

## Comparativo entre ventilación mecánica selectiva (tubo de doble lumen) y supraselectiva (bloqueador bronquial) en cirugía del paciente con trauma torácico

Dr. Conrado Huerta Millán,\* Dr. José Manuel Lorenzo Silva,† Dr. Rafael Zacarías Allegue,‡  
Dr. Luis Martínez García,‡ Dra. María Isabel Escamilla Llano,‡ Dra. Lesly Guerra Escobar‡

### RESUMEN

El paciente con trauma de tórax que va a ser sometido a cirugía torácica puede requerir durante el transoperatorio que se aisle un pulmón para evitar que el sangrado invada al pulmón contralateral o que la distribución de la ventilación sea separada e individualizada. En la ruptura traqueal o bronqueal y en las fístulas broncopleurales de gasto alto es una indicación absoluta.

La ventilación mecánica selectiva y la supraselectiva son un buen recurso en el manejo del paciente con trauma torácico severo cuyas características deben de ser individualizadas debido a las alteraciones fisiopatológicas desencadenadas por el mismo trauma.

Revisaremos las características de la ventilación mecánica selectiva (tubo de doble lumen) y supraselectiva (bloqueadores bronquiales) en trauma torácico agregando nuestra experiencia en el manejo de este tipo de pacientes en nuestro hospital.

**Palabras clave:** Ventilación selectiva (tubos de doble lumen TDL), ventilación supraselectiva (bloqueador bronqueal BB).

### SUMMARY

*The patient with chest trauma undergoing thoracic surgery could need the isolation of one lung in order to avoid bleeding to invade the contralateral lung or a separated and individualized distribution of the ventilation. It is absolute indication for tracheal or bronchial disruption and for high waste bronchopleural fistula.*

*The selective mechanical ventilation is a good procedure in the management of the patient with severe thoracic trauma, it's characteristics must be individualized because of the physiopathologic alterations caused by the trauma.*

*We will review the characteristics of the lung separation or one lung ventilation in thoracic trauma surgery adding our experience in the management of these patients in our hospital.*

**Key words:** Selective ventilation (double-lumen tubes DLT), supraselective ventilation (bronchial blocker BB).

### INTRODUCCIÓN

La principal causa de trauma a nivel mundial es el accidente automovilístico. En el año 2000, alrededor de 5 millones de personas murieron por lesiones multisistémicas graves y se estima que para el año 2020, 8.4 millones de personas morirán cada

año por este tipo de accidentes. Se considera la tercera causa más común de discapacidad secundaria a accidentes debidos a vehículos automotores.

En la actualidad, las lesiones torácicas y sus complicaciones son causantes directas de 20 a 25% de las muertes debidas a trauma. Cuando existe trauma torácico, hay 25% de muertes por lesiones adicionales. Aproximadamente el 85% de todos los traumas torácicos puede ser manejado sin intervención quirúrgica.<sup>19</sup> Inicialmente su manejo deberá ser con oxígeno suplementario, drenaje intercostal con sonda pleural y sello de agua. Existen 6 tipos de lesiones que amenazan la vida en forma in-

\* Anestesiólogo adscrito.

† Cirujano de Tórax adscrito.

‡ Anestesiólogo asociado.

mediata y además otras 6 lesiones torácicas mayores junto con éstas constituyendo la «docena mortal» del trauma torácico.<sup>20</sup>

#### **Lesiones que amenazan la vida inmediatamente**

- Obstrucción de vías aéreas
- Neumotórax a tensión
- Fístula broncopleural de gasto alto
- Hemotórax masivo
- Tórax inestable
- Tamponade cardiaca

#### **Lesiones que amenazan la vida potencialmente**

- Neumo/hemotórax simple
- Ruptura aórtica
- Ruptura traqueo-bronquial
- Contusión pulmonar
- Lesión cardiaca directa
- Ruptura diafragmática

### **LESIÓN DE LA PARED DEL TÓRAX**

Hasta cierto grado, el tipo y gravedad del traumatismo de la pared del tórax (costillas, esternón y escápula) pueden predecir la posibilidad y gravedad de lesiones internas.<sup>20,25</sup> Como se sabe bien, las fracturas costales suelen causar neumotórax, hemotórax, o ambos, pero, además, tanto la frecuencia como la gravedad de las lesiones viscerales aumentan a medida que es mayor el número de costillas fracturadas; los pacientes con tres o más de ellas tienen mayor posibilidad de lesión hepática y esplénica, mortalidad más alta, calificación de la gravedad de la lesión más elevada y permanencias más prolongadas en la UCI y en el hospital, en comparación de quienes tienen menos fracturas costales. Los traumatizados con fracturas de las costillas inferiores pueden tener una lesión subyacente de bazo o hígado. Atribuir el dolor en esta región a una fractura costal y administrar analgesia puede retrasar el diagnóstico de lesiones que ponen en peligro la vida. Debido a la gran energía necesaria para fracturar la primera costilla en su posición protegida, la lesión de este hueso indica un traumatismo subyacente grave, por lo general de la aorta, vasos subclavios, corazón o vísceras abdominales, pero también maxilofaciales, del cerebro o la médula espinal. De los componentes restantes de la pared torácica, las fracturas escapulares sugieren lesiones graves en otros sitios, en especial corazón y pulmones. Las fracturas del esternón en quienes viajan en un automóvil y llevan colocados los cinturones de se-

guridad, no se acompañan por lo regular de traumatismos importantes de las vísceras torácicas.

Los principios terapéuticos para lesiones de la pared del tórax son similares a los del tórax inestable. Desde luego, es menos probable la necesidad de ventilación mecánica en fracturas de una costilla que en un tórax inestable. Un aspecto prioritario del tratamiento es el alivio efectivo del dolor, de preferencia mediante un anestésico local por vía epidural torácica continua; con opioides, o mixta (opioides y anestésico local)

### **LESIÓN PLEURAL**

Ya se describieron dos lesiones del tórax que ponen en peligro la vida: los neumotórax a tensión y abierto. El neumotórax cerrado sin grandes complicaciones es causado habitualmente por una punción pulmonar de una fractura costal desplazada después de un traumatismo contuso o lesiones punzocortantes o por proyectiles de arma de fuego; la alteración también puede deberse a una perforación traqueobronquial o esofágica y adherencias pleurales crónicas por una afección preexistente. En el caso de proyectiles de arma de fuego o lesiones punzocortantes, en la franja comprendida entre las dos tetillas, se pueden considerar eminentemente quirúrgicas debido a que en esta zona se encuentra el corazón y vasos de grueso calibre, los cuales producen shock hemorrágico.<sup>25</sup>

El diagnóstico definitivo de estas lesiones del tórax y otras se establece con una radiografía simple de tórax, es decir, una placa de rutina obtenida durante la valoración inicial de todas las víctimas de traumatismos. Aunque una placa de pie es la mejor forma de detectar aire pleural, quizá sea imposible o esté contraindicada en esta posición en individuos que sufren una hemorragia mayor o en quienes se sospecha una lesión grave del raquis o cabeza. La radiografía de tórax en posición supina puede detectar la mayor parte de los neumotórax lo bastante grandes para requerir sonda de pleurostomía inmediata. El aire intrapleural libre en pacientes en posición supina tiende a dirigirse a la porción más alta del tórax, que corresponde a los espacios cardiofrénico y costodiafragmático.

