

# TÉCNICAS Y TRATAMIENTOS COMPLEMENTARIOS

Sociedad Española de Cuidados Intensivos Pediátricos

## Intubación, sedación y adaptación a la ventilación mecánica

P. Roselló Millet y J.I. Muñoz Bonet

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Hospital Clínico Universitario. Valencia. España.

La intubación traqueal consiste en la colocación de un tubo en la tráquea, bien a través de la boca (intubación orotraqueal) o de la nariz (intubación nasotraqueal). Aunque el mantenimiento de una vía aérea permeable y una adecuada ventilación no es sinónimo de intubación, ésta asegura y protege la vía aérea al tiempo que proporciona un sistema cerrado de ventilación. Aunque la intubación es un procedimiento bastante seguro en el paciente estable y adecuadamente oxigenado, no es una técnica exenta de complicaciones graves. Por este motivo, debe ser considerada siempre una técnica de riesgo, sobre todo en el paciente crítico. Además, dado que la anatomía de la vía aérea en el niño es diferente según la edad, la técnica de intubación presenta importantes variaciones, que deben ser tenidas en cuenta. Por todo ello, a pesar de la naturaleza urgente de la patología de la vía respiratoria en niños, la colocación de un tubo endotraqueal debe ser abordada de forma organizada y juiciosa para evitar traumatismos de la vía aérea y deterioro de la situación clínica del paciente. De este modo, siempre que las circunstancias lo permitan, la intubación debe prepararse cuidadosamente, valorando las circunstancias que puedan dificultarla como: motivo de la intubación, posibles malformaciones de la vía aérea, riesgo de aspiración, situación hemodinámica, respiratoria y neurológica. Esta valoración permitirá decidir la técnica de intubación más apropiada.

### Palabras clave:

*Intubación. Ventilación mecánica. Niño. Sedantes. Relajantes musculares.*

### INTUBATION, SEDATION AND ADAPTATION TO MECHANICAL VENTILATION

Endotracheal intubation consists of placing a tube in the trachea either through the mouth (orotracheal intubation) or through the nose (nasotracheal intubation). Although maintaining the airway patent and providing adequate ventilation are not synonymous with intubation, this procedure provides a closed ventilation system while ensuring patency and protecting the airway. Intubation is fairly safe in oxygenated and physiologically stable patients but it is not free from serious complications and consequently it should always be considered as a dangerous technique, especially in critically-ill patients. In addition, given that the anatomy of the airway in children differs according to age, the techniques used to intubate show considerable variations. For all these reasons and despite the often urgent nature of airway problems in children, the placement of an endotracheal tube must be approached in a deliberate and calm manner if trauma to the airway and patient instability are to be avoided. Thus, whenever circumstances permit, intubation should be carefully prepared with assessment of factors that might cause problems such as the indication for intubation, possible airway abnormalities, risk of aspiration, and hemodynamic, respiratory and neurological status. Such an evaluation allows the most appropriate intubation technique to be chosen.

### Key words:

*Intubation. Mechanical ventilation. Children. Sedatives. Muscle relaxants.*

*Correspondencia:* Dra. P. Roselló Millet.  
Avda. Blasco Ibáñez, 17. 46010 Valencia. España.

Recibido en abril de 2003.  
Aceptado para su publicación en abril de 2003.

## INTRODUCCIÓN

La intubación traqueal consiste en la colocación de un tubo en la traquea, bien a través de la boca (intubación orotraqueal) o de la nariz (intubación nasotraqueal) para establecer una comunicación segura entre la tráquea y el exterior (asegurar la vía aérea).

La anatomía de la vía aérea en el niño es diferente según la edad, de manera que el mayor tamaño de la cabeza con relación al tórax, la forma de la laringe y la posición relativa de las diferentes estructuras relacionadas contribuyen a la dificultad de la intubación cuanto menor es el paciente. En los niños menores de 2 años la lengua es relativamente grande en relación con la mandíbula, lo cual facilita la obstrucción de la vía aérea superior y dificulta la visualización de la laringe, que queda en posición más alta y anterior que en el adulto. La epiglotis del lactante es flexible, en forma de omega y se une a la pared faríngea formando un ángulo de 45°, de manera que la visualización de la laringe puede requerir la elevación directa de la epiglotis con una pala recta. La epiglotis del niño mayor y el adulto es rígida, plana y paralela a la pared traqueal, se puede visualizar indirectamente colocando una pala curva en la valécula. Además, en los niños pequeños la laringe es más estrecha y su diámetro menor se encuentra a nivel del cartilago cricoides, a diferencia del niño mayor de 8 años o el adulto, cuyo diámetro menor es subglótico. Por tanto, en pediatría la técnica de intubación va a presentar importantes variaciones con la edad. Además, puesto que se trata de una técnica no exenta de complicaciones graves, sobre todo en el paciente crítico, debe ser considerada siempre una técnica de riesgo.

## INDICACIONES

Las principales indicaciones de intubación endotraqueal son<sup>1,2</sup>:

1. Insuficiencia respiratoria con necesidad de VM, para asegurar una ventilación y oxigenación adecuada.
2. Apnea.
3. Obstrucción de la vía aérea superior: secundaria a traumatismos de mandíbula o laringe, inhalación de humos o infecciones (epiglotitis aguda, laringitis, abscesos retrofaríngeos), anomalías congénitas.
4. Ausencia de reflejos protectores de la vía aérea (p. ej., pacientes en coma), para proteger las vías aéreas de la aspiración.
5. Acumulación de secreciones pulmonares por aumento en su producción (neumonías) o disminución del aclaramiento (enfermedades neuromusculares, desnutrición grave).
6. Ventilación electiva (p. ej., en los pacientes con hipertensión intracraneal).

Para la elección de la vía de intubación deben considerarse las contraindicaciones de cada una:

a) La vía nasotraqueal no debe emplearse en situaciones de urgencia, si existe obstrucción de las fosas nasales (atresia o estenosis de coanas, pólipos nasales, encefalocele) o de la nasofaringe (hipertrofia adenoidea, tumores nasofaríngeos), cuando se sospeche fractura de base de cráneo y si existe una diátesis hemorrágica de moderada a grave.

b) La vía orotraqueal puede estar contraindicada si hay rotura de la lengua y colgajo, en quemaduras de la cavidad oral y ante la existencia de traumatismo facial grave con imposibilidad de apertura de la mandíbula.

## PROCEDIMIENTO DE LA INTUBACIÓN

Se deberá preparar cuidadosamente, siempre que las circunstancias lo permitan. La secuencia que se debe seguir es la siguiente<sup>3</sup>:

### Valoración preintubación

Es necesario valorar en cada niño las circunstancias que puedan dificultar la intubación como: el motivo de la intubación, posibles malformaciones de la vía aérea, riesgo de aspiración, situación hemodinámica, respiratoria y neurológica. Además, deberá estimarse la habilidad del facultativo respecto a la intubación. En la tabla 1 se resumen las situaciones clínicas en las que la técnica puede resultar difícil<sup>4-6</sup>. Esta valoración permitirá decidir la técnica de intubación más apropiada. Las opciones son las siguientes:

### Intubación sin sedación

Estará indicada en caso de parada cardiorrespiratoria, recién nacido en paritorio y situaciones en las que se re-

TABLA 1. Situaciones relacionadas con intubación difícil

<i>Micrognatia</i>
Síndromes del maullido de gato, Di George, Pierre-Robin, Treacher-Collins y Tumer
<i>Macroglia</i>
Síndromes de Beckwith-Wiedemann, trisomía 21, Hurler y Hunter, hipotiroidismo, enfermedad de Pompe
<i>Hipoplasia mediofacial</i>
Disostosis craneofacial (maxilar), síndromes de Apert, Crouzon, Goldenhar (oculoauriculovertebral), de la fisura mediofacial (labio, nariz y paladar hendido), querubismo (displasia fibrosa mandibular)
<i>Cuello corto-cuello rígido</i>
Espondilitis anquilopoyética, artritis reumatoide, síndromes de Hurler, Hunter, Morquio y Kippel-Feil
<i>Enfermedades de la articulación temporomandibular</i>
Enfermedades del colágeno (artritis reumatoide, poliarteritis nudosa, dermatomiositis, lupus eritematoso sistémico), trismus (después de traumatismo o infección local), infección (angina de Ludwig, absceso retrofaríngeo) y artrogriposis múltiple
<i>Fibrosis/edema de las vías aéreas</i>
Angiodema hereditario, epidermolísis bullosa y síndrome de Stevens-Johnson

quiere que el paciente conserve su estado de conciencia (intubación despierto)<sup>6</sup>. La intubación con el niño despierto puede ser necesaria en algunos casos de anomalías de la vía aérea alta, traumatismos faciales, quemaduras e infecciones graves de faringe o laringe, ya que el empleo de sedantes y relajantes musculares puede provocar la obstrucción completa de una vía respiratoria parcialmente obstruida previamente. En estos casos se podrá recurrir a técnicas de anestesia tópica y a la intubación con fibrobroncoscopio. Debe considerarse también la posibilidad de llevar al paciente a quirófano para inducir anestesia general conservando su esfuerzo respiratorio espontáneo.

#### **Intubación con sedación**

Puede estar indicada ante una vía aérea de acceso dudoso y enfermedad pulmonar con requerimientos moderados de oxígeno. Se utilizará sedoanalgesia sin parálisis muscular.

#### **Intubación con anestesia**

Será la técnica de elección siempre que no existan contraindicaciones para la parálisis muscular, ya que proporciona las condiciones ideales de intubación: amnesia, sedación, analgesia, parálisis muscular e inhibición de las respuestas desencadenadas por la laringoscopia.

#### **Técnica de inducción rápida**

Su objetivo es disminuir el riesgo de aspiración de contenido gástrico. Las situaciones que se asocian a mayor riesgo de aspiración pulmonar son: comida reciente (menos de 6 h), gastroparesia (dolor, trauma, shock, diabetes), alteración del vaciamiento gástrico (estenosis hipertrófica de píloro, íleo, oclusión intestinal, masa abdominal, opiáceos), alteración de la motilidad esofágica, hernia de hiato y/o reflujo gastroesofágico, y pérdida de reflejos protectores. Se debe evitar la ventilación con mascarilla (evitar la sobredistensión gástrica) por lo que el tiempo desde que el paciente entra en apnea hasta que se intuba debe ser mínimo. Requiere preoxigenación con O<sub>2</sub> al 100 % durante 2-3 min. Se utilizarán fármacos de acción muy rápida (tiopental y succinilcolina o rocuronio) infundidos en bolo rápido.

#### **Preparación del equipo**

El equipo necesario para la intubación es:

1. Fuente de oxígeno.
2. Aspirador y sondas de aspiración de varios calibres (6-16 Fr).
3. Cánula orofaríngea: su uso facilita la ventilación con mascarilla facial previa a la intubación, aunque si se sitúa incorrectamente puede obstruir la vía aérea. Debe utilizarse únicamente en pacientes inconscientes, dado que en otras situaciones puede provocar el vómito. Una buena tracción mandibular asegura también la vía aérea

durante la ventilación con mascarilla. El tamaño de la cánula orofaríngea se calcula colocando uno de los extremos en el reborde de los dientes, llegando su otro extremo al ángulo mandibular.

4. Mascarilla facial y bolsa autoinflable del tamaño adecuado para su edad (neonatal, pediátrica y adulto). Debe contar con reservorio de oxígeno.

5. Equipo de laringoscopia: formado por el mango y las palas. Hay que comprobar su buen funcionamiento previamente, en especial el estado de las baterías. Existen dos tamaños de mango (pediátrico y adulto), y dos tipos de palas: las palas rectas (Miller) del n.º 0 y 1, que se utilizan en neonatos y lactantes, ya que permiten una mejor visualización de la vía aérea, y las palas curvas (MacIntosh) del n.º 0 al 4 que se utilizan en lactantes y niños mayores.

