



Tubos endotraqueales: revisión

MARINA BUSICO, LAURA VEGA, GUSTAVO PLOTNIKOW, NORBERTO TRIBELLI

Capítulo de Kinesiología del Paciente Crítico, Sociedad Argentina de Terapia Intensiva

Correspondencia:

Lic. Gustavo Plotnikow
gplotnikow@gmail.com

Conflictos de intereses: Ninguno de los autores presenta conflictos de intereses.

Palabras clave

- Tubos endotraqueales
- Interfaces
- Ventilación mecánica

Key words

- Endotracheal tubes
- Interfaces
- Mechanical ventilation

Resumen

El tubo endotraqueal es la interfaz más utilizada para la aplicación de ventilación mecánica invasiva. El conocimiento de las características técnicas (el diámetro, la longitud, el material del que está fabricado, etc.) resulta fundamental para una adecuada utilización del dispositivo e interpretación de la mecánica del sistema respiratorio (flujos, resistencia, parámetros de liberación de la ventilación mecánica, etc.) en pacientes intubados. En la siguiente revisión, se realizó una descripción de los tubos endotraqueales unilumen, doble lumen y de aquellos con características especiales. A pesar de que la mayoría de los pacientes podrían beneficiarse de la utilización de los tubos endotraqueales unilumen, resulta relevante conocer las particularidades del resto de los tubos endotraqueales, de forma tal de elegir el dispositivo apropiado para los requerimientos del paciente en una situación dada. Dentro de los tubos endotraqueales especiales, se realizó una breve revisión de la evidencia de tubos modificados para prevenir la neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Abstract

Endotracheal tubes are the most common devices used for the application of invasive mechanical ventilation. Knowledge of technical characteristics (diameter, length, material, etc.) is essential for the appropriate use of these tubes and interpretation of respiratory mechanics (flow, resistance, weaning parameters, etc.) in intubated patients. In this review we have described single-lumen tubes, double-lumen tubes and tubes with special purposes. Even though most patients will benefit with the use of single-lumen tubes, it seems relevant to be familiar with the wide range of tubes with different features in order to choose the suitable one for patient's requirement in a given situation. Within special purposes tubes, we have done a short review of the evidence that supports the use of endotracheal tubes designed to prevent ventilator-associated pneumonia.

Introducción

Los tubos endotraqueales (TET) son dispositivos rígidos cuyo objetivo es asegurar la permeabilidad de la vía aérea; su utilización tiene tres indicaciones principales:

1. mantener y proteger la vía aérea en pacientes que no pueden lograrlo por diferentes causas (intoxicación, déficit neurológico, disfunción laríngea, trauma, etc.).
2. mantener la ventilación en una vía aérea permeable durante los procedimientos quirúrgicos.
3. permitir la aplicación de ventilación mecánica (VM) a presión positiva (cuando no esté indicada la administración en forma no invasiva).

Dada la importancia de esta interfase resulta fundamental conocer las características particulares de los TET, a fin de seleccionar el dispositivo adecuado para el paciente indicado, según la situación médica.

El objetivo de la siguiente revisión es describir las características de los distintos TET para adultos, así como sus indicaciones. A su vez, se hará una breve descripción de la evidencia actual para la utilización de “TET especiales” en distintos escenarios (para lo cual será necesario recurrir a la descripción de dispositivos de distintas marcas comerciales).

Materiales y métodos

El Capítulo de Kinesiología de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva realizó una búsqueda bibliográfica para confeccionar esta revisión sobre el tema. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos LILACS, MEDLINE, Biblioteca Cochrane y SciELO, con las siguientes palabras clave: *endotracheal tubes, interfaces, mechanical ventilation*, y se seleccionaron los artículos más relevantes, según el criterio de los autores.

Desarrollo

Características mecánicas de los TET

El TET reemplaza el espacio muerto generado en la vía aérea extratorácica por uno de menor volumen. El volumen del TET se calcula a partir de la fórmula del volumen de un cilindro:

$$V = \pi \times r^2 \times l \quad (1)$$

donde V es volumen del cilindro, r es el radio y l es el largo del TET. Entonces, un paciente con un TET número 8 presentará un volumen:

$$V = \pi \times 0.4^2 \times 25 = 12.6 \text{ ml}$$

es decir, el volumen de espacio muerto del TET es menor que el de la vía aérea extratorácica (aproximadamente 75 ml). Este volumen no debe confundirse con el volumen de espacio muerto anatómico (EM_A) que

contempla no solo la vía aérea extratorácica, sino también la “vía aérea de conducción”, y varía entre 100 y 150 ml, y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$EM_A = 2.2 \frac{ml}{kg} \text{ (peso ideal)} \quad (2)$$

A su vez, el TET genera un incremento de la resistencia (R) que dependerá de su diámetro, del flujo circulante y la turbulencia generada; y puede calcularse a partir de la Ley de Hagen-Poiseuille que, en condiciones de flujo laminar (número de Reynolds inferior a 2000), se calcula como:

$$R = \frac{8 \times n \times l}{\pi \times r^4} \quad (3)$$

Y en flujo turbulento (número de Reynolds superior a 2000):

$$R = \frac{8 \times n \times l}{\pi \times r^5} \quad (4)$$

donde n es la viscosidad del elemento, y l y r es la longitud y el radio del conductor, respectivamente.

De la ecuación (3) se desprende que la resistencia del TET depende fundamentalmente de su radio y el incremento de la R genera, en ventilación espontánea, aumento del trabajo respiratorio (WOB) y del $ITTDi$ (índice tensión tiempo del diafragma), más aún si el volumen minuto respiratorio es elevado¹ (Figura 1).

Una disminución del área transversal del TET de entre el 25% y el 50% genera incrementos significati-

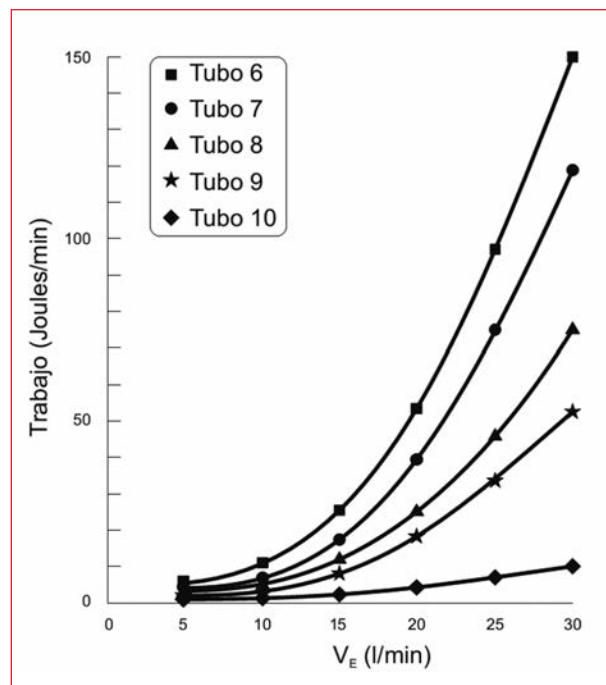


Figura 1. El incremento del Trabajo Respiratorio generado por la disminución del calibre del TET es especialmente significativo cuando el VM aumenta más allá de los 10L/min.

vos en la resistencia, independientemente de la localización de la obstrucción (proximal, medial, distal).² La resistencia del TET es menor en el modelo in vitro que cuando se calcula in vivo, ya que se agregan las resistencias generadas por el impacto de secreciones, el biofilm y la deformación del TET (Figura 2), y pueden ser determinantes para el éxito de la prueba de ventilación espontánea.³

Esta aclaración respecto de la R generada in vivo comparada por aquella in vitro parece, a primera vista, obvia. En el mercado, se comercializan programas diseñados para compensar la R del TET (compensación automática del tubo) mediante la aplicación de presión positiva proporcional al flujo inspiratorio (efectúa un cálculo continuo de caída de presión a lo largo del TET durante la inspiración) teniendo en cuenta el coeficiente de R del TET conocido. Sin embargo, ese coeficiente de resistencia no coincide necesariamente con la resistencia “real” (in vivo) del TET y puede generar una compensación menor que la requerida.⁴ Pueden ser necesarios entre 5 y 22 cm H₂O para vencer el WOB generado por esta resistencia que, a su vez, es variable; ocurre en todos los diámetros de TET, varía según el tipo de humidificación⁵ utilizada y según los días de la VM.⁶

En virtud de esto, se recomienda emplear TET con el diámetro adecuado para cada individuo. Tubos demasiado grandes pueden promover lesiones laríngeas, mientras que tubos demasiado pequeños aumentan la resistencia y pueden requerir un insuflado excesivo del manguito para proporcionar un sellado hermético durante la ventilación. Esta excesiva presión puede

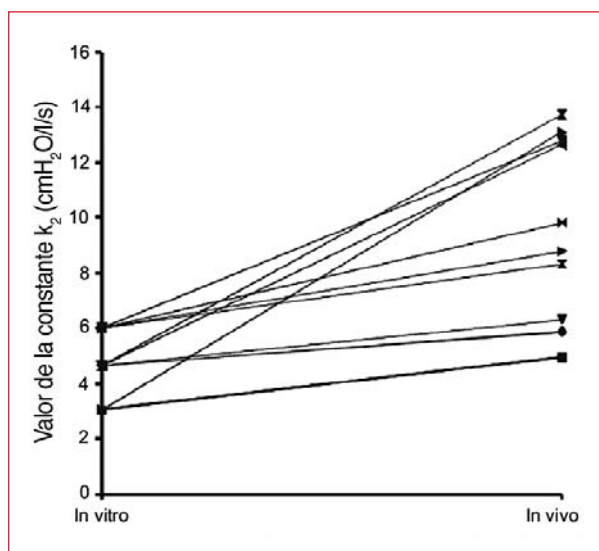


Figura 2. El coeficiente de resistencia se incrementa significativamente cuando la medición se realiza en tubos endotraqueales reales en relación a los medidos en laboratorio (de referencia³, con autorización).

resultar en lesión y daño traqueal (véase descripción de TET con balón de alto volumen y baja presión).

Se han postulado distintas recomendaciones para seleccionar el diámetro del TET para cada paciente teniendo en cuenta que la apertura de la glotis es la que limita el paso del TET.⁷ Algunos autores sugieren utilizar TET con diámetro interno de 7 o 7,5 mm para las mujeres y de 8 mm para los hombres.⁸ En un estudio de Higenbottam y cols.,⁹ se relacionó el diámetro anteroposterior (DAP) de la laringe (ya que lo consideraron el lugar más estrecho de la vía aérea superior) con la talla del paciente y así calcularon el diámetro del tubo por utilizar, según la siguiente fórmula:

$$DAP (mm) = (33.9 \times h) - 33.7 \quad (5)$$

donde h es la talla en metros.

Sin embargo, otros autores describen el espacio subglótico (diámetro del anillo cricoideo) y no el espacio cordal como el sitio más estrecho de la vía aérea superior que, a su vez, tiene una pobre correlación con la talla del paciente,¹⁰ lo que invalidaría la fórmula propuesta por Higenbottam. Todos los autores coinciden en que, a tallas iguales, las mujeres presentan un diámetro anteroposterior laríngeo y un espacio subglótico significativamente menores que los hombres. Cabe destacar que los diámetros externos de los TET varían ampliamente entre las marcas comerciales y este dato es fundamental al momento de elegir una marca en particular.

Otro punto por considerar es la longitud del TET y su correcta ubicación en la vía aérea. La longitud de la vía aérea, a diferencia del diámetro, se correlaciona adecuadamente con la talla. Eagle y cols.¹¹ propusieron las siguientes fórmulas para establecer la distancia a la cual colocar el TET (tanto orotraqueal [TOT] como nasotraqueal [TNT]), aunque recomendaban la confirmación radiológica.

$$TOT (dientes a tráquea) = \frac{h}{10} + 22 \quad (6)$$

$$TOT (narina a tráquea) = \frac{h}{10} + 8 \quad (7)$$

donde h es la talla en metros.

En estudios más recientes realizados con fibrobroncoscopia, Cherg y cols.¹² desarrollaron la siguiente ecuación en relación con la ubicación del TOT (desde 5 cm de la carina hasta el ángulo derecho de la boca):

$$TOT = \frac{h}{5} - 13 \quad (8)$$

donde h es la talla del paciente en cm. En un paciente que mide 170 cm, reemplazamos la fórmula (8):

$$TOT = \frac{170}{5} - 13 = 21 \text{ cm}$$

es decir, el TET debe quedar a 21 cm en el ángulo de la boca y el extremo distal se ubicará a 5 cm de la carina.

Otros autores recomiendan mediciones topográficas (labio-mandíbula-esternón) para el posicionamiento del TOT.¹³ Más allá de las fórmulas descritas, las guías recomiendan el control radiológico para confirmar el adecuado posicionamiento del TET (a 4 cm por encima de la carina), con el objetivo de evitar intubaciones selectivas con los cambios posicionales del paciente.

Clasificación de los TET

Existe una enorme variedad de TET con características distintivas según la función para la que fueron diseñados. Por lo tanto, una adecuada descripción de un TET debería contemplar el diámetro (interno y externo), la longitud, el material con el que está fabricado y su toxicidad, el ángulo y la dirección del bisel, el tamaño del ojo de Murphy, la presencia y densidad del marcador radiopaco, el radio de curvatura, las características del balón testigo, entre otras.

A fin de lograr una descripción de las características más relevantes de los TET, hemos decidido clasificarlos inicialmente en tres grupos: 1) TET de un lumen, 2) TET de doble lumen y 3) TET con características específicas o “especiales”. En la Tabla 1, se resumen los TET, según la clasificación sugerida.

1. Tubos endotraqueales de un lumen

Los tubos de un lumen son dispositivos estériles fabricados a partir de cloruro de polivinilo o silicona. El diseño de los TET actuales está determinado

por las normas de consenso de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.¹⁴ Estas normas incluyen aspectos del tubo endotraqueal, como diámetros interior y exterior, marcadores de distancia desde la punta, prueba de toxicidad del material, dirección y ángulo del bisel, curvatura y radio del tubo, tamaño y forma del ojo Murphy, por citar algunas.

Los TET estándar de un solo lumen pueden ser introducidos por vía oral o nasal. Estos tubos presentan hacia el extremo distal un manguito conectado a un balón piloto proximal. Las características de los balones, hoy en día, son alto volumen y baja presión. En la década de 1960, los balones eran fabricados de una goma roja de alta presión y bajo volumen y tenían una menor área de contacto con la tráquea y su deformación era circular, lo que generaba mayor presión en una superficie menor y, por ello, importantes lesiones en la mucosa traqueal. Estas complicaciones determinaron que estos balones se dejaran de fabricar para dar lugar a aquellos de baja presión y alto volumen fabricados de PVC o poliuretano.¹⁵ Además de las ventajas derivadas de la menor presión sobre la superficie traqueal, los balones de alto volumen y baja presión son de bajo costo. Por otra parte, ofrecen mejor protección contra la aspiración que los de baja presión, pues su deformación es cónica. El balón debe ser insuflado a una presión no mayor a la de perfusión capilar de la mucosa traqueal (de 20 a 25 mm Hg)^{16,17} para evitar lesiones e isque-

TABLA 1
Clasificación de los tubos endotraqueales

De un lumen	Tipo Magill	
	Tipo Murphy	
De doble lumen	Tubo de doble lumen propiamente dicho	Derecho Izquierdo
	Dispositivos de bloqueo bronquial	
Especiales	Tubos preformados	Oral Nasal
	Tubos espiralados	
	Tubos resistentes al láser	
	Tubos con puertos adicionales	
	Tubos para prevenir la neumonía asociada a ventilación mecánica	Con aspiración subglótica Balón de poliuretano Balón de presión constante Antibacterianos

mia de dicha mucosa. Por otra parte, el manguito permite un relativo cierre hermético dentro de la tráquea (no existe un sellado completo), por lo que no protege completamente de la aspiración de secreciones acumuladas por encima de este o de la aspiración del contenido gástrico regurgitado y alojado en la hipofaringe, principal mecanismo de neumonía asociada a la VM (NAVM).¹⁸ Es decir, el balón no genera un cierre hermético y si, además, se encuentra desinflado (presiones inferiores a 20 mm Hg), se forman pliegues longitudinales que predispondrían aún más al proceso de broncoaspiración. La insuflación del balón a una presión superior a 34 cm H₂O disminuye la perfusión de la mucosa traqueal, mientras que la microcirculación de dicha mucosa se interrumpe por completo cuando la presión alcanza los 50 cm H₂O. La presión de perfusión de la mucosa traqueal varía en pacientes con hipotensión, dado que la isquemia puede darse a presiones del balón aun menores debido a la caída de la presión de perfusión general (sin discriminar la mucosa traqueal). Los factores de riesgo para el desarrollo de lesiones de la vía aérea son multifactoriales; sin embargo, la relación entre el diámetro de la tráquea y el del TET, la duración de la VM, el insuflado excesivo del balón,¹⁹ la movilidad del paciente, la intubación de emergencia y la reintubación parecen ser los principales factores determinantes de la aparición de lesiones.²⁰ Es importante mencionar que el volumen necesario para alcanzar esa presión intrabalón varía considerablemente entre los pacientes al margen del tamaño del tubo o las características antropométricas. Por ello, resulta fundamental medir la presión del balón con un manómetro varias veces al día.²¹ Una función secundaria del balón es centrar el tubo en la tráquea e inflarse uniformemente alrededor de TET para que su extremo distal no lesione la mucosa.

Otro punto por considerar es la variación de la presión (y del volumen) del balón cuando se utiliza óxido nitroso (66% N₂O) durante la cirugía general. Este gas se intercambia con el nitrógeno del aire de cualquier cavidad corporal (y, por ende, del balón) y produce modificaciones en la presión del balón del TET. Aun más, el óxido nitroso entrará en la cavidad más rápido que los escapes de nitrógeno y, por lo tanto, incrementará el volumen, la presión, o ambos, en esa cavidad. El aumento de la presión del manguito varía directamente con la presión parcial de N₂O y el tiempo, y en forma inversa, con el grosor del balón. El gas se difundirá dentro del balón durante el tiempo de administración de la anestesia y causará cambios de presión, sobre todo durante la primera hora. Este beneficio secundario de agregar N₂O al balón es cuestionable, dado que el gas se difundirá fuera o dentro

de él, según la concentración de N₂O, y provocará fugas o un sellado inadecuado.²²

Otros balones disponibles son los de espuma de silicona (Bivona®, SmithsMedical) que son de alto volumen y baja presión, se expanden luego de la intubación y quedan sin aire. Este balón debe ser desinflado completamente (aspirado) antes de la intubación y se insufla pasivamente sólo dejando el balón testigo al aire ambiente. Una vez expandido, realiza el sellado completo de la tráquea adaptándose a su contorno. La mayor desventaja es el alto riesgo de microaspiración que plantean estos balones.¹⁸

Se debe comprobar la integridad del manguito antes de colocar el tubo, verificando si hay fugas y si la insuflación es simétrica. Incluso con un balón que envuelva concéntricamente el TET, es posible que la pared lateral de la tráquea ocluya el extremo distal biselado del tubo durante la espiración. Esto puede ocurrir como resultado de una patología de las vías respiratorias superiores o de un trayecto distorsionado de la tráquea por un arco aórtico prominente, por ejemplo.⁷

Los TET deben tener una curva natural que facilite la entrada a la laringe. El ángulo de la curvatura está especificado en los estándares de calidad y variará entre 12° y 16°. Otra característica de los TET es que poseen una línea radiopaca longitudinal para poder localizarlos en la radiografía de tórax. El tubo se coloca mediante laringoscopia directa con la ayuda de un mandril o sin ella y se proyecta hasta una marca exterior ubicada a 20-24 cm de la arcada dentaria inferior. La variabilidad de la longitud traqueal, en general, está relacionada con la talla del paciente y es la responsable de este amplio rango en el que el TET debe fijarse (véanse fórmulas previas). Los mandriles están fabricados de un metal maleable, con una capa sintética y, en general, tienen la forma de un palo de hockey para ayudar en el paso de la vía aérea superior. Se puede aplicar una pequeña cantidad de lubricación a su superficie exterior antes de insertarlo en el TET para facilitar su extracción una vez finalizada la intubación.

Debe asegurarse que la punta del estilete no sobresalga más allá de la punta distal del TET y retirarlo inmediatamente una vez que el tubo pasa más allá de la cuerda vocal, para evitar lesiones en la tráquea.

Se puede considerar la colocación de anestesia tópica para mejorar la tolerancia a la intubación. Rociar con anestésico local las cuerdas vocales y la laringe puede contribuir a disminuir el aumento de la presión arterial, de particular importancia en pacientes con alteración de la *compliance* cerebral (lesión cerebral, hemorragias, tumores).¹⁸



Figura 3: TET Unilumen.



3a: Tipo Magill.



Figura 3b.
Tipo Murphy.

El TET termina en su extremo distal con un bisel que forma un ángulo de 45° con el eje longitudinal. A su vez, tiene un orificio llamado ojo de Murphy (Figura 3B) que es una fenestra lateral situada en el lado opuesto a la dirección del bisel, para permitir la ventilación en caso de que el bisel se obstruya con la pared traqueal. Debe ser, al menos, de un 80% del área de sección transversal del TET. Los tubos que no poseen esta fenestra son llamados tipo Magill (Figura 3A) y el riesgo de oclusión es mayor en el caso de que la punta haga tope con la pared traqueal (Figura 3).

En el extremo proximal del TET, suele figurar el diámetro interno (en milímetros) que es con el que se clasifica al TET y, también, el diámetro externo que varía según la marca comercial. Este dato también puede figurar en el conector universal (15 mm de diámetro) unido al extremo proximal que permite la adaptación del TET a cualquier dispositivo (bolsa de reanimación, circuito respiratorio, etc.).

2. Tubos endotraqueales de doble lumen

Proporcionar ventilación pulmonar independiente es crítico bajo ciertas circunstancias y útil en otras. En términos generales, la ventilación de un solo pulmón está indicada para facilitar la exposición en cirugía torácica (deflación de un pulmón), lavado de un pulmón y para aislamiento de sustancias contaminantes o sangre del pulmón contralateral. Terapéuticamente, la ventilación pulmonar independiente puede ser beneficiosa para pacientes críticamente enfermos con enfermedad pulmonar asimétrica,²³ como fistula broncopleurales, o para el manejo posoperatorio de complicaciones del pulmón trasplantado.

Existe gran variedad de TET para proporcionar ventilación pulmonar independiente. Estos tubos pueden ser clasificados en dos categorías:

- a. **TET de doble lumen (TDL) propiamente dichos**
- b. **Dispositivos de bloqueo bronquial** que permiten la ventilación pulmonar unilateral, ya que bloquean el movimiento de aire o líquido desde un pulmón hacia el otro.
 - a. Los TDL llamados Robertshaw® (Figura 4) son los que se utilizan con más frecuencia para realizar ventilación pulmonar independiente.



Figura 4. TDL tipo Robertshaw izquierdo.

■ Tubos endotraqueales: revisión

Estos tubos pueden ser izquierdos o derechos, con el lumen mayor proyectado en el bronquio principal que lleva su nombre. Por ejemplo, el tubo izquierdo tiene un lumen bronquial que se proyecta en el bronquio fuente izquierdo. La ventilación del pulmón derecho está asegurada por una luz proximal a la carina.^{24,25} Estos tubos están fabricados de PVC y divididos longitudinalmente por un tabique central. Las curvaturas específicas hacen que sean derechos o izquierdos. Poseen dos balones (azul y transparente o anaranjado) de baja presión adheridos al sector distal que se delimitan con anillos de tungsteno visibles a los rayos X. Tienen una bifurcación en el extremo proximal unida a una pieza en Y de PVC flexible y, de ahí, salen dos tubos independientes Bronquial (azul) y Traqueal (transparente o anaranjado). Estos tubos están disponibles en varios calibres: 28 Fr, 35 Fr, 37 Fr, 39 Fr y 41 Fr, y tienen una longitud de 42 cm aproximadamente. Cuanto más pequeño es el calibre, mayor será la resistencia al flujo de aire (véase ecuación 3), considerando que un TDL



Figura 5a. TDL tipo Carlens.



Figura 5b. TDL tipo White.

calibre 39 Fr es equivalente a un TET número 7, y uno de 35 Fr equivale a un número 6.

Una característica adicional es que pueden tener un tope en carina para evitar su desplazamiento distal y se conocen como variante *Carlens*, si es izquierdo, o *White*, si es derecho (Figura 5).

Los TDL pueden posicionarse a ciegas y su ubicación se confirma por auscultación. Sin embargo, a fin de garantizar la colocación correcta, es necesaria la visualización a través de fibrobroncoscopia con un fibrobroncoscopio flexible que pase por la luz traqueal.

Los TDL izquierdos suelen ser más fáciles de colocar que los derechos, dado que el bronquio fuente izquierdo es, habitualmente, más largo. Los TDL derechos son más propensos a migrar y este tipo de intubación se asocia con colapso del lóbulo superior derecho, atrapamiento aéreo, etc., aunque la mayoría de estos TDL derechos tienen un puerto adicional en el extremo bronquial para permitir la ventilación del lóbulo superior derecho.²⁶ Por otra parte, algunas variaciones anatómicas del origen del lóbulo superior derecho (puede estar cerca de la carina principal, frente a ella o proximal a ella) hacen difícil o imposible la colocación de tubos derechos. Aun así, a veces, se prefiere un TDL derecho a uno izquierdo, por ejemplo, en pacientes sometidos a resección pulmonar izquierda o con anomalías anatómicas del bronquio fuente izquierdo, como tumores, compresiones extrínsecas o ruptura traqueobronquial. Durante el procedimiento quirúrgico, el TDL puede migrar de manera espontánea o a causa de los cambios de posición del paciente, lo que exige reconfirmar periódicamente la ubicación mediante broncoscopia. Con un TDL izquierdo, la carina y la porción proximal del bronquio fuente izquierdo pueden visualizarse con facilidad.

El uso de TDL se dificulta cuando no se elige el calibre adecuado al paciente y no se produce un sellado completo del bronquio fuente principal. Además, su paso puede ser dificultoso en algunos pacientes con distorsión de la anatomía de las vías respiratorias, por ejemplo, a causa de resección pulmonar o una deformidad de la tráquea, o con enfisema grave (deformidad traqueal de vaina de sable).

A pesar de las dificultades mencionadas, en manos experimentadas, tanto los TDL derechos como izquierdos pueden ser colocados de forma rápida y segura con broncoscopia flexible.^{27,28}

Se debe elegir el fibrobroncoscopio según el calibre del TDL (tubos 26-28: calibre exterior del



Figura 6. Tubo Univent™ con catéter de bloqueo.



Figura 7. Tubo preformado nasal.

fibrobroncoscopio 3,2 mm; tubos 35 y 37: de 4 mm; tubos 39 y 41: de 5 mm).

b. Los dispositivos de bloqueo bronquial se pueden emplear para separar la ventilación de un pulmón. Describiremos los dos más utilizados en el mercado:

- Tubo **Univent™**²⁹ (LMA™) (Figura 6). Es un tubo de un solo lumen, fabricado de silicona, con un lumen pequeño separado en la parte cóncava del tubo. Por dentro de esta luz corre un catéter de bloqueo que puede progresarse de 8 a 10 cm más allá del extremo distal del tubo. El TET Univent puede bloquear tanto el bronquio derecho como el izquierdo y así llevar a cabo la ventilación unipulmonar por medio de la aspiración del aire a través del lumen menor. Al finalizar el acto quirúrgico puede insuflarse el pul-

món, si es necesario, a través de este lumen. La intubación orotraqueal se realiza en forma convencional como si se tratase de un TET estándar.

- Tubo **Arndt endobronchial blocker**³⁰ (COOK Medical). Bloquea el pulmón de forma endobronquial. El set de ARNDT-WEB está diseñado para ser usado en un TET estándar y un fibrobroncoscopio pediátrico (de menor calibre) para la ventilación unipulmonar. El catéter de bloqueo tiene una guía que corre por dentro de él y por donde se “enhebra” el fibrobroncoscopio que lo depositará en el lugar por bloquear. Se recomienda usar TET de grandes calibres para facilitar el pasaje del catéter. El diámetro más pequeño de TET para un catéter de 9 Fr es de 7,5 mm.

Cada uno de los tubos mencionados logra la separación de ambos pulmones de manera similar, es decir, por medio de un tubo de bloqueo de menor diámetro dentro de un TET de un solo lumen (Arndt), o ya incorporado directamente como parte del TET de un solo lumen modificado. Ambos dispositivos requieren asistencia de la fibrobroncoscopia para la colocación y la confirmación del catéter de bloqueo bronquial y, a diferencia de un catéter de Fogarty (que también puede ser utilizado como un dispositivo bronquial de bloqueo), el Univent™ y el Arndt pueden lograr la deflación del pulmón a través de un puerto en el propio tubo de bloqueo. Además de las potenciales ventajas que poseen estos tubos de bloqueo, como se indica a continuación, la seguridad y la eficacia son similares a las de un TET de doble lumen. Una ventaja importante de ambos es la capacidad de convertirse en tubos de lumen único y permitir la VM prolongada cuando la acción de bloqueo bronquial ya no sea requerida, sin la necesidad de reintubación para cambiar de dispositivo.³¹

En la primera publicación que describió este nuevo dispositivo, se avanzó un catéter Arndt a través de un TET estándar en un paciente hemodinámicamente inestable con hemorragia tras un trasplante de pulmón bilateral. Luego se comunicó su uso con éxito en un paciente politraumatizado con hemorragia endobronquial y en otro enfermo con traumatismo torácico izquierdo para proporcionar aislamiento pulmonar, siempre a través de los TET colocados previamente.

Por ende, el dispositivo de bloqueo endobronquial dirigido es particularmente ventajoso en aquellos casos en que el paciente ya está intubado y requiere un aislamiento pulmonar,

y la reintubación genera un riesgo mayor. Ambos dispositivos requieren un posicionamiento vía broncoscopia, aunque el Univent™ es más rígido y puede ser más difícil de posicionar.³²

3. Tubos endotraqueales especiales

Se han desarrollado tubos “especiales” con el objetivo de utilizarlos en escenarios particulares.

a. Tubos preformados

Se dispone de tubos preformados³³ tanto para la intubación nasotraqueal (Figura 7: tubo preformado nasal) como orotraqueal (Figura 8: tubo preformado oral) y se utilizan en procedimientos neuroquirúrgicos y orofaciales con el objetivo de mejorar la exposición. Tienen una curva preformada destinada a mantener la posición del tubo fuera del campo quirúrgico. Esta curva puede dificultar la aspiración de secreciones y aumentar el riesgo de clampeo; sin embargo, como son flexibles, pueden alinearse para realizar la aspiración de secreciones.^{34,35}

b. Tubos espiralados

Los tubos espiralados han sido diseñados para reducir al mínimo el riesgo de clampeo, por lo que presentan un refuerzo de alambre espiralado dentro de la pared del tubo que lo recorre en toda su longitud. Estos tubos reforzados se pueden colocar por vía oral o nasal y son similares a los TET estándar, pues también están hechos de una capa exterior de PVC y poseen un manguito de alto volumen y baja presión en el extremo distal, conectado a un balón piloto proximal (Figura 9). Los riesgos asociados con este tubo reforzado incluyen fugas, perforaciones o estrechamiento permanente por mordidas. Son de gran utilidad en pacientes obesos con cuello corto que fácilmente podrían clampear el TET con los movimientos de la cabeza. Estos tubos no se recomiendan para intubaciones muy prolongadas, ya que pierden su memoria y conformación externa.³⁶⁻³⁸

c. Tubos resistentes al láser

La cirugía con láser de las vías respiratorias se realiza, por lo general, con un láser de CO₂, láser de Nd-YAG o láser KTP. Este tipo de procedimientos plantea riesgos cuando se practican en pacientes intubados con TET estándar. Uno de ellos, poco frecuente, pero potencialmente catastrófico, es el incendio por ignición de policloruro de vinilo. El láser puede perforar también el balón o reflejar en la superficie del tubo y dañar accidentalmente el tejido. Existen diferentes soluciones para reducir al mínimo estos riesgos, como modificaciones de los TET estándar a TET especializados que son relativamente resistentes al láser. Alrededor del TET estándar, se puede colocar una funda



Figura 8. Tubo preformado oral.



Figura 9. TET espiralado.

metálica protectora para justamente recubrir su superficie exterior; sin embargo, no existe protección cuando se utiliza la energía del láser a través del eje del tubo. Estos protectores son, a menudo, de aluminio o de cinta de cobre, y pueden proteger de la energía del láser en combinación con el balón inflado con fluido (solución salina) que, aunque no brinda protección contra la rotura del manguito, la evidencia

mejor. Hay varios tubos de estas características que se utilizan en el mercado. Describiremos algunos a continuación.

El tubo láser de Norton es un tubo reusable de acero inoxidable flexible que no es afectado por ningún tipo de láser. No posee balón y el sellado traqueal debe ser realizado por medio de esponjas quirúrgicas o anexando un balón de látex. Este balón de látex no es resistente al láser y puede desplazarse distalmente en la vía aérea. Sin embargo, con este tubo, es posible ventilar aun sin el sellado traqueal siempre y cuando se compense la fuga de aire. Además, es necesario ventilar a bajas fracciones inspiradas de oxígeno para prevenir una llamarada producto de la vaporización tisular.

El tubo Xomed Laser Shield II (Medtronic) es un tubo de silicona con una funda interior de aluminio y el exterior de teflón. Es resistente al láser, pero no su balón que contiene un mar-

cador azul para identificar pinchaduras y debe ser inflado con solución fisiológica o agua para evitar el fuego. La parte del tubo distal al balón no está protegida.

El tubo de Laserflex de Malinckrodt³⁹ (Figura 10) está forrado con espiral de acero inoxidable que contiene dos balones secuenciales de PVC que se inflan con solución salina. Fried y cols. mostraron la resistencia del tubo Laserflex al láser KTP y de CO₂. Al igual que los anteriores, el manguito distal mostró ser potencialmente inflamable cuando no se llena con solución fisiológica, aunque no evita la rotura. Su diseño no lo hace resistente al láser de Nd-YAG.

El Laser Tubus⁴⁰ de Rusch (Figura 11) está fabricado de caucho blanco y tiene un diseño "balón dentro de balón". La superficie está cubierta por un material de esponja blanca que se puede embeber en agua para evitar que se prenda fuego. La reflexión del láser no es un problema con este tubo; por ese motivo, puede usarse con los láseres de argón, de CO₂ y de Nd-YAG.

El Bivona Adult Fome-Cuf Laser Tube (Bivona Medical Technologies) es un tubo de silicona con una funda de aluminio y un balón de goma espuma que tolera la penetración del láser y mantiene el sellado traqueal (Figura 12). La característica principal de este balón es que aun penetrado por el láser, mantiene el sellado de la vía aérea. Otra característica es que es autoinflable, es decir, se expande una vez introducido en la vía aérea y se adapta al contorno de la luz traqueal. El tubo, sin embargo, es poco resistente al láser.

A pesar de las variantes en los diseños, por el momento, no existe un tubo que sirva para ser usado con todos los tipos de láser. La elección



Figura 10. Tubo Laserflex.



Figura 11. Laser Tubus.



Figura 12. Bivova Adult Fome-Cuf.

varía de acuerdo con el paciente y el instrumento quirúrgico por utilizar.

d. Tubos con puertos adicionales

Los tubos con puertos adicionales permiten administrar fármacos en forma rápida cuando no se cuenta con un acceso venoso disponible. Epinefrina, norepinefrina, lidocaína, atropina, diazepam o naloxona son algunos de los agentes que pueden administrarse por vía pulmonar a través del TET en una situación de emergencia (Figura 13).

Por otra parte, a través de este lumen adicional, puede insuflarse gas, como oxígeno, con el objetivo de disminuir el espacio muerto y aumentar probablemente la oxigenación. La técnica de Traqueal Gas Insufflation (TGI) podría ser eficaz en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda y asma,⁴¹ quizás por la proximidad de la insuflación del gas directamente en la carina. Debe tenerse en cuenta que el agregado de gas adicional aumentará la presión pico en el sistema y esto debe ser adecuadamente monitoreado.

Otra utilidad de estos puertos es la posibilidad de medir la presión distal de la vía aérea. El monitoreo de este valor sirve para calcular parámetros de trabajo respiratorio, disparo y mejorar la sincronía paciente-ventilador. La medición de una diferencia entre la presión distal y la proximal de la vía aérea puede informar tempranamente acerca de la oclusión o disminución de la luz del TET. Por ello, el monitoreo de la presión distal debería considerarse útil en los pacientes con VM, sobre todo en aquellos con desvinculación dificultosa.⁴²

Existen tubos con un puerto adicional con múltiples orificios para administrar anestésicos locales a nivel laríngeo cuando sea preciso



Figura 13. Tubo con puerto accesorio.

reducir al mínimo el reflejo de tos durante las manipulaciones, los baños, la aspiración, etc., por ejemplo, en cirugías de cabeza y cuello o procesos que cursen con aumento de la presión intracraneal.

e. Tubos para prevenir la NAVM

La NAVM es la infección intrahospitalaria más común adquirida en los pacientes de la Unidad de Cuidado Intensivos (UCI), y representa casi una tercera parte de todas las infecciones intrahospitalarias.⁴³ A partir de las complicaciones de esta infección (incremento de la estadía, de la mortalidad y de los costos), se han desarrollado “Bundles” que son prácticas con eficacia demostrada, en este caso, en la prevención de la NAVM. Estas medidas son elevación de la cabecera a 30-45°, profilaxis de la trombosis venosa profunda, profilaxis de úlceras gástricas e interrupción temporal de la sedación en pos de un destete precoz.⁴⁴ Estas medidas han sido cuestionadas⁴⁵ y se les han sumado otras que se relacionan más íntimamente con la etiopatología de la infección, vinculadas más a la presencia de una vía aérea artificial (TET o traqueostomía) y no a la VM en sí misma. Los dos mecanismos implicados en el desarrollo de este tipo de neumonía son la microaspiración y la formación de biofilm. La microaspiración ocurre cuando hay una migración distal de los microorganismos presentes en las secreciones acumuladas en el lago orofaríngeo por encima del balón del TET.

TABLA 2

Descripción de los tubos endotraqueales “especiales” diseñados para prevenir la neumonía asociada a ventilación mecánica (NAVМ)

	Mecanismo propuesto	Comentarios
Hi lo Evac	Extra lumen que permite la aspiración continua de secreciones	Parece disminuir la NAVM temprana Costo-efectividad no comprobada
Microcuff	Balón de poliuretano para prevenir microaspiraciones	Información limitada que sugiere disminuir la aspiración a corto plazo
SealGuard	Balón de poliuretano para prevenir microaspiraciones	Solo un estudio aleatorizado mostró la eficacia para prevenir la NAVM en el posoperatorio, pero su costo-efectividad no se ha comprobado
SealGuardEvac	Balón de poliuretano para prevenir microaspiraciones más aspiración subglótica adicional	Solo un estudio aleatorizado mostró la eficacia para prevenir la NAVM, pero su costo-efectividad no se ha comprobado
Lo Trach	Combinación de balón de bajo volumen y baja presión, y aspiración continua subglótica para prevenir microaspiraciones	Información limitada que sugiere disminuir la aspiración a corto plazo, pero su beneficio para la NAVM no es claro
Agento IC	Lumen con plata para prevenir el biofilm	Un solo estudio aleatorizado mostró la disminución de la NAVM, pero su costo-efectividad no se ha comprobado. Muy costoso
Mucus sluper	Un extra lumen permite la aspiración de secreciones desde la punta del tubo endotraqueal	Previene el tapizado del tubo endotraqueal in vitro; no hay ensayos clínicos publicados hasta la fecha
“Mucus shaver”	Goma de silicona inflable para remover secreciones y disminuir el biofilm	Disminuye el tapizado del tubo endotraqueal in vitro; no hay ensayos clínicos publicados hasta la fecha

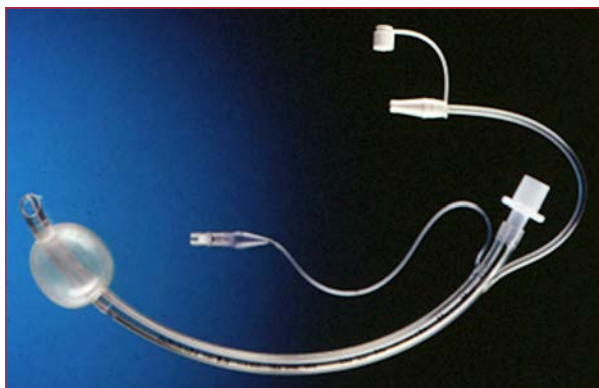


Figura 14. TET Hi-Lo EVAC.



Figura 15. TET ISIS.

Este proceso afecta prácticamente al 100% de los pacientes intubados con TET con balones de baja presión y alto volumen, aun con presiones de 60 cm H₂O. La microaspiración disminuye significativamente en la posición semisentado comparada con la supina.⁴⁶ La prevención de la microaspiración se puede optimizar midiendo la presión del balón y empleando materiales y formas diversas de balones de los TET. Otra estrategia para prevenir este mecanismo es la incorporación de puertos de aspiración subglótica en TET modificados.

El biofilm es el desarrollo de secreciones y microorganismos en la pared interna del TET. Este “tapizado” con alta concentración bacteriana en la parte interna del TET puede migrar desde el lumen hacia la vía aérea inferior y juega un papel importante en el desarrollo de la NAVM tardía cuando ocurre la fragmentación bacteriana. Esta fragmentación puede ser incrementada con la aspiración de secreciones endotraqueales.⁴⁷ La inoculación del biofilm del TET puede limitarse mediante tubos con agregado de plata. La plata tiene una efectiva

actividad antimicrobiana, ya que disminuye la adhesión bacteriana y bloquea la formación de biofilm en las paredes del TET.⁴⁸

Con el propósito de sumar medidas para prevenir esta infección, se han diseñado TET especiales. Algunos tienen como fin reducir la aspiración de secreciones agrupadas por encima del manguito y otros inhibir el biofilm que se desarrolla dentro del lumen del TET, disminuyendo así la colonización. La siguiente sección revisa las modificaciones en el diseño de los TET, con el fin de disminuir la NAVM (Tabla 2).

e1. TET con aspiración subglótica

El primer tubo que fue sometido a prueba fue el tubo Hi-Lo Evac de Covidien (Figura 14), que es un TET con un lumen dorsal para el drenaje intermitente o continuo de secreciones de la región subglótica. Posteriormente se diseñaron TET con la línea de aspiración subglótica opcional⁴⁹ (TET ISIS de Rusch, Figura 15). Los estudios aleatorizados publicados hasta la fecha han logrado resultados poco concluyentes. Kollef y cols. demostraron un retraso en el inicio de la neumonía asociada en una población cardioquirúrgica, pero sin ninguna diferencia en la duración de la VM, de la estancia en UCI u hospitalaria o de la tasa de mortalidad.⁵⁰ Recientemente, Smulders y cols. mostraron una reducción en la incidencia de NAVM en una población mixta en UCI con el agregado de la aspiración de la región subglótica en forma intermitente. Pero, una vez más, ninguna diferencia en la duración de la VM, de la permanencia en la UCI o de la tasa de mortalidad.⁵¹

e2. TET con balón de poliuretano

En los últimos tiempos, los esfuerzos se han centrado en modificar la composición y el diseño del balón para evitar la formación de

grietas longitudinales en la superficie del manguito inflado, responsables del proceso de microaspiración. Varios estudios han encontrado que los balones compuestos de poliuretano o silicona evitan las fugas alrededor de este, comparados con los balones convencionales compuesto de cloruro de polivinilo, tanto in vitro, como in vivo (Figura 16). El poliuretano es un material similar al polivinilo, pero ultrafino (10 micrones vs. 50 micrones) que permite el sellado de la tráquea a presiones bajas, no superiores a 15 cm H₂O.⁵² Esta ventaja en su composición le permite, además, adaptarse a los pliegues longitudinales de la mucosa traqueal tal como el papel film que envuelve alimentos. Un pequeño estudio clínico aleatorizado en pacientes sometidos a cirugía cardíaca halló que la intubación endotraqueal con tubos con balones de poliuretano se asoció a una reducción de la incidencia de neumonía posoperatoria temprana al compararla con la intubación con tubos con balones de cloruro de polivinilo tradicional (23% vs. 42%).⁵³ Resultados preliminares de un estudio que compara las tasas de NAVM antes y después de introducir un tubo con balón de poliuretano revelaron una disminución de 5,5 a 2,8 neumonías por 1000 días de VM.⁵⁴ Otro estudio aleatorizado comparó un tubo con balón de poliuretano y un puerto de aspiración subglótico con un TET convencional en los pacientes de UCI y encontró una reducción significativa en la NAVM en aquellos pacientes que utilizaban este tubo especializado (22% vs. 8%).⁵⁵ Sin embargo, no está claro si el beneficio obtenido tiene relación con el manguito, la aspiración subglótica, o es un efecto conjunto de ambas modificaciones del TET. Ninguno de los estudios clínicos anteriores detectó una diferencia en la duración de la VM, la estancia

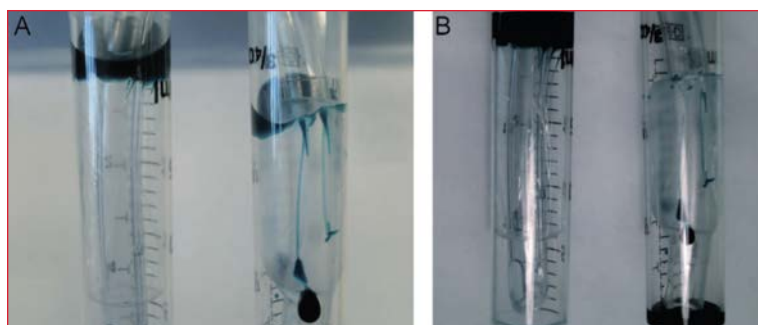


Figura 16. **A:** A la izquierda se observa el balón de Poliuretano y a la derecha el balón de polivinilo en el minuto cero de la administración del colorante. En **B** se observan ambos balones 15 minutos después donde se evidencia el pasaje del colorante en el balón de polivinilo y no así en el de poliuretano.⁵²



Figura 17. TET con balón de poliuretano.



Figura 19. TET Taper Guard Evac.



Figura 18. TET con balón cónico.



Figura 20. TET con Lanz system.

en UCI o la tasa de mortalidad entre los grupos. Se requieren más estudios que permitan recomendar los TET con balón de poliuretano para prevenir la NAVM.

Existen dos TET comercialmente disponibles con balón de poliuretano que son el Microcuff⁵⁶ (Kimberley Clark) y Sealguard⁵⁷

(Covidien, Figura 17). No se dispone de estudios que comparen estos dos tubos ni de pruebas suficientes para sacar conclusiones en cuanto a la eficacia relativa de cada uno. A su vez, la forma del balón también podría ser un factor asociado a la disminución del riesgo de aspiración en pacientes intuba-

dos. El *balón cónico* tiene los beneficios de aquellos de baja presión y gran volumen, a lo que se suma un mejor sellado con la pared traqueal, lo que reduce el riesgo de microaspiración (Figura 18).

Finalmente, se comercializa un TET Taper Guard Evac™ (Mallinckrodt™, Figura 19) que contiene tanto el puerto para aspiración subglótica, como el balón cónico.⁵⁸ Este tubo fue comparado con el Hi Lo Evac y se halló una reducción del 90% en la microaspiración.⁵⁹

Otro factor fundamental para prevenir la NAVM es el mantenimiento de la presión del balón como ya se comentó. Hay un TET (Mallinckrodt™ Hi-Lo Oral/Nasal Tracheal Tube Lanz System, Figura 20) que presenta una válvula capaz de mantener una presión de 30 cm H₂O en el balón en forma constante, sin la necesidad de realizar la medición manual. A pesar de que mantener constante la presión del balón durante el período de VM es una medida fundamental en prevenir la NAVM, dada su etiopatología, no hay estudios que demuestren que el empleo de este dispositivo sea eficaz⁶⁰ y menos aún que disminuya la incidencia de la NAVM.

e3. TET antibacterianos

Se ha sugerido que la presencia de un biofilm a lo largo de la superficie del TET es un factor etiológico que conduce al desarrollo de NAVM.⁶¹ Un TET con una capa de plata inhibe la formación de biofilm y podría reducir la incidencia de esta infección o retrasar su aparición. La plata tiene actividad antimicrobiana y disminuye la adhesión bacteriana in vitro, y bloquea la formación de biofilm en modelos animales. Estos tubos están compuestos por iones de plata microdispersados en un polímero tanto en la luz como en la superficie externa, lo que otorga un efecto antimicrobiano sustancioso y bien tolerado por los pacientes. El revestimiento de plata dura hasta 21 días. Además de los TET impregnados con plata,⁶² se han estudiado aquellos con agregado de sulfadiazina de plata y sulfadiazina de plata más clorhexidina. Estos últimos han caído en desuso, debido a la reacciones de hipersensibilidad a la clorhexidina.⁶³

Olson y cols. llevaron cabo un estudio en perros que recibieron VM durante 96 horas y fueron asignados en forma aleatoria a recibir TET impregnado de plata o TET estándar de cloruro de polivinilo.⁶⁴ Todos los perros fueron instilados dos veces con un depósito bucal de 5 ml de *Pseudomonas*

aeruginosa y sacrificados a las 96 horas, y estudiados. Se observó una reducción de la carga bacteriana en aquellos animales con tubos impregnados con plata, así como una reducción de la colonización de la superficie interior de los tubos y un retraso en el inicio de la colonización. Sin embargo, la evidencia en seres humanos es aún escasa. Un pequeño estudio aleatorizado demostró la reducción de la colonización bacteriana de la vía aérea.⁶⁵ Otro estudio que comparó tubos recubiertos internamente con plata y tubos estándar detectó que la incidencia de NAVM fue menor en el grupo de intubados por más de 24 horas con un tubo recubierto con plata, pero con resultados no significativos. Además, hubo una tendencia hacia el aumento de la mortalidad en los pacientes asignados al azar con TET recubierto con plata. La conexión paradójica de los episodios no está explicada en el estudio.⁶⁶

Otro dispositivo para disminuir el biofilm es el “mucus shaver”. Este dispositivo es una goma de silicona que se introduce dentro del lumen para extraer (“shaving”) el material acumulado dentro de la luz del TET. Se ha demostrado su eficacia y seguridad en modelos animales y recientemente en un ensayo prospectivo aleatorizado. Berra y cols. asignaron al azar a 24 pacientes para recibir mucus shaver o TET con técnicas estándar de aspiración. Luego de la extubación, la colonización bacteriana fue del 8% en los pacientes que recibieron el mucus shaver contra el 83% en el grupo control. Este grupo de investigadores no comunicó ningún efecto adverso relacionado con el dispositivo en estudio.^{67,68}

El empleo de TET diseñados para reducir la microaspiración o la formación de biofilm podrían tener una función para prevenir esta infección. Sin embargo, no hay evidencia suficiente que justifique su utilización de rutina y menos aun si se considera la relación costo-efectividad de estos dispositivos.

Conclusión

Existe una amplia variedad de TET disponibles para distintos fines, aunque el más utilizado es el *tubo estándar de un solo lumen*, tanto en la UCI como en el área quirúrgica. Los *tubos de doble lumen* han cobrado gran interés en los últimos años, a partir del tratamiento de un mayor número de pacientes con patología unipulmonar. Los *tubos especializados* han sido desarrollados para situaciones específicas y es

necesario conocer las características distintivas de cada uno de ellos con el fin de utilizarlos en situaciones particulares en que sus beneficios lo justifiquen. En relación con los tubos destinados a prevenir la NAVM, creemos que la prevención de esta enfermedad debe focalizarse en el cumplimiento de las medidas con probada eficacia para disminuir su incidencia, como el lavado de manos, la higiene oral, el posicionamiento, el control de la presión del balón y el destete precoz.

Agradecimientos

A los Licenciados Mariano Setten, Roger Rodrigues La Moglie, Nicolás Roux, Emiliano Gogniat, Dario Villalba, Janina Lebus, Marco Bezzi, Mauro Bosso, Sebastian Fredes, Pablo Lovazzano y Agustina Quijano por su colaboración inestimable; a las empresas Covidien, Propato, Portex y P3 Medical por su aporte.

Bibliografía

- Shapiro M, Wilson RK, Casar G, Bloom K, Teague RB. Work of breathing through different sized endotracheal tubes. *Crit Care Med* 1986; 14 (12): 1028-1031.
- El-Khatib MF, Husari A, Jamaledine GW, Ayoub CM, Bou-Khalil P. Changes in resistances of endotracheal tubes with reductions in the cross-sectional area. *Eur J Anaesthesiol* 2008; 25: 275-279.
- Flevari AG, Maniatis N, Kremiotis TE, et al. Rohrer's constant, K2 as a factor of determining inspiratory resistance of common adult endotracheal tubes. *Anaesth Intensive Care* 2011; 39: 410-417.
- Oto J, Imanaka H, Nakataki E, Ono R, Nishimura M. Potential inadequacy of automatic tube compensation to decrease inspiratory work load after at least 48 hours of endotracheal tube use in the clinical setting. *Respir Care* 2012; 57(5): 697-703.
- Villafane MC, Cinnella G, Lofaso F, et al. Gradual reduction of endotracheal tube diameter during mechanical ventilation via different humidification devices. *Anesthesiology* 1996; 85: 1341-1349.
- Wilson AM, Gray DM, Thomas JG. Increases in endotracheal tube resistance are unpredictable relative to duration of intubation. *Chest* 2009; 136: 1006-1013.
- Veyckemans F. New developments in the management of the pediatric airway: cuffed or uncuffed tracheal tubes, laryngeal mask airway, cuffed oropharyngeal airway, tracheostomy and one-lung ventilation devices. *Curr Opin Anaesthesiol* 1999; 12: 315-320.
- Gray AW. Endotracheal tubes. *Clin Chest Med* 2003; 24: 379-387.
- Higenbottam T, Payne J. Glottis narrowing in lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1982; 125(6): 746-750.
- Seymour A, Prakash N. A cadaver study to measure the adult glottis and subglottis: defining a problem associated with the use of double-lumen tubes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002; 16(2): 196-198.
- Eagle CC. The relationship between a person's height and appropriate endotracheal tube length. *Anaesth Intensive Care* 1992; 20(2): 156-160.
- Chen-Hwan Cherng, Chih-Shung Wong, Che-Hao Hsu, Shung-Tai Ho. Airway length in adults: estimation of the optimal endotracheal tube length for orotracheal intubation. *J Clin Anesth* 2002; 14: 271-274.
- Evron S, Weisenberg M, Harow E, et al. Proper insertion depth of endotracheal tubes in adults by topographic landmarks measurements. *J Clin Anesth* 2007; 19: 15-19.
- http://www.anmat.gov.ar/boletin_anmat/mayo_2010/Dispo_2380-10.pdf
- Honeybourne D, Costello JC, Barham C. Tracheal damage after endotracheal intubation: comparison of two types of endotracheal tubes. *Thorax* 1982; 37: 500-502.
- Stewart S, Secrest J, Norwood B, Zachary R. A comparison of endotracheal tube cuff pressures using estimation techniques and direct intracuff measurement. *AANA J* 2003; 71(6): 443-447.
- Sengupta P, Sessier DI, Maglinger P, et al. Endotracheal tube cuff pressure in three hospitals and the volume required to produce an appropriate cuff pressure. *BMC Anesthesiol* 2004; 29(1): 8.
- Young PJ, Pollinson M, Downward G, Henderson S. Leakage of fluid past the tracheal tube cuff in a benchtop model. *Br J Anaesth* 1997; 78: 557-562.
- Jaeger JM, Durbin Jr CG. Special purpose endotracheal tubes. *Respir Care* 1999; 44: 661-683.
- Tadie JM, Behm E, Lecuyer L. Post-intubation laryngeal injuries and extubation failure: a fiberoptic endoscopic study. *Intensive Care Med* 2010; 36: 991-998.
- Burns SM, Shasby DM, Burke PA. Controlled pressure cuffed endotracheal tubes may not be controlled (letter). *Chest* 1983; 83(1): 158-159.
- Simon BA, Moody EJ, Johns RA. Gases terapéuticos. Oxígeno, dióxido de carbono, óxido nítrico y helio. En: *Goodman and Gilman. Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica*. 11ª ed. Mexico-Mc Graw Hill Interamericana; 2006: 395-397.
- Weiskopf RB, Campos JH. Current techniques for perioperative operative lung isolation in adults. *Anesthesiology* 2002; 97: 1295-1301.
- Alliaume BA, Coddens J, Deloof T. Reliability of auscultation in positioning of double-lumen endotracheal tubes. *Can J Anesth* 1992; 39: 687-690.
- Lewis JW Jr, Serwin JP, Gabriel FS, et al. The utility of a double-lumen tube for one-lung ventilation in a variety of noncardiac thoracic surgical procedures. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6(6): 705-710.
- Tagliauia AA, Garland AC. Anesthesia for thoracic surgery. En: Hurford WE, Balin MT, Davison JK (eds.) *Clinical Procedures of the Massachusetts General Hospital*, Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998: 368-374.
- Brodsky JB, Macario A, Cannon WB, Mark JB. "Blind" placement of plastic left double-lumen tubes. *Anaesth Intensive Care* 1995; 23: 583-586.
- Campos JH, Massa FC, Kernstine KH. The incidence of right upper-lobe collapse when comparing a right-sided double-lumen tube versus a modified left double lumen tube for left-sided thoracic surgery. *Anesth Analg* 2000; 90: 535-540. http://www.lmana.com/files/univent_brochure_-_final.pdf?PHPSESSID=c632107f9afe9568578646a111ee47f
- <http://www.cookmedical.com/cc/content/mmedia/CAEBS901.pdf>
- Arndt GA, Kranner PW, Rusy DA, Love R. Single lung ventilation in a critically ill patient using a fiberoptically directed wire-guided endobronchial blocker. *Anesthesiology* 1999; 90: 1484-1486.
- Kabon B, Walzl B, Leitgeb J, Kapral S, Zimpfer M. First experience with fiberoptically directed wire guided endobronchial blockade in severe pulmonary bleeding in an emergency setting. *Chest* 2001; 120: 1399-1402.
- <http://www.covidien.com/RMS/pages.aspx?page=OurProducts/EndotrachealTubes/SpecialtyEndotrachealAirways>

■ Tubos endotraqueales: revisión

34. Chee WK. Orotracheal intubation with a nasal Ring-Adair-Elwin tube provides an unobstructed view in otolaryngologic procedures. *Anesthesiology* 1995; 83: 1369.
35. Roth DM, Benumof JL. Intubation through a laryngeal mask airway with a nasal RAE tube: Stabilization of the proximal end of the tube. *Anesthesiology* 1996; 85: 1220.
36. Hoffman CO, Swanson GA. Oral reinforced endotracheal tube crushed and perforated from biting. *Anesth Analg* 1989; 69: 552-553.
37. Rodriguez R, Gonzalez H, Carranza A. Intraoral separation of a reinforced endotracheal tube. *Anesthesiology* 2000; 93: 908.
38. King KP, Stolp BW, Borel CO. Damage to an armored endotracheal tube introduced via the intubating laryngeal mask airway induced by biting. *Anesth Analg* 1999; 89: 1324.
39. <http://www.nellcor.com/prod/Product.aspx?id=129>
40. <http://www.myrusch.com/images/rusch/docs/A20C.pdf>
41. Barnett CC, Moore FA, Moore EE, et al. Tracheal gas insufflation is a useful adjunct in permissive hypercapnic management of acute respiratory distress syndrome. *Am J Surg* 1996; 172(5): 518-522.
42. Valentini I, Tonveronachi E, Gregoretti C, et al. Different tracheotomy tube diameters influence diaphragmatic effort and indices of weanability in difficult to wean patients. *Respir Care* 2012; 57(12): 2012-2018.
43. Horan TC, White JW, Jarvis WR, et al. Nosocomial infection surveillance, 1984. *MMWR* 1986; 35(SS-1): 17-29.
44. Institute for Healthcare Improvement. <http://www.ihl.org>.
45. Wip C, Napolitano L. Bundles to prevent ventilator-associated pneumonia: how valuable are they? *Curr Opin Infect Dis* 2009; 22: 159-166.
46. Deem S, Treggiari M. New endotracheal tubes designed to prevent ventilator-associated pneumonia: do they make a difference? *Respir Care* 2010; (55)8: 1046-1055.
47. Diaz E, Rodríguez AH, Rello J. Ventilator-associated pneumonia: issues related to the artificial airway. *Respir Care* 2005; 50(7): 900-909.
48. Fernandez JF, Levine SM, Restrepo MI. Technologic advances in endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Chest* 2012; 142(1): 231-238
49. http://www.teleflex.com/emea/documentLibrary/documents/940202-000013_Airways_1206.pdf
50. Kollef MH, Skubas NJ, Sundt TM. A randomized clinical trial of continuous aspiration of subglottic secretions in cardiac surgery patients. *Chest* 1999; 116(5): 1339-1346.
51. Smulders K, van der Hoeven H, Weers-Pothoff I, Vandembroucke-Grauls C. A randomized clinical trial of intermittent subglottic secretion drainage in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2002; 121(3): 858-862.
52. Dullenkopf A, Gerber A, Weiss M. Fluid leakage past tracheal tube cuffs: evaluation of the new Microcuff endotracheal tube. *Intensive Care Med* 2003; 29(10): 1849-1853.
53. Poelaert J, Depuydt P, De Wolf A, Van de Velde S, Herck I, Blot S. Polyurethane cuffed endotracheal tubes to prevent early postoperative pneumonia after cardiac surgery: a pilot study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 135(4): 771-776.
54. Miller MA, Arndt JL, Konkle M, Chenoweth CE, Flaherty KR, Hyzy RC. Polyurethane cuff endotracheal tube to prevent ventilator-associated pneumonia in an academic hospital (abstract). *Am J Respir Crit Care Med* 2009; 179: A1731.
55. Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(11): 1079-1083.
56. <http://www.kchealthcare.com/us/healthcare/home/products/respiratory-health/kimvent-microcuff-adult-and-pediatric-endotracheal-tubes/kimvent-microcuff-adult-endotracheal-tube.aspx>
57. <http://www.nellcor.com/prod/Product.aspx?S1=AIR&S2=&id=325>
58. <http://www.covidien.com/imageServer.aspx/doc225078.pdf?contentID=23979&contenttype=application/pdf>
59. Mulier J. Tracheal cuff leak in morbidly obese patients intubated with a Taperguard, HiLo cuffed or a Hi Lo cuffed and lubricated tracheal tube. 63rd Annual Post-graduate assembly abstract p 9108, New York, NY, December 2009.
60. Dave MH, Spielmann N, Mauch J, Weiss M. Effect of Lanz pressure regulating valve on self-sealing mechanism and air leakage across the tracheal tube cuffs in a benchtop model. *J Intensive Care Med* 2012; Jul 24.
61. Adair CG, Gorman SP, Feron BM, et al. Implications of endotracheal tube biofilm for ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med* 1999; 25: 1072-1076.
62. <http://bardmedical.com/AGENTO.I.C.EndotrachealTube>
63. US Food and Drug Administration. Public health notice: potential hypersensitivity reactions to chlorhexidine-impregnated medical devices. March 11, 1998. <http://www.fda.gov/medicaldevices/safety/alertsandnotices/publichealthnotifications/ucm062306>.
64. Olson ME, Harmon BG, Kollef MH. Silver-coated endotracheal tubes associated with reduced bacterial burden in the lungs of mechanically ventilated dogs. *Chest* 2002; 121: 863-870.
65. Pacheco-Fowler V, Gaonkar T, Wyer PC, Modak S. Antiseptic impregnated endotracheal tubes for the prevention of bacterial colonization. *J Hosp Infect* 2004; 57: 170-174.
66. Kollef MH, Afessa B, Anzueto A, et al. Silver-coated endotracheal tubes and incidence of ventilator-associated pneumonia: the NASCENT randomized trial. *JAMA* 2008; 300(7): 805-813.
67. Kolobow T, Berra L, Li Bassi G, Curto F. Novel system for complete removal of secretions within the endotracheal tube: The Mucus Shaver. *Anesthesiology* 2005; 102: 1063-1065.
68. Berra I, Curto F, Li Bassi G, Laquerriere P, Baccarelli A, Kolobow T. Antibacterial-coated tracheal tubes cleaned with the Mucus Shaver. A novel method to retain long-term bactericidal activity of coated tracheal tubes. *Intensive Care Med* 2006; 32: 888.

Una oportunidad para los pacientes críticos

Selenase®

muy bien tolerado



reduce el estrés oxidativo
atenuando la respuesta inflamatoria



disminuye el daño endotelial
y la disfunción orgánica



reduce la
mortalidad

Se

SELENASE T SELENIO 50 mcg/ml
Solución inyectable

"...hemos demostrado que los elementos traza y vitaminas como antioxidantes pueden ser capaces de disminuir significativamente la mortalidad y acortar los días de ventilación mecánica. El efecto terapéutico ha demostrado ser más significativo en los pacientes más graves. Los cócteles antioxidantes asociados con el uso de altas dosis de selenio intravenoso optimizan el efecto terapéutico de las diferentes estrategias antioxidantes." ^{1,2}

Referencias: 1. Manzanares W & Heyland DK. Pharmaconutrition with antioxidant micronutrients in the critically ill: The time has come!, Nutrition (2012), doi: 10.1016/j.nut.2012.05.014.
2. Manzanares W, Dhaliwat R, Jiang X, Murch L, Heyland DK. Crit. Care 2012, 16:R66.



LÍNEA BIOL DE CUIDADOS CRÍTICOS

ANTIARRÍTMICO - VASODILATADOR

Adenosina BIOL

ADENOSINA

Ampollas

- Droga de elección en el tratamiento de las Taquicardias Paroxísticas Supraventriculares (TPSV).
- Estudios de perfusión con Talio 201 y estudios de Eco-Stress

ANTIHIPERTENSIVO

Biascor®

LABETALOL CLORHIDRATO

Ampollas / Comprimidos

- Tratamiento de la hipertensión arterial crónica y severa, urgencias y emergencias hipertensivas.
- Manejo de la hipertensión gestacional, preeclampsia y eclampsia.

VASOCONSTRICTOR

Noradrenalina BIOL

NORADRENALINA

Ampollas

- Control de la presión sanguínea en estados hipotensivos agudos.
- Droga de elección en el tratamiento de la hipotensión asociada a Sepsis y Shock Séptico.

AGENTE VASOPRESOR

Novopressina® -V

VASOPRESINA SINTÉTICA 20 UI

Ampollas

- Incluida como droga de elección en los protocolos de Reanimación Cardiopulmonar (FV/TV/AESP/Asistolia), según la AHA (American Heart Association).

GASTERINA®

Octreotida 0,1 mg

- Inhibidor de la hormona de crecimiento y de los péptidos gastrointestinales



CUIDADOS CRÍTICOS



INSTITUTO BIOLÓGICO ARGENTINO S.A.I.C.

Pte. J. E. Uriburu 153 - C1027AAC - C.A. B.A. - Argentina

Tel.: (00 54 11) 4953-7215 - Fax: (00 54 11) 4953-4946

biol@biol.com.ar - www.biol.com.ar