

MANEJO DE LA VÍA AÉREA PEDIÁTRICA

ALEJANDRA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ, M.D.¹, EDWIN PARDO DÍAZ, M.D.², JAIRO ALARCÓN, M.D.³

RESUMEN

Para entender, diagnosticar y tratar las condiciones patológicas propias de la vía aérea del niño, es necesario un adecuado conocimiento de su anatomía y fisiología. La vía aérea del adulto es completamente diferente a la del niño, haciendo a los pacientes pediátricos no solo más susceptibles a desórdenes originados en la vía aérea sino de mayor severidad, aunado a la baja exposición que los proveedores de salud en ambientes pre e intrahospitalarios pueden llegar a tener. En esta revisión se incluye la descripción anatómica de la vía aérea pediátrica, el proceso fisiológico de la respiración, el comportamiento del sistema respiratorio frente a procesos patológicos y el abordaje de la vía aérea en el paciente pediátrico.

Palabras claves: Vía aérea, Niños

INTRODUCCIÓN

Se requiere de un adecuado conocimiento de los aspectos anatómicos y fisiológicos de la vía aérea del paciente pediátrico para entender, diagnosticar y tratar las condiciones patológicas que aquejan a este grupo de edad. Es indispensable conocer que hay diferencias entre la vía aérea del niño y el adulto, haciendo a los pacientes pediátricos no solo más susceptibles a desórdenes originados en la vía aérea sino de mayor severidad, aunado a la baja exposición que los proveedores de salud en ambientes pre e intrahospitalarios pueden llegar a tener. En esta revisión se incluye la descripción anatómica de la vía aérea pediátrica, el proceso fisiológico de la respiración, el comportamiento del sistema respiratorio frente a procesos patológicos y el abordaje de la vía aérea en el paciente pediátrico.

SUMMARY

To understand, diagnose and treat airway own child pathological conditions requires adequate knowledge of anatomy and physiology. Airway adult is completely different from that of the child, making pediatric patients not only more susceptible to originate disorders airway but of greater severity, coupled with low exposure to health care providers in pre and intra-hospital environments can get to have. In this review the anatomical description of the pediatric airway, the physiological process of breathing, behavior of the respiratory system against disease processes and addressing the airway in pediatric patients is included.

Key words: Airway, Children

PARTICULARIDADES DE LA VÍA AÉREA DEL NIÑO

El niño es más susceptible a tener a complicaciones originadas en la vía aérea (VA). Dentro de los elementos responsables de ello están el tamaño relativamente pequeño de la VA en comparación con el adulto, y un árbol respiratorio que puede verse comprometido por inflamación de la mucosa y del musculo liso, además de obstruirse rápida y completamente por secreciones y cuerpos extraños. Ante una obstrucción de la VA el sistema respiratorio del niño tiene menor capacidad para ajustar su funcionamiento dado el menor volumen residual funcional y mayor demanda de oxígeno por kilogramo de peso en comparación con el adulto, redundando en alteraciones en la ventilación e hipoxia.

Dentro de las principales diferencias anatómicas y fisiológicas de la VA del lactante con el adulto están que: los lactantes tienen un occipucio prominente, fosas nasales estrechas, lengua grande respecto a la orofaringe, laringe en posición más cefálica y epiglotis angosta, larga, flexible y angulada respecto al eje longitudinal de la tráquea (Figura 1). La VA del niño es de menor diámetro y longitud; en los menores de 10 años, la zona de menor diámetro se encuentra debajo de la cuerdas vocales, en el cartílago cricoides, único

¹Pediatra Universidad del Valle

²Pediatra Universidad del valle

³Docente Pediatría, Intensivista Epidemiólogo. Universidad del Valle

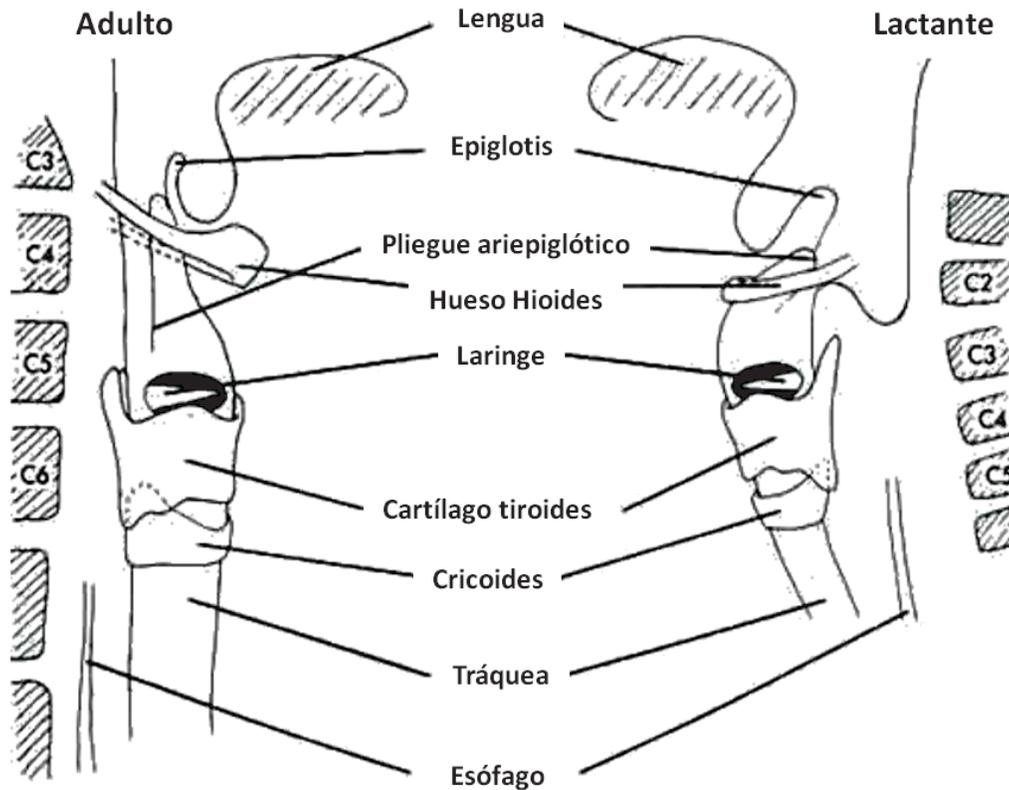


Figura 1. Tomado de Motoyama E.K., *Respiratory Physiology en Pediatric Fundamentals: Principles and Practice*. Bruno Bissonnette, Bernard Dalens. McGraw-Hill Professional

anillo completo en la VA, no distensible y que le da forma de embudo (Figura 2). En un adulto, el tubo oro-traqueal (TOT) atraviesa libremente la glotis hasta la tráquea porque la VA es ancha. En un niño, el TOT puede pasar a través de las cuerdas vocales pero no atraviesa fácilmente la región subglótica.