Es más probable que el aire en estas regiones se identifique con una radiografía lateral. No obstante, en estas condiciones puede pasarse por alto un neumotórax pequeño. Con este fin, es más segura la TAC de tórax que la radiografía simple y debe efectuarse en pacientes que requieren anestesia ge-

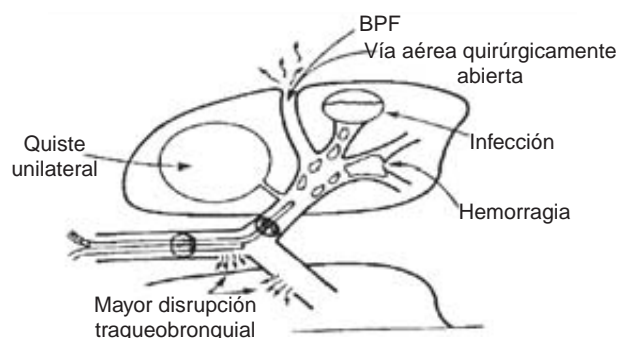
neral o ventilación mecánica después de lesiones por contusión toracoabdominal. Una vez que se diagnostica un neumotórax traumático, sin importar qué tan pequeño sea, debe tratarse mediante drenaje por sonda de pleurostomía. No está indicada una conducta expectante en pacientes que pueden requerir intubación y ventilación con presión positiva intermitente durante la cirugía por lesiones extratorácicas.

Casi todos los hemotórax se deben a hemorragia de vasos intercostales y pueden causar una desviación grave de las vías respiratorias, aunque no es tan común como en un neumotórax. El tratamiento consiste en drenaje con una sonda torácica del 30 o 40 F (para el neumotórax se utilizan del 26 a 32 F). El drenaje inicial de > 1,000 mL de sangre o la acumulación de > 200 mL\*h-1 es una indicación para toracotomía (la sangre que drena del espacio pleural no se coagula). Esta sangre desfibrinada puede reunirse en bolsas que contienen citrato-fosfato-dextrosa y aplicarse nuevamente al paciente (recuperador sanguíneo).<sup>25</sup>

Las indicaciones adicionales para toracotomía son: una imagen radiológica de «pulmón blanco» (radiografía AP de tórax), una fístula broncopleural abierta al exterior de gasto alto, que puede ser además debida a una lesión directa de las vías respiratorias (*figura 1*), y también en el tamponade pericárdico. El paciente con fístula aérea de gasto alto puede ponerse en estado crítico con disminución en la saturación sanguínea severa, lo cual es una indicación absoluta para una ventilación mecánica selectiva con tubos de doble lumen (*figuras 2 y 3*). En ocasiones cuando el estado clínico del paciente nos lo permite, se puede colocar un bloqueador bronquial y a través de él aplicar selladores bronquiales en forma supraselectiva y dar una ventilación mecánica supraselectiva (*figuras 4 y 5*).

### CONTUSIÓN PULMONAR

Desde el punto de vista anatomopatológico, la contusión pulmonar puede describirse como hemorragia y edema intraalveolares ocasionados por un incremento súbito de la presión intraalveolar y ruptura de la interfase alveolocapilar. No es posible predecir la presencia de una contusión pulmonar por la existencia de fracturas costales; tal vez no sea obvia la contusión pulmonar al ingresar el enfermo aunque, por lo general, en el transcurso de las cuatro horas siguientes a lesión comienzan a presentarse signos fisiológicos, clínicos y radiológicos. En todos los



**Figura 1.** Indicaciones absolutas para ventilación de un solo pulmón.



**Figura 2.** Tubos doble lumen ventilación selectiva.



**Figura 3.** Tubo doble lumen con fibroscopio.





*Manejo diferencial de la ventilación con tubo de doble lumen y bloqueador bronquial.*

**Figuras 4 y 5.** Bloqueador bronquial ya colocado.

pacientes con sospecha de traumatismo torácico contuso deben obtenerse GSA (gases sanguíneos arteriales) y una radiografía de tórax al ingresar y varias veces durante el primer día. En cuanto sea posible, la sangre debe extraerse cuando el paciente ha estado respirando aire ambiente durante unos cinco minutos bajo supervisión y con la vigilancia del oxímetro de pulso. Durante la operación de urgencia es necesario repetir con frecuencia los GSA utilizando la misma  $Fi\ O_2$  con el objeto de que puedan compararse los resultados.

El tratamiento inicial incluye intubación traqueal, ventilación mecánica, de preferencia con presión positiva al final de la espiración (PEEP), y aspiración traqueobronquial frecuente. Si el paciente es intubado con tubo de doble lumen se puede dar en cada pulmón PEEP diferente según la severidad del

edema pulmonar. (ventilación mecánica selectiva separada a cada pulmón). Para lo cual tendríamos que emplear dos ventiladores, uno en cada rama del tubo de doble lumen. Es importante eliminar las secreciones de las vías respiratorias; muchos pacientes traumatizados fuman y, por consiguiente, tienen secreciones abundantes que pueden causar taponamiento bronquial y atelectasias si no se eliminan. Es probable que las fracturas costales y la contusión pulmonar incrementen la posibilidad de esta complicación.<sup>20</sup>

## VENTILACIÓN MECÁNICA SELECTIVA Y SUPRASELECTIVA

### Introducción

La ventilación selectiva (VS) y supraselectiva (VSS), puede parecer una técnica sofisticada; se nos ofrece como un recurso terapéutico cuya idea nace de un hecho anatómico: la existencia de dos pulmones. Aunque el aparato respiratorio se considera como una unidad funcional, no hay que olvidar que, por su dualidad puede precisar, en ocasiones, de un soporte ventilatorio individualizado.<sup>1</sup>

La ventilación supraselectiva ofrece bloquear y ventilar en forma individual un lóbulo o segmento pulmonar.

En el paciente con trauma torácico además de las indicaciones relativas para ventilación de un solo pulmón que obedecen a la comodidad del cirujano, para intervenir quirúrgicamente.

Pueden presentarse indicaciones absolutas (figura 1), desde su ingreso a la UCI y antes de pasar al paciente a la unidad quirúrgica, para ser intervenido: La contusión pulmonar produce fuga de líquido del espacio intravascular originando diferentes grados de edema según el grado de contusión, lo que ocasiona desaturación de  $O_2$  en ocasiones severa, obligando a la administración de PEEP (presión positiva expiratoria final) en forma selectiva a cada pulmón.

Otras situaciones absolutas para ventilación de un solo pulmón en el paciente con trauma torácico en el transoperatorio son: Que exista la necesidad de ocluir la vía aérea en el transoperatorio, la presencia de una fístula broncopulmonar de gasto alto, la existencia de hemorragia bronquial masiva o de una gran ruptura bronquial y/o traqueal. Tardíamente puede ser que se forme un absceso y/o quiste que requiere como indicación absoluta, la ventilación de un solo pulmón en la unidad quirúrgica.<sup>2</sup>

En el transoperatorio puede que se resuelva la causa que nos llevó a aislar un pulmón mientras existía la urgencia ventilatoria; pero, la contusión pulmonar severa, produce áreas más contundidas que otras e inclusive es factible se desencadene un síndrome de distress respiratorio, lo que obliga en el postoperatorio inmediato a practicar ventilación mecánica selectiva con diferentes grados de PEEP según las necesidades pulmonares. Por último, en el paciente que previo al trauma torácico, tenía una patología pulmonar obstructiva, esta última se puede exacerbar con la necesidad de aplicar ventilación mecánica selectiva en el postoperatorio.<sup>3</sup>

En resumen, la ventilación mecánica selectiva (VS) y supraselectiva (VSS) con bloqueador bronquial usando tubos de doble lumen, está indicada cuando un pulmón puede contaminar el otro pulmón o cuando la distribución de la ventilación debe ser separada.

#### FISIOLOGÍA DE LA VENTILACIÓN DE UN PULMÓN (FIGURA 6).

A. Comparación de la oxigenación y eliminación de  $\text{CO}_2$  arterial durante la ventilación a dos pulmones *versus* un pulmón.

El equilibrio de la V y Q está comprometido durante la ventilación a dos pulmones en el paciente relajado, anestesiado, con el tórax abierto en decúbito lateral. La razón para este desequilibrio V/Q es la relativa buena ventilación, pero, mala perfusión del pulmón superior y la mala ventilación y buena perfusión del pulmón inferior. La distribución del flujo sanguíneo está principalmente determinada por efectos gravitacionales. La relativa buena ventilación del pulmón superior se ha visto que está causada, en parte, por el tórax abierto y la relajación. La relativa mala ventilación del pulmón inferior está causada, en parte, por la pérdida de volumen pulmonar con la anes-

tesia general y por la compresión del pulmón inferior por el mediastino, contenido abdominal y el efecto compresivo de la posición inadecuada. La compresión del pulmón inferior puede desarrollar un comportamiento de cortocircuito. Consecuentemente, la ventilación a dos pulmones bajo estas circunstancias, puede resultar en una  $\text{DaO}_2$  mayor, comprometiendo la oxigenación.

Sin embargo, si el pulmón superior no está ventilado, como sucede en la ventilación a un solo pulmón, cualquier flujo sanguíneo al pulmón no ventilado será flujo de cortocircuito, además del cortocircuito que pueda existir en el pulmón inferior. Así, la ventilación de un pulmón crea un cortocircuito obligatorio transpulmonar derecha-izquierda, a través del pulmón no ventilado superior. Consecuentemente, es posible que ante la misma  $\text{FiO}_2$  y estado hemodinámico y metabólico en la ventilación a un pulmón, exista mayor  $\text{DaO}_2$  y menor  $\text{PaO}_2$  que en la ventilación a dos pulmones.

La ventilación a un pulmón tiene mucho menos efecto sobre la  $\text{PaCO}_2$ ; comparado su efecto con la  $\text{PaO}_2$ , el pulmón ventilado puede eliminar el  $\text{CO}_2$  compensando al pulmón no ventilado y la  $\text{PaCO}_2$  disminuye; sin embargo, el pulmón ventilado no puede captar suficiente  $\text{O}_2$  para compensar el pulmón no ventilado y la  $\text{DaO}_2$  es severa.

Cuando hay un trauma torácico importante, se origina obstrucción de la ventilación por sangre, secreciones o ruptura traqueal y/o bronqueal. Si existe una fístula broncopleuraleal con fuga de gasto alto, origina una  $\text{DaO}_2$  severa y pone en condiciones críticas al paciente, al grado de tener que instalar un tubo de doble lumen y ventilación mecánica selectiva previo a la cirugía.<sup>5</sup>

#### B. DISTRIBUCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO DURANTE LA VENTILACIÓN DE UN PULMÓN

##### 1. Flujo sanguíneo al pulmón superior no ventilado.

Los mecanismos pasivos mecánicos que disminuyen el flujo sanguíneo al pulmón superior son: efecto gravitacional, interferencia quirúrgica con el flujo sanguíneo, severidad de patología preexistente y los diferentes grados de contusión pulmonar con edema y destrucción de parénquima pulmonar. Existe evidencia actual que en el parénquima traumatizado, se libera P6 vasodilatadora, la que origina edema, el cual interfiere en el intercambio gaseoso.

##### 2. Flujo sanguíneo al pulmón inferior ventilado.

El pulmón inferior usualmente tiene una cantidad mayor de flujo sanguíneo debido a los efectos de

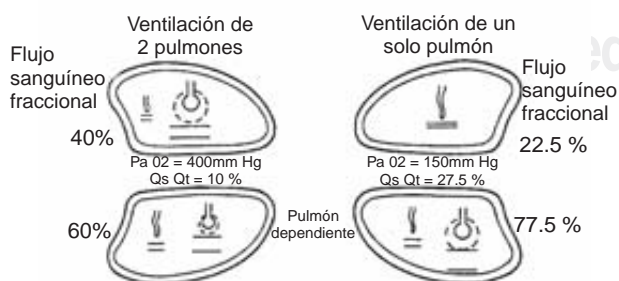


Figura 6.

gravedad y efectos vasoconstrictores del pulmón superior activo.

El flujo puede limitarse al pulmón inferior por la compresión debido a los factores ya mencionados por la posición de decúbito lateral, además puede tener un grado, aunque menor, de trauma que disminuya el flujo a estas zonas.<sup>6</sup>

### VASOCONSTRICCIÓN PULMONAR HIPÓXICA (VPH)

La reducción más significativa en el flujo sanguíneo a un pulmón es un mecanismo vasoconstrictor activo. La hipoxia origina una respuesta de los vasos pulmonares aumentando las resistencias vasculares y derivando flujo a las zonas normóxicas e hiperoxías. La derivación de este flujo minimiza la cantidad de flujo de cortocircuito que circula a través del pulmón hipóxico.<sup>6</sup>

### FACTORES QUE AFECTAN LA OXIGENACIÓN DURANTE LA VENTILACIÓN DE UN SOLO PULMÓN

- La vasoconstricción pulmonar hipóxica VPH ofrece grandes beneficios cuando el 30 ó 70% del pulmón está hipóxico.
- Una gran cantidad de vasodilatadores inhiben la VPH. Se han hecho estudios específicos sobre: nitroglicerina, nitroprusiato, dobutamina, antagonistas del calcio y algunos antagonistas B2.
- Drogas anestésicas: El halotano ha demostrado inhibición de la VPH. El óxido nítrico ha demostrado no tener ningún efecto sobre la VPH.
- Incremento de la presión vascular pulmonar: La estenosis mitral, insuficiencia mitral, incremento de la postcarga y la embolia pulmonar, pueden incrementar la presión vascular pulmonar.
- Las drogas vasoconstrictoras, por ejemplo: dopamina, epinefrina, fenilefrina... producen vasoconstricción de los vasos de las áreas normóxicas, neutralizando el mecanismo de la VPH.
- La hipocapnea ha demostrado una inhibición directa sobre la VPH. Sin embargo el pulmón inferior sólo debe ser hiperventilado cuando haya un aumento de presión en la vía aérea que aumente las resistencias vasculares pulmonares.<sup>7</sup>
- El trauma libera prostaglandinas vasodilatadores (edema pulmonar).
- En el pulmón ventilado o dependiente, las causas pueden aumentar la VPH con fracciones bajas de oxígeno inspirado e hipotermia.

- La exposición a concentraciones altas de oxígeno al pulmón dependiente o ventilado por tiempos prolongados, al igual que la posición de decúbito lateral, pueden originar atelectacias con áreas hipóxicas.<sup>8</sup>

### CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS

El paciente con trauma torácico severo debe ser intubado inmediatamente y ventilado con oxígeno al 100%. Si un tubo de doble lumen o bloqueador bronquial no está disponible o no es posible colocarlo se puede aplicar ventilación selectiva al pulmón derecho avanzando el tubo endotraqueal estándar dentro del bronquio derecho un cm ( $30 \pm 1.1$  cm) hasta que los ruidos respiratorios del pulmón izquierdo desaparezcan. Desafortunadamente el lóbulo superior derecho queda ocluido casi en el 100% de los casos. En cuanto sea posible se colocara un tubo de doble lumen o bloqueador bronquial según sea el caso.

Debe canalizarse con varios catéteres intravenosos de calibre grueso 14 F y reponer volumen inmediatamente. Tan pronto como se palpe el pulso, una línea arterial se colocará por medición de la presión arterial directa y reposición de sangre previas pruebas cruzadas. En la medida en que el volumen sea repuesto, un catéter central se colocará para medición de la PVC. Si el caso lo requiere, por manejo de grandes cantidades de volumen se colocará catéter de Swan Gans para medición de presiones pulmonares y gasto cardiaco por termodilución; en estos casos el uso de autotransfusión deberá ser considerado (recuperador sanguíneo).

### TUBOS ENDOTRAQUEALES DE DOBLE LUMEN

Existen muchos tipos de tubos de doble lumen: Tipo Carlens, White, Bryce-Smith y Robert Shaw. Todos tienen doble lumen; uno termina en la tráquea y el otro en el bronquio derecho o izquierdo, según sea el caso. El de Carlens es un tubo derecho o izquierdo con una lengüeta a nivel de la Carina. El de White es esencialmente como el derecho de Carlens. El Bryce-Smith, carece de lengüeta a nivel de la Carina y en la versión derecha, el globo tiene un orificio para que el lóbulo superior sea ventilado.

El tubo tipo Robert Shaw moderno, es un tubo plástico desechable en versiones derecha e izquierda. Carece de lengüeta en la Carina y ofrece más baja resistencia al flujo de aire que otros. El tubo se encuentra en las siguientes medidas: 41, 39, 37, 35

y 28 french, lo que corresponde al diámetro interno de 6.5, 6, 5.5, 5 y 4.5 mm respectivamente. Los dos globos son de alto volumen y baja presión con el globo de la rama bronquial coloreado en azul brillante. En la versión derecha, el globo presenta un orificio que se adapta al lóbulo superior para que éste sea ventilado en forma adecuada. Finalmente, esta versión cuenta en la porción final de ambos lúmenes con una línea radio-opaca para detectar su correcta colocación.<sup>9</sup>

El tubo de doble lumen izquierdo, puede ser usado en la mayoría de los procedimientos torácicos que requieren ventilación de un solo pulmón. Cuando la cirugía es del lado izquierdo, la porción del tubo que queda dentro del bronquio izquierdo debe ser retirada hacia la tráquea antes de que el bronquio izquierdo sea clampeado y se debe continuar la ventilación a través de los dos lúmenes ventilando el pulmón derecho.

Contrariamente, en el tubo del lado derecho puede ser que el orificio del globo bronquial quede ocluido al no coincidir con el bronquio del lóbulo apical derecho; por lo anterior, la intubación con tubo de doble lumen derecho tiene un riesgo alto de colapso del lóbulo apical derecho e hipoventilación.

Las contraindicaciones para colocar un tubo de doble lumen izquierdo son: lesiones de la Carina y bronquio principal izquierdo. Excepto en estas contraindicaciones, se prefiere, cuando sea posible, la colocación de un tubo de doble lumen izquierdo.

### TÉCNICA DE COLOCACIÓN DEL TUBO DE DOBLE LUMEN

#### Colocación del tubo de doble lumen

- Revise la historia. Examinar al paciente para saber las condiciones que puedan afectar la elección del tubo o que puedan requerir técnicas especiales de intubación.
- Cheque ambos globos (el globo bronquial usualmente requiere menos de 3 mL de aire).
- Considere proteger los globos en la intubación con un protector para dientes e ínflelos con aire.
- La hoja de Macintosh se prefiere porque se adapta a la curvatura natural de los tubos.
- El tubo tipo Robert Shaw, se pasa a través de la laringe con la curvatura distal cóncava colocada anteriormente.
- Una vez pasadas las cuerdas vocales, se retira el estilete y el tubo se rota 90 grados hacia el lado apropiado.<sup>10,24</sup>

Después de la intubación, el anestesiólogo checará en forma rutinaria que esté colocado correctamente. Esto se lleva a cabo en forma clínica, usando fibrobroncoscopio o con una radiografía de tórax. En el 48% de los casos existen datos clínicos de malposición. Por esta razón, la fibrobroncoscopia está indicada para confirmar una posición correcta.

La posición del tubo debe ser reconfirmada cuando el paciente sea cambiado de posición.

Con la flexión de la cabeza, el tubo puede avanzar, resultando que la rama traqueal se desplace hacia el bronquio o que el orificio del lóbulo superior se obstruya. La extensión puede traer como consecuencia una decanulación bronquial.

Además, la manipulación transoperatoria puede cambiar de lugar el tubo.

Las complicaciones en la colocación del tubo de doble lumen son: malposición, ruptura del árbol traqueobronquial, laringitis traumática y suturar el tubo de doble lumen a una estructura intratorácica. La mayoría de estas complicaciones tiene que ver con el uso de los tubos de Carlens y pueden ser evitadas checando la posición del tubo, seleccionando la medida apropiada de éste, poniendo atención al inflado de los globos, especial cuidado al cambiar posición del paciente y precaución en los pacientes con anomalías en las paredes bronquiales.<sup>11,22</sup>

### COLOCACIