lo que el consumo de oxígeno puede ser hasta tres veces superior al del adulto. Por tanto, en caso de apnea o de ventilación alveolar inadecuada, los niños presentan hipoxemia con más rapidez que los adultos.²

VENTILACIÓN COLATERAL

Otra característica del niño es la presencia de menor cantidad de canales de ventilación colateral. Los poros de Kohn están ausentes al nacimiento y gradualmente incrementan en número y tamaño; los canales de Lambert también se encuentran disminuidos, lo que predispone a atelectasias.

CONCLUSIÓN

La vía aérea del niño no es una réplica en miniatura de la del adulto.

Las diferencias anatómicas del niño lo hacen susceptible a las complicaciones del manejo de la vía aérea, éstas se presentan con mayor facilidad y son más graves.

Todo médico que maneje la vía aérea del niño requiere conocer las diferencias anatómicas para garantizar resultados óptimos.

REFERENCIAS

1. Dickison AE. *The normal and abnormal pediatric upper airway. Recognition and management of obstruction.* Clin Chest Med 1987;8:583-596.
2. American Heart Association. *Vía aérea y ventilación.* En: Chameides L, Hazinski MF, editores. Reanimación avanzada pediátrica. Estados Unidos: American Heart Association;1998.p.4.1-4.21.
3. Valero EAT, de Lizarraga GV. *Manejo de vía aérea difícil.* Rev Ven Anest 1998;3:13-21.
4. Comité Nacional de Terapia Intensiva, Comité Nacional de Cardiología. *Consenso de reanimación cardiopulmonar pediátrica.* Arch Argent Pediatr 2000;98:258-268.
5. American Academy of Pediatrics, American College of Emergency Physicians. Respiratory distress. In: Strange GR, editor. *APLS. The Pediatric Emergency Medicine Course.* 3rd ed. USA: American Academy of Pediatrics;1998.p.3-16.
6. Hall SC. *The difficult pediatric airway-recognition, evaluation, and management.* Can J Anesth 2001; 48:R1-R5.
7. De la Parte PL. *Valoración preoperatoria del niño politraumatizado.* Rev Cubana Pediatr 2004;76(1).
8. Zideman DA. *Paediatric and neonatal life support.* Br J Anaesth 1997;79:178-187.
9. Levy PS. *Factores diferenciales entre otorrinolaringología pediátrica y del adulto.* En: Levy PS, editor. Otorrinolaringología pediátrica. 3ra ed. México: Interamericana; 1998. p.1-28.

10. Weiss M, Gerber AC, Dullenkopf A. *Appropriate placement of intubation depth marks in a new cuffed paediatric tracheal tube.* Br J Anaesth 2005;94:80-87.
11. Masters IB, Ware RS, Zimmerman PV. *Airway sizes and proportions in children quantified by a video-bronchoscopic technique.* BMC Pulm Med 2006;6:5.

Correspondencia:

Dra. Claudia Garrido Galindo y Dr.
Carlos Núñez Pérez-Redondo,

Servicio de Neumología Pediátrica.
Instituto Nacional de Enfermedades
Respiratorias Ismael Cosío Villegas.
Calzada de Tlalpan Núm. 4502,
colonia Sección XVI. México, D.F.,
14080. Teléfono: 56664539,
extensiones 122 y 251.
Correos electrónicos:
cgarrido_claudia@hotmail.com.mx;
cnunezpr@prodigy.net.mx