Laringe

La laringe está compuesta por una serie de cartílagos, articulaciones y músculos. Dentro de los cartílagos tenemos el hioides, tiroides, cricoides y aritenoides. El cartílago cricoides unido a la tráquea articula posteriormente, con el cuerno inferior del cartílago tiroides y el par de cartílagos aritenoides triangulares descansan en su parte superior, estos cartílagos a su vez están protegidos por el cartílago tiroides. La epiglotis está detrás del hueso hioides, unida al tiroides. Las articulaciones entre los cartílagos aritenoides y cricoides permiten que las cuerdas vocales se aproximen o separen, variando el paso de aire entre ellos. La articulación entre el cartílago tiroides y cricoides

permite que las cuerdas vocales se alarguen o se acorten aumentando o disminuyendo su tensión (Figura 3)]. Estos cartílagos están cubiertos por pliegues tisulares y músculos; la contracción de los músculos intrínsecos de la laringe altera la posición y configuración de estos pliegues tisulares e intervienen en la función de la laringe durante la respiración, el cierre glótico voluntario, el laringoespanto reflejo, la deglución y la fonación. Dentro de los pliegues vocales está un par de pliegues ariepiglóticos, extendidos desde la parte posterior de la epiglotis hasta la superficie superior de los aritenoides; un par de pliegues vestibulares (cuerdas vocales falsas) que se proyectan desde la superficie posterior del cartílago tiroides hasta la superficie superior de los aritenoides; un par de cuerdas vocales (cuerdas vocales verdaderas) que van desde la superficie posterior del tiroides a la proyección anterior o procesos vocales de los aritenoides y un pliegue tiro-hioideo.

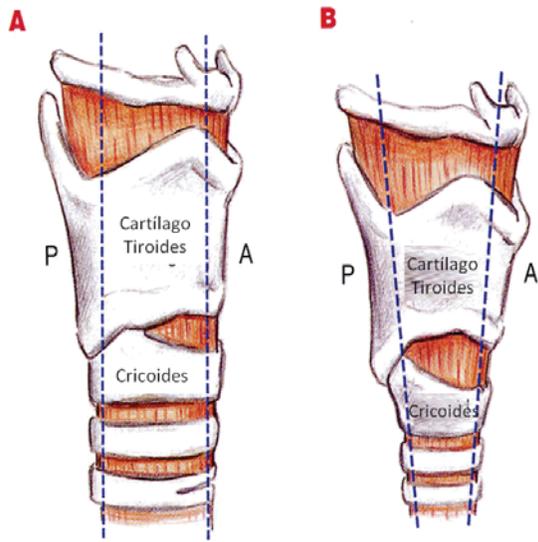


Figura 2. Configuración de la laringe de un adulto y un lactante, la del adulto es cilíndrica, la del lactante tiene forma de cono porque es estrecha a nivel del cartílago cricoides

Vía aérea superior

Cuerdas vocales: en un lactante las cuerdas vocales tienen una inserción más baja en su parte inferior, en el adulto el eje de las cuerdas vocales es perpendicular a la tráquea. **Región subglótica:** como ya se mencionó, la porción más estrecha se encuentra a nivel del cartílago cricoides, un TOT muy ajustado puede causar edema en la mucosa a nivel de las estructuras subglóticas, produciendo edema severo de la VA en la extubación. El edema de esta región en un lactante causa mayor compromiso en la resistencia al paso del aire que en un

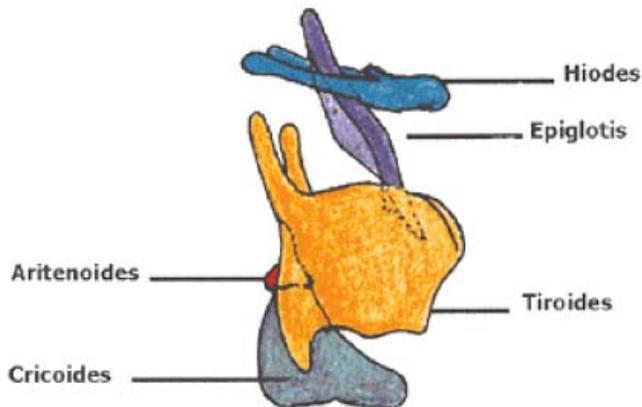


Figura 3. Configuración de la laringe: hueso hioides, epiglotis, cartílago tiroideo, cartílago cricoides y aritenoides

paciente adulto. Por ejemplo, si el diámetro de la tráquea es de 4 mm y hay 1 mm de edema circunferencial, el área transversal disminuye en el lactante en un 75% y en el adulto sólo en un 44. (Figura 4). Esto es explicado porque el componente de resistencia del trabajo respiratorio se incrementa por un factor inversamente proporcional al radio de la luz elevado a la cuarta potencia cuando hay flujo laminar y elevado a la quinta potencia cuando el flujo es turbulento.

Vía aérea inferior

La tráquea se divide en dos bronquios principales y estos a su vez se dividen en bronquios segmentarios. Esta segmentación dicotómica se replica en los adultos hasta 23 generaciones de estructuras cada vez más pequeñas que le proveen una superficie grande de intercambio gaseoso. Por su parte, los recién nacidos y los lactantes tienen solamente de 16 a 17 generaciones bronquiales con un número menor de bronquiolos respiratorios y menor área de intercambio gaseoso. El diámetro de la tráquea y los bronquios depende de la elasticidad, la distensibilidad y las fuerzas compresivas.

Movimientos respiratorios

Inspiración y espiración: Durante la inspiración la laringe se desplaza hacia abajo como resultado de la presión intratorácica negativa generada por el descenso del diafragma y la contracción de los músculos intercostales. Se incrementa la distancia entre los pliegues vestibulares y ariepiglóticos y, entre los pliegues vestibulares y las cuerdas vocales como resultado de la elongación de la laringe. Al mismo tiempo, se produce desplazamiento lateral y posterior de los aritenoides con incremento de la distancia interaritenoides como resultado de la contracción de los músculos intrínsecos de la laringe. Estos movimientos longitudinales y laterales contribuyen al paso de aire a través del orificio laríngeo. Al finalizar la inspiración, la laringe regresa a su posición de reposo con acortamiento de la distancia entre los pliegues ariepiglóticos, vestibulares y vocales. Los aritenoides regresan a su posición de reposo con movimiento anterior y de rotación medial.

Durante la deglución se produce un cierre que protege a la apertura glótica con aposición de los pliegues laríngeos, elevación de la laringe con disminución de el espacio tirohioideo, y aposición de la epiglotis sobre la

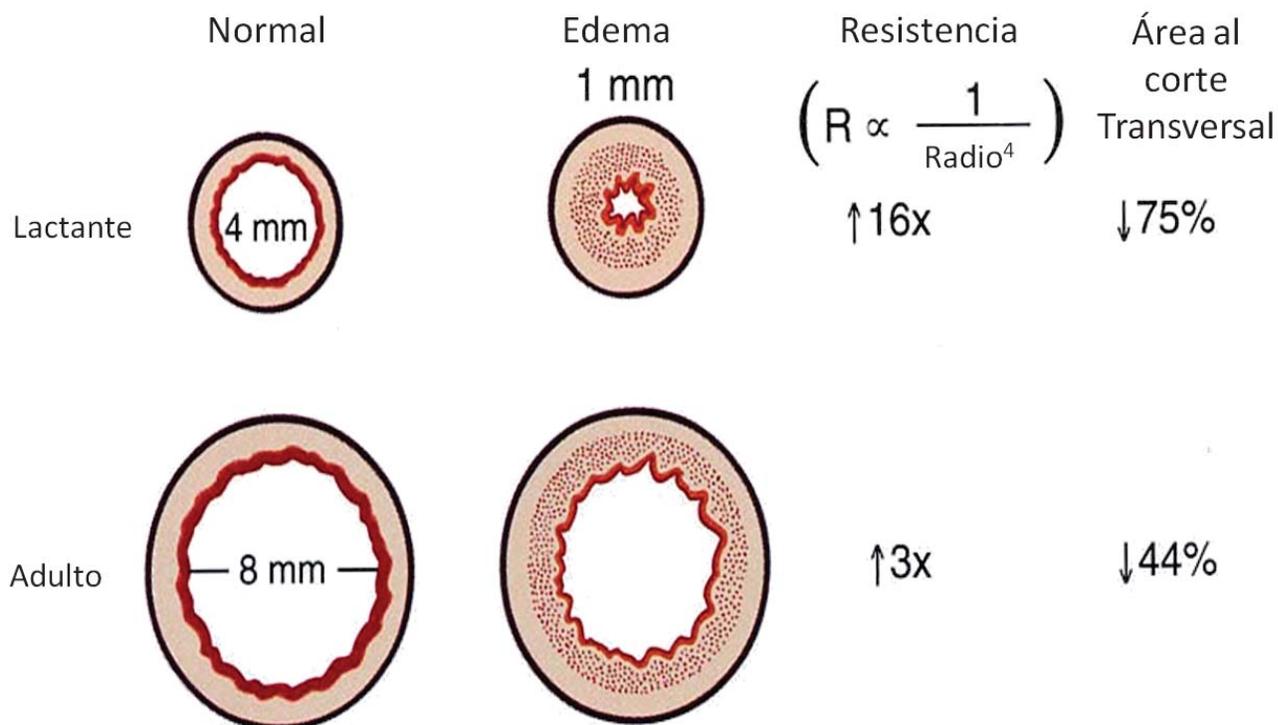


Figura 4. Efecto de edema en la VA de un lactante y de un adulto. A la izquierda se observan la VA normal de un lactante y de un adulto, a la derecha se observa la VA con un edema circunferencial de 1 mm. La resistencia es inversamente proporcional al radio de la luz elevado a la cuarta potencia cuando el flujo es laminar y al radio de la luz elevado a la quinta potencia cuando el flujo es turbulento; como resultado de esto en un lactante hay una reducción del 75% en el área transversal y se incrementa 16 veces la resistencia al paso de aire comparado con un 44% de reducción del área transversal y un incremento en 3 veces de la resistencia al paso de aire en el paciente adulto

glotis. Éste mecanismo protege contra la broncoaspiración pero puede fallar en situaciones como la pérdida de la conciencia, la sedación profunda o anestesia. Bajo estas mismas condiciones podemos observar obstrucción de la VA precipitada por aposición de la lengua en la pared posterior de la faringe y pérdida del tono muscular de las estructuras laríngeas a nivel del paladar blando y la epiglotis.

PROCESO FISIOLÓGICO RESPIRATORIO

Hay aspectos fisiológicos especiales en los niños que deben ser tenidos en cuenta al momento de la valoración de la vía aérea. Los a resaltar son la respiración nasal obligada, la complacencia y distensibilidad de la vía aérea ante las presiones durante el ciclo respiratorio y procesos fisiopatológicos, y la capacidad de mantener el trabajo respiratorio ante el estrés.

Al nacer, la capacidad de respirar a través de la boca es casi improbable. La inmadurez para coordinar el esfuerzo respiratorio con la sensibilidad y motricidad de la orofaringe junto con la ubicación más superior de la laringe en el recién nacido y una distancia más corta entre la lengua y el techo de la boca, impiden el paso del aire por esta cavidad (Figura 5). La obstrucción nasal en el recién nacido y el lactante menor suponen un gran riesgo para presentar asfixia. Se ha demostrado que la capacidad de respirar por la boca en casos de obstrucción nasal al momento de nacer es dependiente de la edad gestacional alcanzada. Solo el 8% de los prematuros con 31-32 semanas son capaces de respirar ante la oclusión nasal. Si la edad gestacional aumenta a 35-36 semanas el porcentaje se incrementa al 28%, siendo casi del 40% en los niños a término. Cerca del quinto mes de vida el lactante adquiere la capacidad para respirar por la boca, pues alcanza la maduración necesaria para coordinar la función respiratoria y oral.

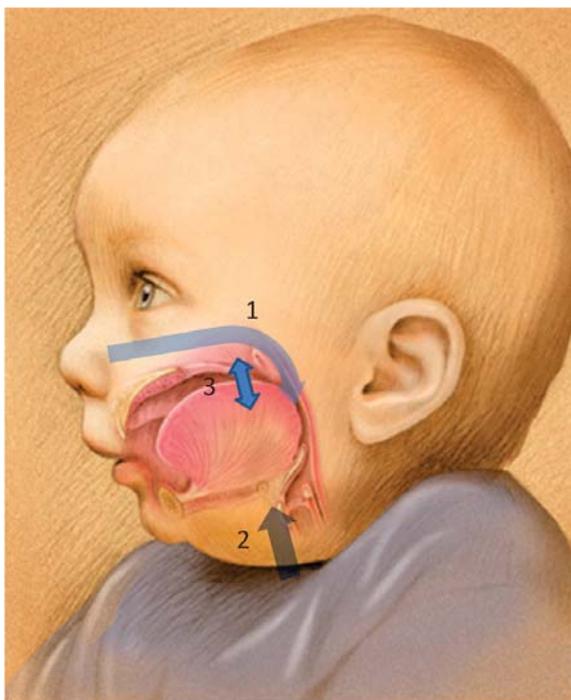
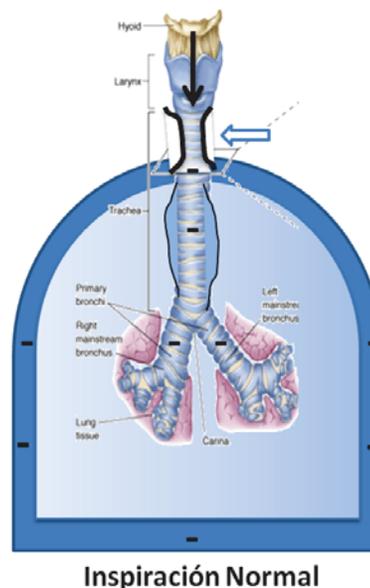


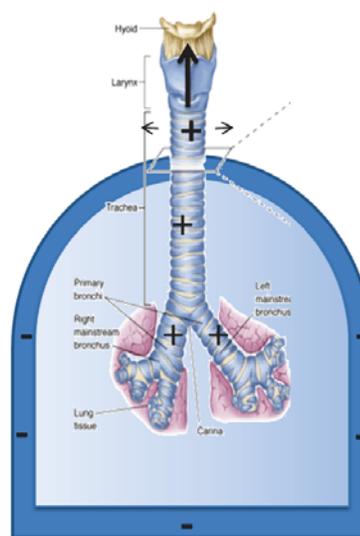
Figura 5. Recién nacidos y lactantes menores son respiradores nasales obligados. Elementos como 1. Inmadurez en coordinar esfuerzo respiratorio, 2. Ubicación de la laringe mucho más superior y 3. Puntos de oclusión, impiden el paso del aire a través de la boca

La vía aérea del niño está constantemente sometida a fuerzas que la comprimen o distienden durante el ciclo respiratorio. Las características histológicas de la laringe, tráquea y bronquios permiten una alta complacencia. En el caso de la tráquea, las porciones extra e intratorácica, de acuerdo a la presión impuesta, se distienden o comprimen normalmente en la inspiración y espiración (Figura 6). A diferencia de la espiración, la inspiración es un proceso activo sustentado en la contracción diafragmática, que genera una mayor presión negativa intratorácica que dilata y ensancha la tráquea intratorácica. El segmento extratorácico está ligeramente estrecho como resultado de la diferencia entre las presiones intratraqueal y atmosférica. Con la espiración, se libera el aire contenido en interior del tórax, pero manteniendo una ligera presión negativa intrapleural que permite que se mantengan permeables la tráquea intratorácica y los bronquios.

En caso de una obstrucción que comprometa el segmento extratorácico de la vía aérea (epiglotitis,



Inspiración Normal



Espiración Normal

Figura 6. Comportamiento de la vía aérea intra y extratorácica durante el ciclo respiratorio

laringotraqueítis, cuerpo extraño), la inspiración en contra de la obstrucción provoca una mayor presión negativa intratorácica, con mayor grado de dilatación de la VA a este nivel, llevando a una compresión dinámica de la tráquea extratorácica por debajo del sitio de la obstrucción. Durante la espiración, la presión positiva por debajo del sitio de la obstrucción, se traduce en distensión de las vías aéreas extratorácicas y mejoría de los síntomas. Clínicamente, los cuerpos

extraños, la epiglotitis, el crup se manifiestan con estridor inspiratorio. Si la obstrucción ocurre más abajo, en el segmento intratorácico de la tráquea (anillo vascular o cuerpo extraño), el estridor puede ocurrir tanto en inspiración como espiración. En el caso de las obstrucciones a nivel intraparenquimatoso (asma o bronquiolitis), puede presentarse colapso importante de la tráquea intratorácica y de los bronquios durante la espiración, que puede ser mayor entre más joven sea el niño (Figura 7). La distensibilidad de la vía aérea de lactantes y niños es importante, más aun cuando se considera que esta puede colapsar, y empeora si el niño llora. Hay que tratar de mantener al paciente calmado si hay obstrucción de la vía aérea.

En los recién nacidos el paso del aire a través de las fosas nasales supone solo el 25% de la resistencia total al flujo del aire. Son las vías aéreas pequeñas y bronquios, por su pequeño diámetro, donde se concentra la mayor resistencia, a diferencia de los adultos que el 60% de ésta está dado por las fosas nasales. El trabajo respiratorio por kilogramo de peso, es similar para adultos y niños. Sin embargo, mantener la economía general del niño, requiere un mayor consumo de oxígeno por cada kg de peso (consumo de O₂ en el neonato: 4-6ml/kg/min,

adulto: 2-3ml/kg/min), aporte que se cumple en el niño incrementando la frecuencia respiratoria.

Al recién nacido prematuro le cuesta más trabajo respirar en comparación con el niño y el paciente adulto. El 6% del consumo de oxígeno del prematuro se invierte en respirar, así es que condiciones que aumenten la resistencia al flujo del aire como un tubo endotraqueal largo, obstruido o el edema de la vía aérea incrementan aún más el consumo de O₂, y esto a su vez, acrecienta la demanda. Esta sobrecarga de trabajo debe ser realizada por el diafragma y músculos intercostales, que dependen de la composición de sus fibras musculares para resistir a la fatiga. Las fibras musculares tipo 1, que permiten movimientos repetitivos, se presentan en mayor proporción en los músculos inspiratorios a medida que avanza la edad gestacional y cronológica. Los prematuros tienen porcentajes menores al 10% de fibras tipo 1 en el diafragma. Es así que, condiciones que incrementen el trabajo respiratorio pueden fácilmente llevar a fatiga de los músculos respiratorios y precipitar una falla respiratoria. En resumen, el abordaje y manejo de la vía aérea pediátrica debe ser consecuente con las características fisiológicas descritas.

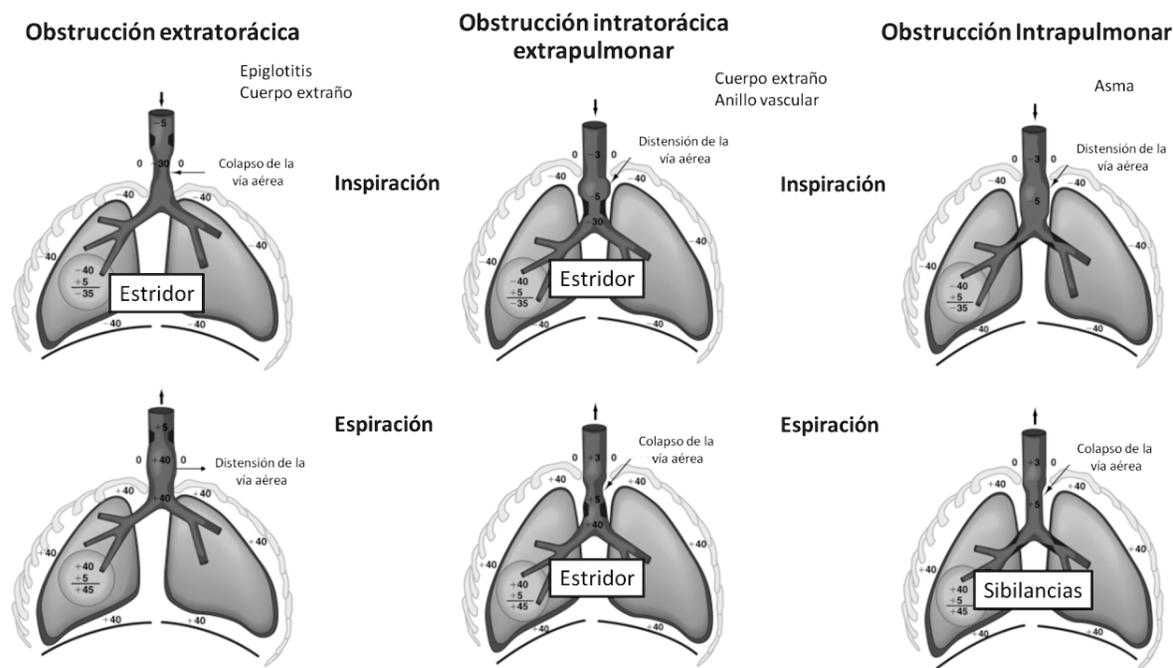


Figura 7. Comportamiento de la vía aérea intra y extratorácica frente a obstrucciones a nivel extratorácico, intratorácico e intrapulmonar

Recuerde que:

Las características anatómicas, la inmadurez de la VA, la mayor susceptibilidad a las infecciones aumentan el riesgo de compromiso respiratorio en el paciente pediátrico; la mayoría de los colapsos en estos pacientes son precipitados por causas respiratorias pues el paro cardíaco en niños es raro; la hipoxemia y la acidosis pueden desencadenar falla respiratoria y ésta preceder al paro cardiorespiratorio, la mayoría de las muertes prevenibles en el paciente pediátrico se deben a fallas en el manejo de la VA pues el adecuado de manejo de ella es punto clave en la reanimación pediátrica.