6. Tubos endotraqueales: se elegirá un tubo del calibre correspondiente a la edad, un número superior y otro inferior. En niños menores de 8 años se recomienda utilizar tubos endotraqueales sin neumotaponamiento, dado que el estrechamiento del cartílago cricoides proporciona un buen sellado de la vía aérea si se utilizan tubos del tamaño adecuado. Se pueden utilizar tubos con balón (existen a partir de 3,5 cm de diámetro) si se prevé que el niño va a precisar una importante asistencia respiratoria. En cualquier caso, si se decide utilizar tubos con neumotaponamiento en niños pequeños es obligatorio que sean de alto volumen y baja presión (presión < 25 mmHg), insuflándolos a la mínima presión que no produzca fuga significativa, para minimizar el riesgo de lesión laríngea y/o traqueal. Antes de la intubación debe comprobarse el funcionamiento del balón.

El calibre del tubo depende de la edad. Su número indica el diámetro interno. En los grandes prematuros (< 1.000 g) se utilizan tubos del 2,5, un 3 en los que pesan entre 1.000 y 2.000 g, 3,5 en el recién nacido a término y lactante pequeño y 4 entre los 6 y 18 meses. A partir de los 2 años puede utilizarse la fórmula siguiente: diámetro del tubo = 4 + (edad en años/4). También puede utilizarse el diámetro del dedo meñique del paciente. La distancia aproximada a la que se introduce el tubo en la tráquea (con la marca en los dientes o labios) es aproximadamente 3 veces el diámetro interno del tubo en centímetros (tabla 2). Puede utilizarse como referencia también la introducción de 1-3 cm tras la desaparición de la marca negra del extremo del tubo.

7. Pinzas de Magyll: se utilizan en la intubación nasotraqueal para ayudar a introducir el tubo en la laringe.

8. Fiador-estilete: es una varilla de plástico o metal que se utiliza para dar rigidez al tubo endotraqueal y facilitar la intubación. Su uso aumenta el riesgo de disecación submucosa, laceración y perforación traqueal. Para evitar estas complicaciones el fiador nunca debe sobresalir por el extremo distal del tubo endotraqueal, y no debe usarse para forzar el paso de un tubo de tamaño

inadecuado. Debe lubricarse antes de ser introducido en el tubo endotraqueal para facilitar la extracción tras la intubación.

9. Esparadrapo o venda de tela para la fijación.

10. Guantes.

11. Fonendoscopio.

12. Equipo alternativo en caso de fracaso de la intubación: mascarilla laríngea, equipo de cricotiroidotomía, traqueostomía percutánea.

### Vías y monitorización

Antes de la intubación es necesario disponer al menos de un acceso venoso periférico y de monitorización hemodinámica básica, excepto en caso de parada cardiorrespiratoria. Los requerimientos mínimos son electrocardiograma (ECG), saturación de oxígeno por pulsioximetría y PA no invasiva.

### Preoxigenación

Tiene como objetivo optimizar la saturación de O<sub>2</sub>, creando una reserva de oxígeno en los pulmones que permita mantener la oxigenación de la sangre mientras se lleva a cabo la intubación. Se suele realizar con bolsa y mascarilla tras sedar, si es preciso, al paciente, realizándose junto con la maniobra de Sellick (compresión suave del cartílago cricoides para ocluir la luz del esófago sin obstruir la vía aérea), lo cual disminuye el riesgo de regurgitación, a la vez que permite una mejor visualización de las cuerdas vocales. En caso de secuencia de intubación rápida, se aprovecha la respiración del paciente administrando O<sub>2</sub> a alta concentración mediante mascarilla facial con reservorio.

### Fármacos para la intubación

Tanto la laringoscopia como la intubación en el paciente despierto pueden provocar respuestas perjudiciales para el paciente. Puede producirse tos, que puede dificultar la intubación, bradicardia, taquicardia, hipertensión, hipoxia, broncospasmo y aumento de la presión intracraneal (PIC) e intraocular. Por ello, a menos que la intubación forme parte de una reanimación cardiopulmonar o en algunos casos de obstrucción de la vía aérea que pueda impedir la intubación, debe inducirse sedación o anestesia. La administración de estos fármacos no debe realizarse hasta tener al paciente correctamente monitorizado, evaluada la situación clínica y preparado el equipo (tabla 3).

La pauta clásica de intubación incluye: atropina, para bloquear el reflejo vagal, un sedante (tiopental) y un relajante muscular (succinilcolina), añadiendo o no analgesia (pues la laringoscopia puede resultar dolorosa). Esta pauta se modificará según la situación del paciente (tabla 4) y la opción de intubación que se escoja (intubación sin sedación, intubación con sedación, intubación con anestesia y técnica de inducción rápida).

TABLA 2. Tamaño del tubo endotraqueal y laringoscopio

Edad	Diámetro de tubo	Pala laringoscopio	Longitud oral (cm)
Pretérminos	< 1 kg: 2,5	Pala recta n.º 0	7
	1-2 kg: 3	8	
	> 2 kg: 3,5	9	
Recién nacidos			
a 6 meses	3,5	Pala recta/curva n.º 1	9-12
6-12 meses	4	Pala recta/curva n.º 1	12
1-2 años	4-4,5	Pala curva n.º 1-2	12-14
2-5 años	4 + (edad/4)	Pala curva n.º 2	16
5-8 años	Igual	Pala curva n.º 2-3	18
> 8 años	Igual	Pala curva n.º 2-3	20-22

### Atropina

La intubación puede provocar una respuesta vagal que produce bradicardia e hipotensión, y que se ve acentuada en caso de hipoxemia, inestabilidad hemodinámica y si se utiliza succinilcolina. La atropina bloquea esta respuesta vagal, aumentando el tiempo disponible para la intubación. Por este motivo, se recomienda su utilización en pacientes inestables y con bradicardia en el momento de la intubación. No se administrará inicialmente en caso de taquicardia importante, pero es conveniente tener disponible este fármaco ante cualquier intubación.

### Anestésicos-sedantes<sup>7,8</sup>

El fármaco y la dosis que hay que utilizar dependerán de la situación clínica y hemodinámica del paciente (tabla 3). Hay que tener en cuenta que todos provocan hipotensión (especialmente el tiopental), que será más acusada en el paciente hipovolémico, al eliminar la liberación de catecolaminas endógenas. En estas situaciones suelen utilizarse dosis bajas que se aumentarán según el efecto conseguido. Debe estar preparada la administración rápida de volumen y/o catecolaminas en caso necesario.

**Tiopental.** Es un barbitúrico con acción anestésica y anticonvulsionante, que disminuye la PIC, el flujo sanguíneo cerebral (FSC) y el consumo cerebral de O<sub>2</sub>. Su principal inconveniente es la hipotensión arterial secundaria a vasodilatación y depresión miocárdica. Este efecto puede disminuirse si se utilizan dosis bajas. También puede provocar broncospasmo por liberación de histamina, por lo que estará contraindicado en pacientes asmáticos. Sus principales indicaciones son la intubación del paciente con hipertensión endocraneal descompensada que se mantiene estable hemodinámicamente y el estado convulsivo.

**Midazolam.** Benzodiazepina de acción rápida, con propiedades hipnóticas, amnésicas, anticonvulsionantes y miorrelajantes. Produce disminución de la PIC y del FSC

TABLA 3. Fármacos para la intubación y la adaptación a la ventilación mecánica

Fármaco	Dosis (mg/kg)	Inicio (min.)	Duración (min.)	Indicación	Ventajas	Comentarios
Atropina (Atropina Braun®)	0,02 mín: 0,1 mg máx: 1 mg	0,5	30-90	Bradicardia	Bloqueo efecto vagal	Taquicardia Midriasis Sequedad de boca
<i>Sedantes y analgésicos</i>						
Tiopental (Pentotal®)	(B) 2-5 (P) 1-5	< 0,5	10-30	Inducción rápida Estatus epiléptico HTEC	Acción rápida Anticonvulsionante ↓ PIC	↓ PA y gasto cardíaco: no usar si inestabilidad hemodinámica Libera histamina: no usar en asmáticos
Midazolam (Dormicum®)	(B) 0,1-0,2 (P) 0,1-0,4	1-2	20-60	Inestabilidad hemodinámica Estatus convulsivo	Escaso efecto hemodinámico Anticonvulsionante Amnesia	Amplio margen de dosis Puede producir náuseas, vómito, hipo
Propofol (Diprivan®)	(B) 1-3 (P) 0,5-4	0,5-1	4-8	Estatus epiléptico Broncospasmo	Acción rápida y corta Amnesia	Dolor en lugar inyección ↓ PA
Ketamina (Ketolar®)	(B) 1-2 (IV) 4-5 (IM) (P) 1-2	1-3 3-5	10-15	Inestabilidad hemodinámica Broncospasmo	Acción rápida Estabilidad hemodinámica Broncodilatación	Libera catecolaminas ↑ secreciones vía respiratoria ↑ PIC y metabolismo cerebral: No usar en HTEC Alucinaciones, pesadillas (asociar midazolam)
Lidocaína (Lidocaína®)	(B) 1-2	3-5	10-15	HTEC Broncospasmo	Bloquea el ↑ PIC y el broncospasmo 2°	↑ PA, arritmias, convulsiones
Etomidato (Hypnomidate®)	(B) 0,2-0,4 (P) 5-8 μg/kg/min	0,5-1	3-5	Inestabilidad hemodinámica	No efecto hemodinámico HTEC ↓ PIC Anticonvulsionante	Supresión adrenal Mioclonías
Fentanilo (dosis en μg/kg) (Fentanest®)	(B) 2-6 (P) 1-5 μg/kg/h	1-3	30-60	Inestabilidad hemodinámica HTP Necesidad de analgesia	Acción rápida y corta duración Analgesia	Rigidez pared torácica ↓ FC
<i>Relajantes</i>						
Succinilcolina (Anectine®, Mioflex®)	1-2	< 0,5	3-6	Inducción rápida Vía aérea difícil	Efecto rápido y corto	Arritmias, PCR ↑ PIC e intraocular: no usar en HTEC Hiperpotasemia: no usar en quemados, aplastamientos, enfermedades neuromusculares Fasciculaciones Hipertemia maligna
Rocuronio (Esmeron®)	(B) 0,7-1,2 (P) 0,5-0,7	0,5-1	30-60	Inducción rápida	Inicio rápido	Duración intermedia Eliminación hepática
Vecuronio (Norcuron®)	(B) 0,1-0,2 (P) 0,06-0,1	2-3	30-60	Inducción clásica	No afectación hemodinámica No libera histamina	Duración intermedia Eliminación hepática
Pancuronio (Pavulon®)	0,06-0,1	2-4	50-60			Acción vagolítica (↑ FC ↑ PA) Eliminación renal
Atracurio (Tracrium®)	(B) 0,4-0,6 (P) 0,3-0,6	2-3	20-40	Fracaso renal o hepático		Libera histamina Degradación por hidrólisis/esterasa hepática
Cis-atracurio (Nimbex®)	(B) 0,1-0,15 (P) 2-3 μg/kg/min	2-4	25-40	Fracaso renal o hepático	No libera histamina No alteración hemodinámica	Degradación por hidrólisis
Mivacurio (Mivacron®)	(B) 0,15-0,2 (P) 12-20 μg/kg/min	1-2	15-20		Vida media corta	Libera histamina Degradación por colinesterasa plasmática

(B): dosis en bolo; (P): dosis en perfusión continua; FC: frecuencia cardíaca; PIC: presión intracraneal; HTP: hipertensión pulmonar; HTEC: hipertensión endocraneal; PCR: parada cardiorrespiratoria.

TABLA 4. Fármacos para la intubación según la situación clínica

Situaciones	Objetivo durante intubación	Fármacos utilizados	Comentarios
Estómago lleno	Prevención de regurgitación tras pérdida de reflejos protectores	Atropina Tiopental o etomidato Rocuronio o succinilcolina	Preoxigenación 3 min Evitar ventilación con mascarilla. En caso necesario ventilación suave + presión cricoidea Administración en bolo rápido de fármacos de acción rápida, para minimizar el período de apnea Valorar vaciado gástrico previo con sonda NG
Broncospasmo	Eliminación de estímulos que provocan broncoespasmo: Evitar fármacos liberadores de histamina Evitar reflejos protectores (tos, náuseas) Usar fármacos broncodilatadores	Atropina Midazolam + ketamina (± lidocaína), o propofol Vécuronio o rocuronio	Preoxigenación 3 min Los anestésicos IV inhiben el reflejo de tos y el broncospasmo secundario, pero para su eliminación completa se requiere relajación Valorar posibilidad de ventilación con bolsa y mascarilla antes de usar relajantes Valorar expandir volemia previamente
Aumento de la PIC	No aumentar la presión intracraneal, PA ni FC	Hemodinámica estable: tiopental o propofol Hemodinámica inestable: midazolam + fentanilo (± lidocaína) o etomidato Vécuronio o rocuronio	Oxigenación + hiperventilación previa Intubar tras parálisis completa (evitar tos) Usar fármacos sin efecto simpaticomimético
Hipertensión pulmonar	Evitar la disminución del flujo sanguíneo pulmonar	Midazolam + fentanilo (dosis altas) Vécuronio	Mantener hiperoxia ( $FiO_2 = 1$ ) e hipocapnia (hiperventilación previa) Sedación profunda completa previa a manipulación Preparar la administración de NO e inotrópicos con acción vasodilatadora
Hipovolemia o gasto cardíaco bajo	Mantener la PA sin cambios en la FC	Midazolam + (fentanilo o ketamina) o etomidato Vécuronio	Evitar vasodilatadores y depresores miocárdicos Optimizar volemia previamente Disponibilidad rápida de volemia y catecolaminas Monitorización adecuada

PIC: presión intracraneal; NG: nasogástrica; FC: frecuencia cardíaca;  $FiO_2$ : fracción inspiratoria de oxígeno; NO: óxido nítrico.

por lo que puede ser útil en casos de hipertensión intracraneal, y sus efectos hemodinámicos son mínimos, pero su administración rápida puede dar lugar a apnea, sobre todo, en recién nacidos y lactantes pequeños. Los niños suelen requerir dosis más altas que los adultos.

**Propofol.** Disminuye la PIC, el metabolismo cerebral y tiene acción anticonvulsionante, por lo que es útil en la intubación del paciente neurológico. Su principal desventaja es su efecto depresor hemodinámico con disminución de la PA y el gasto cardíaco, y está contraindicado en pacientes hemodinámicamente inestables.

**Ketamina.** Es un anestésico disociativo de acción rápida. Tiene propiedades broncodilatadoras y apenas produce depresión respiratoria, por lo que es muy útil en la intubación y sedación de pacientes asmáticos, aunque aumenta las secreciones en vía respiratoria. Puede producir alucinaciones, delirio y pesadillas que se contrarrestan con la utilización de benzodiazepinas. Su principal efecto secundario es que produce estimulación simpática, aumentando la PA, la presión arterial pulmonar y la PIC.

Es útil en pacientes con inestabilidad hemodinámica (especialmente hipovolémicos) y está contraindicado en pacientes con hipertensión intracraneal y con problemas psiquiátricos y debe usarse con precaución en pacientes con hipertensión pulmonar. Tiene efecto inotrópico negativo directo, por lo que en pacientes con alteración de la contractilidad puede provocar hipotensión arterial.

**Etomidato.** Es un fármaco hipnótico sedante de acción ultrarrápida que prácticamente no tiene efectos cardiovasculares, disminuye la PIC, el FSC y el metabolismo cerebral, y es de elección en caso de politraumatismo, hipertensión intracraneal y situación hemodinámica inestable.

**Lidocaína.** Su administración intravenosa previa inhibe las respuestas cardiovasculares a la intubación, y disminuye la taquicardia y la hipertensión secundaria (sistémica y cerebral). Está indicada, por tanto, en la intubación del paciente con hipertensión intracraneal. Puede ser utilizada, también, por vía tópica (nasal, faringe y cuerdas vocales) para la intubación de pacientes despiertos.

### **Analgésicos**

Algunos autores recomiendan su uso asociados a los sedantes para disminuir la respuesta adrenérgica. El más utilizado es el fentanilo, que es un opioide de acción rápida con efecto analgésico potente y que produce mínima afectación hemodinámica<sup>7,8</sup>.

### **Relajantes musculares**

La parálisis muscular facilita la intubación y ventilación, pero sólo se utilizará cuando el médico esté seguro de poder garantizar una adecuada ventilación y oxigenación con bolsa y mascarilla, y no existan circunstancias que impidan la intubación. Su uso siempre debe ir precedido del empleo de sedantes ¡Nunca se debe relajar a un paciente despierto! Cuando existan circunstancias en las que sea previsible la imposibilidad de la intubación se procederá a la intubación con el paciente despierto, o sedado, usando o no anestesia tópica pero manteniendo su respiración espontánea. Los relajantes pueden ser despolarizantes (succinilcolina) o no despolarizantes (el resto), que producen el bloqueo muscular por unión competitiva y no despolarizante al receptor de la acetilcolina. La elección de uno u otro depende de las características del paciente y del fármaco (tiempo de inicio de acción, duración, efectos secundarios y ruta de eliminación)<sup>9,10</sup>.

**Succinilcolina.** Relajante despolarizante de acción ultracorta (4-6 min). Actúa al unirse y estimular el receptor de la acetilcolina en la placa postsináptica. Tiene efecto inotrópico y cronotrópico negativo. En niños, en los que predomina el tono vagal, puede dar lugar a bradicardia e incluso parada cardíaca (puede evitarse con la administración previa de atropina). Además, disminuye el umbral de excitación ventricular por las catecolaminas, por lo que si se dan otros factores como hipoxia, hipercapnia y estrés por intubación, puede dar lugar a arritmias ventriculares. Antes de la aparición de la parálisis existe una fase de fasciculaciones acompañada de hiperpotasemia que puede ser grave en determinadas situaciones como politraumatismos, grandes quemados, enfermedades musculares (miotonía, distrofias musculares) y lesiones nerviosas superiores, en las que está contraindicado. Tampoco debe utilizarse en pacientes con antecedentes familiares o personales de hipertermia maligna. Ocasionalmente aumento de la presión intraabdominal, intracraneal e intraocular. Esta fase de despolarización inicial puede reducirse administrándose previamente una pequeña dosis de un relajante no despolarizante (dosis de cebado: p. ej., 0,01 mg/kg de vecuronio) que, aunque puede prevenir la aparición de arritmias cardíacas y el aumento de la presión intraocular o gástrica, no evita la hiperpotasemia. Se metaboliza por hidrólisis mediante la colinesterasa circulante. Entre 3-4/1.000 pacientes pueden tener un déficit de colinesterasa que dificulte su metabolismo, manteniéndose la parálisis. A pesar de todos estos

inconvenientes, es el relajante de elección para la intubación en secuencia rápida por su rápido inicio de acción y su semivida corta.

**Rocuronio.** Derivado del vecuronio cuya principal ventaja es el rápido inicio de su acción. Su principal indicación es la relajación en secuencia de intubación rápida cuando la succinilcolina está contraindicada. Dosis entre 1 y 1,2 mg/kg consiguen condiciones de intubación a los 45-75 s. Su metabolismo es hepático. Tiene un efecto vagolítico mínimo con dosis menores de 1,5 mg/kg.

**Vecuronio.** Relajante de duración intermedia (25-40 min), que carece de acción vagolítica y no libera histamina. No produce alteración de la frecuencia cardíaca y la PA, por lo que es bien tolerado en pacientes con inestabilidad hemodinámica. Su eliminación es hepática, por lo que no requiere cambios en situaciones de insuficiencia renal.

**Pancuronio.** Relajante de semivida larga (60-120 min). Produce taquicardia y aumento de la PA por su acción vagolítica y por estimulación simpática, no produce liberación de histamina. Se elimina por vía renal (90%), por lo que se acumula fácilmente en pacientes con afectación renal o tras administración prolongada.

**Atracurio.** Relajante de duración intermedia (20-30 min), cuyo principal inconveniente es la liberación de histamina, pudiendo provocar broncospasma y enrojecimiento, especialmente en su administración rápida o a dosis superiores a 0,6 mg/kg. Los efectos cardiovasculares son escasos, aunque puede producir bradicardia e hipotensión. Es útil en pacientes con fallo hepático y renal, al degradarse espontáneamente por hidrólisis en su mayor parte. En administración prolongada puede acumularse un metabolito (laudanosina) que disminuye el umbral anticóncil en estudios animales, aunque no se ha demostrado en humanos.

**Cisatracurio.** Isómero del atracurio que no produce liberación de histamina ni cambios hemodinámicos. Se degrada completamente por hidrólisis espontánea. Por sus ventajas puede sustituir al atracurio.

**Mivacurio.** Relajante no despolarizante de acción corta (15-20 min). Es metabolizado por la colinesterasa plasmática, por lo que producirá bloqueo neuromuscular prolongado en pacientes con déficit de colinesterasa. Produce liberación de histamina tras administración rápida o a dosis mayores de 0,2 mg/kg.

## **Técnica de intubación**

### **Posición de la cabeza**

En el recién nacido y el lactante se mantendrá una posición neutra<sup>3</sup>. Para ello, puede ser necesario colocar un

rodete debajo del cuello y la parte alta de los hombros para evitar la flexión cervical del mismo por la prominencia del occipucio. En niños mayores se colocará la cabeza con una ligera extensión del cuello (posición de olfateo), siempre que no se sospeche lesión de la columna cervical. Esta extensión se irá acentuando con la edad (fig. 1).

#### **Apertura de la boca**

En lactantes puede realizarse con ayuda de la pala del laringoscopio. En niños mayores, se utiliza la mano derecha, apoyando el pulgar y el índice sobre la arcada dentaria superior e inferior, respectivamente, y desplazando la mandíbula hacia abajo.

#### **Introducción del laringoscopio**

Se sujetará con la mano izquierda, introduciéndose por el lado derecho de la boca, identificando las estructuras visualmente y desplazando la lengua hacia abajo y hacia la izquierda. La pala quedará en posición media con el eje del mango inclinado 45° respecto a la horizontal.

#### **Exposición de la glotis**

La punta de la pala quedará a nivel de la valécula sin pisar la epiglotis. Se realizará un movimiento de tracción sobre el eje longitudinal del mango del laringoscopio (fig. 2). Un ayudante puede realizar la maniobra de Sellick que al elevar la epiglotis ayuda a visualizar mejor las cuerdas vocales. En recién nacidos y lactantes pequeños puede realizarse con el dedo meñique de la persona que intuba. Algunos autores recomiendan que cuando se utilice pala recta, se "pise" la epiglotis desplazándola hacia arriba para conseguir una mejor exposición de las cuerdas vocales.

#### **Introducción del tubo**

El tubo se introduce desde el lado derecho, si es necesario con un fiador, a través de las cuerdas vocales (fig. 3). Esta maniobra es sencilla si se ha realizado una buena maniobra de exposición de la glotis ("hay que llevar la glotis al tubo y no el tubo hasta una glotis mal visualizada", ya que en esta situación el tubo termina frecuentemente posicionado en esófago). Una vez pasada la glotis, se introducirá hasta dejar de ver la marca negra que existe en el extremo distal del tubo o bien si se ha usado un tubo con balón hasta que éste quede por debajo de las cuerdas vocales. La longitud introducida medida desde los incisivos superiores variará según la edad del paciente (tabla 1). En niños mayores de 3 años se puede calcular como: edad en años/2 + 12 cm o bien el triple del diámetro del tubo en centímetros (p. ej., el tubo del 4 se introduce 12 cm). Si se ha utilizado fiador, éste se extraerá con cuidado, conectando el tubo a la bolsa autoinflable. Cada intento de intubación no debe prolongarse más de 30 s; si no se consigue antes de ese tiempo



*Figura 1. Posición de la cabeza para la intubación.*

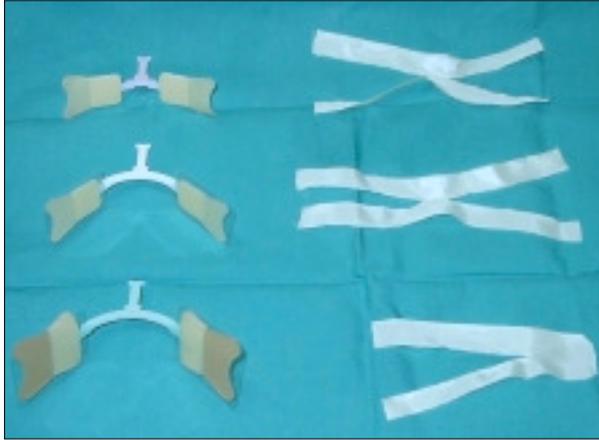


*Figura 2. Tracción del laringoscopio hacia arriba.*



*Figura 3. Introducción del tubo endotraqueal con ayuda de la maniobra de Sellick.*

o el paciente se desatura o bradicardiza se deberá ventilar con mascarilla y bolsa, y tras la recuperación de la oxigenación se volverá a intentar de nuevo.



**Figura 4.** Fijación del tubo endotraqueal. A la derecha: sistema de esparadrapo "H" y "V" para fijación orotraqueal y nasotraqueal. A la izquierda: sistema de fijación específico de varios tamaños.



**Figura 5.** Fijación del tubo orotraqueal con dos "H" de esparadrapo. Obsérvese cómo los esparadrapos se enrollan en espiral sobre el tubo.

#### **Comprobación de la colocación del tubo endotraqueal**

Para valorar que su posición es correcta debe observarse la movilización de ambos hemitórax, y realizar la auscultación de ambos hemitórax y el estómago, mientras se ventila con la bolsa. Si se ausculta mayor entrada de aire en el estómago debe sospecharse la colocación del tubo en el esófago. Una sonda de aspiración que penetra por el

tubo sin hacer tope, también sugiere esta situación. Si el paciente respira espontáneamente puede auscultarse la respiración a la entrada del tubo endotraqueal y por los orificios naturales (boca y narinas). De igual forma, es muy útil observar la curva y medición del capnógrafo conectado al tubo. Si existen dudas acerca de la situación se revisará mediante laringoscopia directa, procediendo a su retirada y a la ventilación con mascarilla facial en caso necesario. Tras la recuperación del paciente podrá probarse de nuevo la intubación. La hipoventilación en hemitórax izquierdo con relación al derecho sugiere intubación selectiva en bronquio principal derecho. Si se considera esta posibilidad (introducción mayor al triple del diámetro del tubo en cm), debe retirarse hasta que la auscultación sea simétrica o se posicione a la distancia adecuada (evitar la extubación accidental). Cuando la retirada prudente del tubo no produzca mejoría y/o existan dudas sobre la causa de la asimetría, deben valorarse otras posibilidades (neumotórax, obstrucción bronquial). La radiografía de tórax servirá para verificar la correcta posición del tubo (debe quedar a nivel de la 2.<sup>a</sup> vértebra torácica, 1-2 cm por encima de la carina). Si se ha utilizado tubo con balón éste se inflará una vez comprobada su situación.

#### **Fijación del tubo**

Si la intubación es orotraqueal se fijará con esparadrapo (en forma de "H") o venda, llevando el tubo a la comisura labial, ya que ello permite realizar una sujeción más segura (figs. 4 y 5). Cuando la vía es nasotraqueal, sólo se usa esparadrapo (en forma de "H" y/o "V"). La fijación del esparadrapo al tubo conviene hacerla en espiral (hacia arriba) y no una vuelta sobre otra, ya que en este caso las secreciones del niño facilitan que el tubo quede suelto. Existen dispositivos comerciales de distintos tamaños que facilitan la fijación del tubo (figs. 4 y 6).

### **COMPLICACIONES DE LA INTUBACIÓN**

#### **Durante la laringoscopia o intubación**

1. Reflejos de protección de la vía aérea (laringospasmo, tos, náuseas, estornudo, broncospasmo).
2. Respuestas cardiovasculares: bradicardia, taquicardia, hipo/hipertensión, arritmias, hipertensión pulmonar.
3. Hipertensión intracraneal.
4. Aumento de la presión intraocular.
5. Traumatismo sobre la dentición y tejidos blandos.
6. Hemorragia (sobre todo en la intubación nasotraqueal).
7. Perforación traqueal.
8. Intubación selectiva en bronquio derecho.
9. Neumotórax.
10. Aspiración pulmonar.

Algunas complicaciones pueden producir hipoxemia grave e, incluso, parada cardiorrespiratoria.

### Durante el mantenimiento de la intubación y VM

1. Obstrucción del tubo endotraqueal (taponamiento o acodamiento).
2. Extubación accidental.
3. Intubación selectiva.
4. Neumotórax.
5. Sinusitis (intubación nasotraqueal).
6. Ulceración orofaríngea, laríngea o traqueal.
7. Fístula traqueoesofágica.
8. Traqueobronquitis necrosante.
9. Neumonía nosocomial.

### Complicaciones tras la extubación

1. Edema laríngeo, granuloma o úlcera laríngea, parálisis de las cuerdas vocales.
2. Estenosis subglótica, estenosis traqueal.

### ADAPTACIÓN A LA VM

La desadaptación a la VM puede tener su origen en los medios técnicos utilizados o en el paciente, y se caracteriza por la existencia de taquipnea, signos de insuficiencia respiratoria, taquicardia, agitación, altos picos de presión y activación muy frecuente de las alarmas del respirador. La situación gasométrica del paciente es variable, oscilando desde la hipoxemia y/o hipercapnia leve a grave.

### Desadaptación producida por los medios técnicos

1. *Respirador.* Debe ser adecuado para la edad del paciente y estar correctamente programado (una programación inadecuada es la causa más frecuente de desadaptación de origen técnico). Hay que prestar especial atención a la programación del mando de sensibilidad para evitar luchar con el respirador y autociclado.

2. *La tubuladura.* Debe comprobarse que su calibre sea adecuado para la edad del paciente y esté correctamente montada. Debe comprobarse la ausencia de fugas, desconexiones o la acumulación de agua en el sistema. En la conexión del paciente deben evitarse alargaderas, filtros higroscópicos de tamaño excesivo u otros aditamentos que incrementen el espacio muerto del paciente o aumenten la resistencia de la vía aérea.

3. *Calentador/humidificador.* Debe comprobarse que la temperatura de funcionamiento sea adecuada. No deben utilizarse filtros higroscópicos cuando se utilicen estos sistemas, ya que pueden obstruir la vía aérea por humedad excesiva. Tampoco debe olvidarse la utilización de estos filtros cuando no se utiliza humidificador/calentador, ya que el gas procedente del respirador es frío y puede, al irritar la vía respiratoria, facilitar la desadaptación a la VM.

### Desadaptación originada en el paciente

1. *Malposición u obstrucción del tubo endotraqueal.* Extubación accidental, intubación selectiva, acodamiento, tapón de moco.



Figura 6. Fijación del tubo orotraqueal: con dispositivo específico.

2. *Complicaciones respiratorias.* broncoespasmo, atelectasia, atrapamiento aéreo, aire ectópico (neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo) o empeoramiento de la enfermedad de base que haga necesario modificar la programación del ventilador.

3. *Ansiedad o dolor.* Es la causa más frecuente de desadaptación a la VM originada en el paciente.

Cualquiera que sea la causa de la desadaptación, va a provocar la aparición de hipercapnia y/o hipoxemia, que por sí mismas van a condicionar la perpetuación de la desadaptación al ventilador mecánico. Por ello, es necesario para obtener la sincronía entre el paciente y la VM, diagnosticar y tratar su causa, al tiempo que se asegura la estabilización de la oxigenación y ventilación del paciente.

### ADAPTACIÓN FARMACOLÓGICA A LA VM

Casi todos los pacientes con VM precisan algún grado de sedación, que variará desde la utilización de ansiolíticos a baja dosis con o sin analgesia (retirada de la ventilación, intubación nasotraqueal) hasta la anestesia profunda con uso de relajantes en perfusión continua, cuando el cuadro clínico del paciente hace necesaria la aplicación de parámetros de VM no fisiológicos. En pacientes graves, suele ser necesaria la sedación profunda

y la VM controlada durante las primeras 24-48 h tras la intubación. Suelen requerir, así mismo, analgesia los pacientes en el postoperatorio, politraumatizados y quemados y cuando es necesario realizar procedimientos dolorosos (canalizaciones vasculares, punciones, colocación de drenajes, aspiración endotraqueal). La asociación más utilizada es midazolam y fentanilo, administrados en perfusión continua, aunque las dosis necesarias son muy variables según la situación del paciente (tabla 3). Estos fármacos se utilizan también en bolo, antes de realizar procedimientos dolorosos y para facilitar la adaptación al ventilador. Si es preciso utilizar relajantes en perfusión continua deben asociarse a sedación profunda. Se pueden utilizar relajantes musculares en bolo cuando la sedoanalgesia no es suficiente para acoplar al paciente, ya que, al eliminar la interferencia de su actividad respiratoria, permite valorar cuáles son sus necesidades reales de VM y realizar los ajustes necesarios. Cuando son necesarios bolos repetidos de relajante muscular deben realizarse ajustes en la sedoanalgesia utilizada, antes de indicar la relajación en perfusión continua.

Con la mejoría clínica y el paso a modos de VM no controlada, deben disminuirse de forma progresiva las dosis de sedoanalgesia en perfusión continua, pasando a utilizar dosis intermitentes de fármacos de semivida larga (p. ej., diazepam y/o clorazepato dipotásico como sedantes y metamizol y/o tramadol como analgésicos). En estas situaciones no deben utilizarse relajantes musculares.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martin LD, Bratton SL, Walker LK. Principles and practice of respiratory support and mechanical ventilation. En: Rogers MC, editor. *Textbook of pediatric intensive care*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996; p. 265-331.
2. Ruza F. Fundamentos de ventilación mecánica. En: Ruza F, editor. *Tratado de Cuidados Intensivos Pediátricos*. 3.ª ed. Madrid: Norma-Capitel, 2002; p. 589-601.
3. García Teresa MA. Ventilación manual con máscara e intubación endotraqueal. En: Casado J, editor. *Urgencias y tratamiento del niño grave*. Madrid: Ergón, 2000; p. 44-51.
4. American Society of Anesthesiologists' Task Force on Management of the difficult airway. Practice guidelines for management of the difficulty airway. *Anesthesiology* 1993;78:597-602.
5. Wright S, Morriss FC, Toro KD. Intubation and difficult airway management. En: Levin DL, editor. *Essentials of Pediatric Intensive Care* 2<sup>nd</sup> ed. New York: Churchill Livingstone, 1997; p. 1387-405.
6. Benumof JL. Management of the difficult adult airway with special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1999;75:1087-110.
7. Gieslak GD, Foglia DC. Analgesia and sedation. En: Levin DL, editor. *Essentials of Pediatric Intensive Care*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Churchill Livingstone, 1997; p. 1714-35.
8. Valdivieso A. Sedación: técnicas en situaciones específicas. En: Ruza F, editor. *Tratado de cuidados intensivos pediátricos*. 3.ª ed. Madrid: Norma-Capitel, 2002; p. 157-64.
9. Davis SL. Neuromuscular blocking agents. En: Levin DL, editor. *Essentials of pediatric intensive care*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Churchill Livingstone, 1997; p. 1736-41.
10. Silberberg JM. Relajación muscular en el paciente crítico. En: Ruza F, editor. *Tratado de Cuidados Intensivos Pediátricos*. 3.ª ed. Madrid: Norma-Capitel, 2002; p. 169-73.