EVALUACIÓN GENERAL

La evaluación inicial del paciente pediátrico con alteraciones en la VA es un reto pues en la mayoría de los casos el niño está ansioso e irritable y esta situación puede empeorar cuando el personal de salud se acerca a él. Se recomienda realizar un enfoque inicial con el triángulo de aproximación pediátrica (TAP), consistente en una breve evaluación visual y auditiva que se realiza sin tocar al niño y que dirige a la atención prioritaria de lesiones o patologías severas.

La evaluación incluye tres componentes: apariencia, trabajo respiratorio y circulación. La apariencia general evalúa: tono muscular, presencia de movimientos, estado de conciencia, interacción con el medio y el cuidador, llanto, agitación, grado de consolabilidad, postura (posición de olfateo, trípode) que indique obstrucción de la VA superior. En el trabajo respiratorio se evalúa la presencia de sonidos anormales (sibilancias, ronquido, estridor), aumento de la frecuencia respiratoria, calidad del esfuerzo respiratorio (aleteo nasal, retracciones), o su disminución o ausencia. Finalmente en la circulación los marcadores a evaluar son la palidez, piel moteada o cianosis.

El TAP se debe completar en menos de 30 segundos, si se detecta alguna alteración que amenace la vida se debe iniciar inmediatamente medidas salvadoras antes de continuar con la evaluación, si no hay situaciones que pongan en riesgo al paciente se continuara con la evaluación primaria.

Evaluación primaria.

En contraste con el TAP donde sólo se realiza una

evaluación visual y auditiva, en la evaluación primaria se palpa al paciente, extendiendo la evaluación a la función cardiovascular y neurológica. Si se sospecha una condición que amenace la vida (dificultad respiratoria o falla respiratoria con aumento o disminución del trabajo respiratorio asociado a deterioro del estado de conciencia) se inicia inmediatamente soporte de vía aérea, oxigenación y ventilación.

La evaluación primaria consta de 5 parámetros:

A: vía aérea

B: ventilación

C: circulación

D: déficit

E: exposición

En este capítulo el alcance de la evaluación primaria se centra en la vía aérea y la ventilación, pero en el contexto clínico se debe realizar completamente la evaluación primaria.

A: Vía aérea: Es esencial para detectar si la VA es permeable o se encuentra obstruida, realizar el MES (mire, escuche y sienta) durante 7-10 segundos, mirando los movimientos del tórax y el abdomen, escuchando los ruidos respiratorios y movimientos de aire y sintiendo el movimiento del aire al poner el oído cerca a la nariz del paciente.

Si la VA superior esta obstruida, hay un aumento del esfuerzo respiratorio con retracciones, ruidos inspiratorios (ronquido o estridor) o ausencia de sonidos en la VA a pesar del esfuerzo respiratorio que nos indica severa obstrucción de la VA, presencia de secreciones en cavidad nasal u oral. Si se identifica obstrucción moderada o severa a nivel de la VA debe determinarse si a través de medidas simples como reposicionamiento o aspiración de secreciones se mantiene permeable la VA o por el contrario se requiere de maniobras avanzadas.

Medidas simples para mantener la permeabilidad de VA. Si un niño esta inconsciente, la VA puede estar obstruida por flexión del cuello, desplazamiento de la lengua sobre la pared posterior de la faringe, colapso de la hipofaringe, secreciones o cuerpos extraños. Se debe reposicionar la VA mediante maniobras como frente mentón, si se trata de un paciente clínico, o subluxación

mandibular si se sospecha lesión cervical. Seguidamente succionar secreciones a nivel de fosas nasales y orofaringe, realizar extracción de cuerpo extraño en el paciente menor de 1 año con la maniobra de compresiones torácicas y dorsales, y en el mayor de 1 año con la maniobra de compresión abdominal (heimlich). Finalizar colocando cánula orofaríngea.

Medidas avanzadas para mantener permeabilidad de VA: Dentro de esta categoría están la remoción de cuerpo extraño con laringoscopia directa, la intubación orotraqueal (IOT), uso de máscara laríngea, la fibrobroncoscopia para inserción de TOT y la traqueostomía.

B: Ventilación: Aquí se evalúa el posible compromiso ventilatorio (dificultad respiratoria, falla ventilatoria, paro respiratorio inminente). La valoración incluye la frecuencia respiratoria, esfuerzo respiratorio, sonidos a normales a nivel de VA superior e inferior, auscultación, saturación de oxígeno (SaO₂). Dentro de los signos de compromiso ventilatorio están: ausencia de ruidos respiratorios, expansión torácica asimétrica, disminuida, paradójica o ausente que puedan orientar a la presencia de obstrucción de VA por secreciones o cuerpo extraño, atelectasias, neumotórax, hemotórax o derrame pleural. También se debe buscar disminución de la entrada distal de aire con disminución de la excursión torácica, hipoventilación o presencia de sibilancias. Los signos de paro respiratorio inminente son bradipnea, periodos de apnea, bradicardia, hipotonía, cianosis, compromiso del estado de conciencia con estupor.

Es preciso aclarar que la pulsoximetría es una medida no invasiva del porcentaje de hemoglobina que es saturada por el oxígeno y indicando hipoxemia antes de que el niño presente cianosis y bradicardia pero no es una medida confiable de oxigenación. Su interpretación debe realizarse siempre con otros signos como la frecuencia respiratoria, el esfuerzo respiratorio y el estado de conciencia pues el niño puede presentar dificultad respiratoria y mantener una SaO₂ normal por aumento de la frecuencia respiratoria especialmente si recibe oxígeno suplementario. Cuando el pulsóximetro no detecta el pulso o este es irregular con una onda pequeña y débil, debe corroborarse la adecuada colocación del dispositivo y verificar si hay signos de pobre perfusión distal en el niño. En todo caso la lectura del pulsóximetro no es confiable. Una SaO₂ > 94%

indica adecuada oxigenación pero una SaO₂ < 94% con signos de dificultad respiratoria amerita administración de oxígeno suplementario con sistemas de bajo o alto flujo dependiendo del estado del paciente.

Manejo del paciente con compromiso de la VA: en un paciente crítico la entrada de oxígeno a los pulmones y la entrega de este a los tejidos están comprometidos, al mismo tiempo, la demanda de oxígeno en general se incrementa. Debe administrarse oxígeno a alto flujo a todos los niños gravemente enfermos con insuficiencia respiratoria, shock, trauma, paro cardiorrespiratorio o depresión del sistema nervioso central. Se recomienda administrar inicialmente O₂ al 100% por vía de alto flujo y titular según la respuesta del paciente, igualmente se deben humidificar los sistemas de entrega de oxígeno para prevenir obstrucción de la VA distal. El oxígeno puede suministrarse al paciente por sistemas de alto y bajo flujo (Tabla 1).

En los sistemas de bajo flujo el O₂ al 100% se mezcla con el aire ambiente, con ellos podemos entregar concentraciones de oxígeno de 23- 60%. La cánula nasal y la máscara simple de oxígeno son sistemas de bajo flujo; se recomienda cánula nasal para los niños que necesitan bajos niveles de oxígeno suplementario, la concentración neta de oxígeno inspirado depende la frecuencia respiratoria, del esfuerzo respiratorio y del tamaño del paciente (puede entregar altos niveles de oxígeno en el lactante menor). Un flujo de oxígeno (> 4lt/min) a través de la cánula nasal puede irritar la nasofaringe y no mejorar la oxigenación, además una cánula nasal no va a proveer una fracción inspirada de oxígeno mayor de 32% y la concentración de oxígeno inspirada no puede ser medida solamente por la tasa de flujo de oxígeno que pasa por la cánula pues esta puede estar influenciada por otros factores como la resistencia en la fosas nasales y en la orofaringe, la tasa de flujo inspirado y el volumen corriente. Con la máscara simple de oxígeno la máxima FIO₂ es de 60% dada la mezcla de aire ambiente y oxígeno entre la máscara y la cara del paciente. Con los sistemas de alto flujo no hay mezcla de oxígeno con aire ambiente si se usa una máscara ajustada y un sistema cerrado, estos sistemas deben ser usados en los servicios de urgencias en pacientes con hipoxia o en riesgo de desarrollarla, logrando administrar FIO₂ hasta del 95%. Dentro de los sistemas de alto flujo contamos con la máscara de re inhalación parcial con reservorio, la máscara de no re inhalación con reservorio, cámara cefálica, la máscara

Tabla 1.
Manejo del paciente con compromiso de la VA

Sistema	FIO ₂	Tasa de flujo Lt /min
Sistemas de bajo flujo		
Cánula nasal	22-32%	0.25- 4 Lt/min
Máscara de oxígeno	35-60%	6-10 Lt/min
Sistemas de alto flujo		
Cámara cefálica	80-90%	10-15 Lt/min
Máscara de re inhalación parcial con reservorio	50-60%	10-12 Lt/min
Máscara de no re inhalación	95%	10-15 Lt/min
Máscara de venturi	25-60%	Variable

de ventury. La máscara de re inhalación parcial con reservorio es una simple máscara facial con una bolsa de reservorio que provee una FIO₂ del 50-60%. La tasa de flujo de oxígeno de la bolsa es mantenida por la ventilación minuto del paciente, durante la espiración una cantidad de aire exhalado se combina en la bolsa con oxígeno fresco y se requiere un flujo de oxígeno de 10 – 12 lt/min. La máscara de no re inhalación con reservorio consiste en una máscara facial y una bolsa de reservorio con una válvula incorporada en el puerto de exhalación para prevenir la entrada de aire ambiente durante la inspiración y otra válvula ubicada entre la bolsa de reservorio y la máscara para prevenir el flujo de CO₂ dentro del reservorio, provee una FIO₂ del 95% y la tasa de flujo de oxígeno es de 10 – 15 lt/min si se usa una máscara facial con buen sello. La cámara cefálica es un dispositivo de pasta en el que se introduce la cabeza del recién nacido o del lactante, provee una FIO₂ del 80-90% con altos flujos de oxígeno (10- 15 Lt/min) esenciales para prevenir la reinhalación del aire espirado. La ventaja es que permite el control de la concentración, la temperatura y la humidificación del aire inspirado. La máscara de ventury aporta una FIO₂ del 25-60%, tiene una salida de oxígeno a la máscara que crea una presión sub atmosférica que deja entrar una cantidad específica de aire ambiente que se mezcla con el flujo de oxígeno al 100%.

Cánula orofaríngea: es un dispositivo curvo plástico con un canal central que permite la succión de secreciones a través de la boca y la faringe, se usa para aliviar la obstrucción producida por la lengua relativamente grande en el paciente pediátrico, en el

paciente inconsciente o bajo inducción anestésica, y protege al TOT de la compresión; nunca debe usarse en el paciente consciente porque precipita la náusea y el vómito. Se debe seleccionar una cánula de tamaño adecuado pues si escogemos una cánula muy grande podemos obstruir la VA a nivel de la laringe o causar trauma sobre sus estructuras (edema de la úvula, epiglotitis traumática) y si escogemos una cánula pequeña esta va a descansar sobre la base de la lengua ocasionando reforzamiento posterior con obstrucción de la VA; para seleccionar una cánula de tamaño adecuado debemos colocarla en la parte lateral de la cara del paciente, y debe medirse desde la comisura labial hasta el ángulo de la mandíbula, obteniendo una cánula apropiada y un adecuado alineamiento de la apertura glótica.

Dispositivo bolsa, válvula, mascarilla: este dispositivo puede proveer una adecuada oxigenación y ventilación mientras se obtiene una VA definitiva, la ventilación por este dispositivo es igual de segura y efectiva que la IOT si la usamos por periodos cortos de tiempo, se usa cuando el esfuerzo respiratorio es inadecuado (movimientos del tórax insuficientes, sonidos respiratorios anormales y alteración de la frecuencia respiratoria). Este dispositivo debe fijarse a la cara del paciente con la maniobra de la C y E para lograr un sello adecuado sobre la cara del paciente (los dedos pulgar e índice forman una C, los otros 3 forman una E) y se colocan sobre la mandíbula para mantenerla elevada. Debe cuidarse no sobreventilar a los niños pequeños. La bolsa se debe comprimir hasta observar expansión torácica, el volumen corriente es de 6-8

ml/kg pero con el espacio muerto de uno puede estimar que el volumen requerido para producir una elevación del tórax es de 10 ml/kg y no sobre pasar este valor para evitar sobre distensión gástrica, puede ser útil también pasar una sonda orogástrica para evitar la distensión.

Maniobras avanzadas para mantener la VA

Intubación orotraqueal (IOT): la ventilación a través de un tubo orotraqueal es un método efectivo de ventilación asistida porque la tráquea se aísla del esófago disminuyendo el riesgo de bronco aspiración y distensión gástrica, las secreciones se pueden succionar directamente de la VA, durante la reanimación en el paro cardiorespiratorio las compresiones pueden darse continuamente sin necesidad de pausas para la ventilación. Dentro de las indicaciones para IOT tenemos las siguientes: falla respiratoria, paro cardiorespiratorio, Glasgow <9, necesidad de una vía aérea avanzada, control de la ventilación durante procedimientos con sedación profunda (cirugía cardiovascular, toracotomía, craneotomía, cirugía que compromete la VA) y obstrucción de la VA funcional o anatómica.

Preparación para la IOT: se debe seleccionar y verificar el equipo necesario para la IOT, se debe tener un monitor cardiaco, dos accesos venosos periféricos, fuente de oxígeno, pulsóximetro, dispositivo y cánula para aspiración de secreciones, dispositivo bolsa válvula mascarilla con el que se preoxigena al paciente por lo menos por 3 minutos antes de la IOT, guía para el tubo orotraqueal, laringoscopio con hoja recta (Miller) para el paciente menor de 6 años y de hoja curva (Macintosh) para el paciente mayor de 6 años; TOT de tamaño adecuado para el paciente, jeringa para insuflar el balón del tubo si es necesario, toalla para alinear la VA del paciente y medicamentos para producir sedación, analgesia y amnesia del evento.

Se debe preparar al paciente para el procedimiento: administrar oxígeno suplementario a alto flujo, si tenemos un paciente con pobre esfuerzo respiratorio debe administrarse ventilación a presión positiva (VPP), posicionar adecuadamente al paciente, colocándolo en una superficie rígida. El eje de la cavidad oral, la faringe y la tráquea se encuentran en planos divergentes, en el recién nacido y el lactante con un occipucio prominente que le predispone a flexión del cuello y mayor riesgo de obstrucción de la VA, por tanto, puede ser necesario colocar una toalla en la espalda del paciente y realizar

una ligera extensión del cuello. En el paciente mayor de dos años debemos colocar la toalla debajo del occipucio y realizar ligera extensión del cuello para alinear los tres ejes. Fig 5.

Se debe seleccionar el TOT de tamaño adecuado de acuerdo al peso y edad del paciente Tabla 2. En los niños menores de 10 años usamos TOT sin balón o neumotaponador pues el cartílago cricoides estrecho actúa como sello fisiológico. Una vez se escoja el tamaño del tubo debe tenerse a la mano un tubo 0.5 mm más pequeño y 0.5 mm más grande con respecto al tubo seleccionado.

La distancia de inserción del TOT puede calcularse con las siguientes formulas:

Diámetro interno x 3

Edad años /2 + 12 (mayor de 2 años)

Peso Kg /5 + 12 (mayor de 2 años)

Una vez seleccionado el TOT y listos todos los implementos necesarios para la intubación se procede a realizar premedicación:

Sedante, amnésico: midazolam 0.1 mg/kg

Anestésico, sedante: Ketamina 0.2 mg /kg si se trata de un paciente en shock

Analgésicos, sedante: fentanil 1-2 ug/kg

Analgésico: lidocaína 1 mg/kg

Relajante muscular no despolarizante: pavulón 0.1 mg/kg

Laringoscopia: se debe revisar el laringoscopia antes de la intubación, verificar que tenga luz y funcione bien, se toma el laringoscopio con la mano izquierda y se introduce por el lado derecho de la cavidad oral desplazando la lengua, si usamos una hoja recta colocamos la punta del laringoscopio sobre la epiglotis, si usa una hoja curva ponga la punta sobre la vallécula y observe la apertura glótica para introducir el TOT. Posteriormente verifique la posición del tubo auscultando ambos ápex, bases y epigastrio para proceder a fijar el tubo.

Máscara laríngea: inventada por J. Brain en 1988, se empezó a usar en el Reino Unido y posteriormente en todo el mundo; este dispositivo se ha ido modificando con el paso del tiempo, se crearon máscaras laríngeas (ML) flexibles para intubación, dispositivos desechables y dispositivos de menor tamaño para el paciente pediátrico. La ML es usada para asegurar la VA en un paciente inconsciente, también es una alternativa para el manejo de la VA difícil

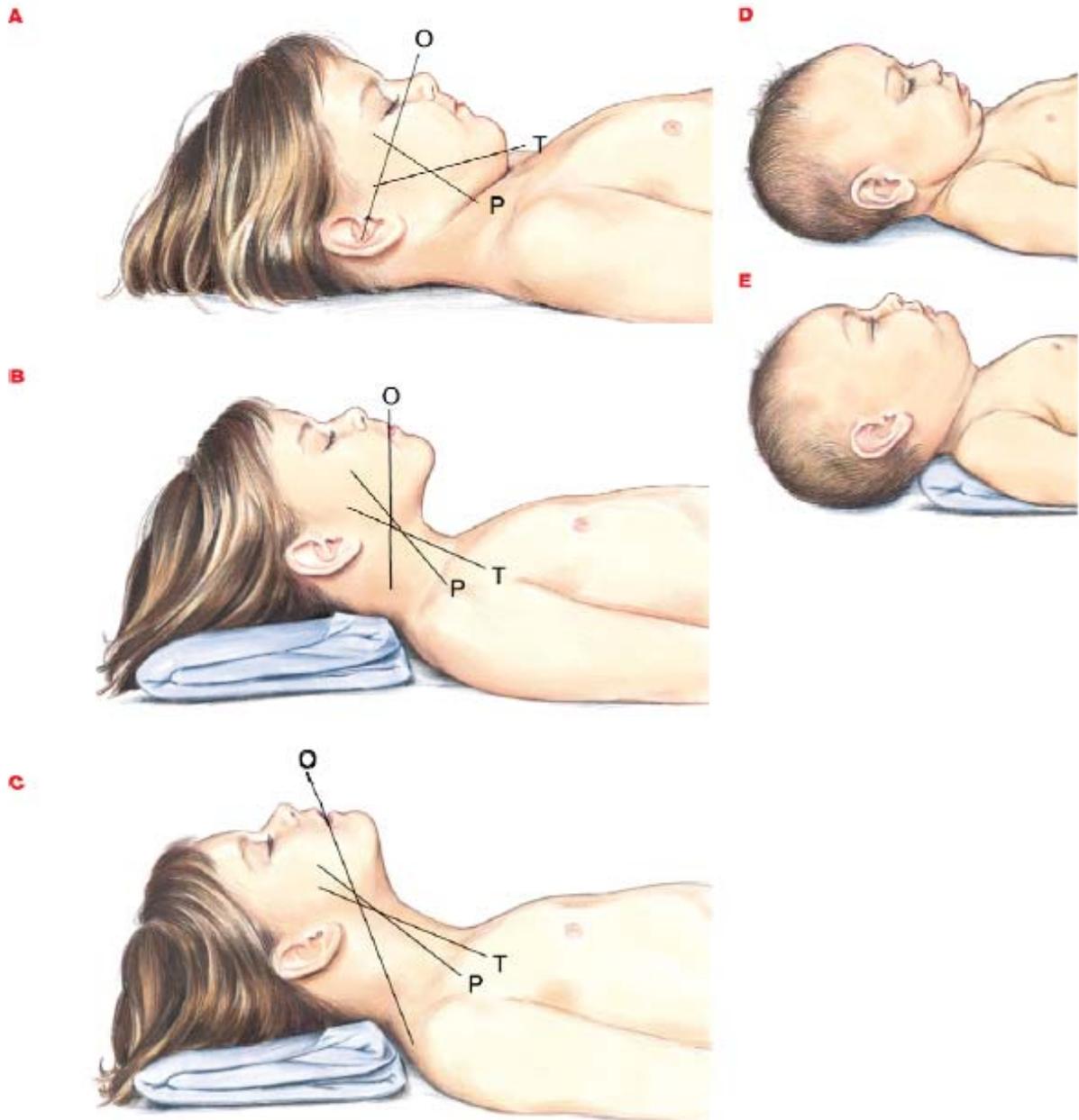


Figura 5. Paciente en una superficie rígida A. los ejes oral, faríngeo y traqueal se encuentran en planos divergentes B. al colocar una toalla debajo del occipucio se alinean los ejes faríngeo y traqueal C. la extensión de la articulación atlanto occipital alinea los tres ejes D. incorrecta posición con flexión del cuello en el lactante E. correcta posición para el lactante

(malformaciones cráneo faciales) y la reanimación, simula un tubo oro-traqueal pero es más corta y con un balón en su parte distal, se inserta en la faringe a ciegas y se avanza hasta que haya resistencia a nivel de la hipofaringe. El balón sella la hipofaringe y descansa sobre la apertura glótica. Puede ser usado por una persona con menor entrenamiento en reanimación,

obteniendo una VA permeable más fácil y rápidamente, además evita el uso del laringoscopio y produce menos trauma sobre las cuerdas vocales con menor respuesta cardiovascular y simpática a la inserción y retirada. Experiencias en el uso de la ML en pacientes con vía aérea difícil dado a sangrado activo y falló en el lograr intubación luego de una secuencia de intubación rápida

Tabla 2
TOT usados en lactantes y niños

Edad	Diámetro interno
1000 gr	2.5
1000-2500 gr	3
Neonato- 6 meses	3.0- 3.5
6 meses- 1 año	3.5- 4.0
1-2 años	4.0- 5.0
Mayores de 2 años	Edad años + 16 / 4

son ejemplos exitosos de su uso en el servicio de urgencias pediátricas. Ozdamar y cols, evaluaron los cambios en la presión intragástrica, la presión pico de la vía aérea, ETCO₂ y la SaO₂ en niños que se llevaron a procedimientos electivos laparoscópicos donde se uso máscara laríngea o intubación orotraqueal, sin encontrar diferencias entre los dos métodos, ni mayor incidencia de complicaciones como aspiración por distensión gástrica, lo que sugiere que la ML puede ser usado como una alternativa efectiva a la intubación orotraqueal en pacientes pediátricos sin comorbilidad que son sometidos a procedimientos laparoscópicos. Uno de los usos asociados a las nuevas generaciones de ML es el de realizar intubación orotraqueal a través del orificio de la ML, de manera que guíe y disminuya el chance de falla y sin someter al paciente a desasegurar la vía aérea.

Anomalías de la VA: es importante reconocer situaciones que pueden causar obstrucción de la VA o dificultar el acceso a ella por medio de la laringoscopia. Las anomalías congénitas que predisponen a problemas en la VA pueden ser agrupadas de acuerdo a su localización anatómica; a nivel de la lengua podemos encontrar hemangiomas, macroglosia frecuentemente observada en el paciente con síndrome de Down; anomalías craneo faciales entre las que podemos mencionar al labio leporino y paladar hendido, síndromes de Treacher Collins, Pierre Robin, Goldenhar y Nager; todos estos síndromes se caracterizan por la presencia de hipoplasia mandibular además de las malformaciones típicas de cada uno a nivel de los conductos auditivos, huesos faciales y ojos. Dependiendo de la severidad de la alteración anatómica

el paciente puede presentar obstrucción nasal, obstrucción de la VA y problemas en la deglución. Cuando nos enfrentamos a este tipo de pacientes nos enfrentamos en la mayoría de los casos a una VA difícil, por sus malformaciones anatómicas no podemos observar de manera adecuada la estructuras laríngeas con la técnica convencional de laringoscopia directa, es aquí cuando nos tenemos que apoyar de un cirujano o un neumólogo pediatra con experiencia en técnicas avanzadas como la laringoscopia con fibra óptica, fibrobroncoscopia y traqueostomía.

Fibrobroncoscopia: Actualmente se dispone de equipos endoscópicos flexibles y rígidos para IOT, en la población pediátrica los fibrobroncoscopios flexibles son usados con mayor frecuencia, la técnica puede realizarse bajo sedación consciente tratando de mantener la ventilación espontánea, administrando oxigenación continua durante la inserción del tubo; para la fibrobroncoscopia rígida si se requiere anestesia general. Existen dispositivos con diámetro de diferente tamaño incluso para niños pequeños y lactantes con un diámetro interno de hasta 1.2 mm

LECTURAS RECOMENDADAS

1. Angostino J. Pediatric Airway Nightmares. Emergen Med Clin NAm 2010; 28: 119-126
2. Brambrink A. Airway Management in Infants and Children. Best Practice and research Anesthesiology. 2005; 19: 675-697
3. Babi FE. Pediatric pre-hospital advanced life support care in an urban setting. Pediatr Emerg Care 2001; 17: 5-9
4. Cote CJ, Todres ID. The pediatric airway, in A practice of anesthesia for infants and children, Cote CJ, editor. WB Saunders Co: Mexico 1993
5. Fiadjoe J, Stricker P. Pediatric difficult airway management: current devices and techniques. Anesthesiol Clin 2009; 27: 185-195
6. Jagannathan N, Wong DT. Successful Tracheal Intubation through an Intubating Laryngeal Airway in Pediatric Patients with Airway Hemorrhage. J Emerg Med 2010; (In press)
7. Mace S. Challenges and Advances in Intubation: Airway Evaluation and Controversies with Intubation. Emerg Med Clin NAm 2008; 26: 977-1000
8. Miller MJ. Effect of maturation on oral breathing in sleeping premature infants. J Pediatr 1986; 109: 515-519
9. Motoyama EK. Respiratory physiology, In: Bissonnette B, Bernard D, editors. Pediatric Fundamentals: Principles and Practice, McGraw-Hill Professional
10. Ozdamar D. Comparison of the effect of LMA and ETT on ventilation and intragastric pressure in pediatric laparoscopic procedures. Minerva Anesthesiol 76: 592-599
11. Peiris K, Traynor M, Whyte S. Intubation via the intubating laryngeal airway in two pediatric patients with predicted difficult airways. Paediatr Anaesth 20: 202-204
12. Respiratory Management Resources, In: Pediatric Advanced Life Support: Guidelines. 2006, American Heart Association

13. Santillanes G, Gausche-Hill m. Pediatric airway management. *Emerg Med Clin North Am* 2008; 26: 961-975
14. Shah MN. The epidemiology of emergency medical services use by children: an analysis of the National Hospital Ambulatory Medical Care Survey. *Prehosp Emerg Care* 2008; 12: 269-276
15. White MC, Cook TM, Stoddart PA. A critique of elective pediatric supraglottic airway devices. *Paediatr Anaesth* 2009; 19 (Suppl 1): 55-65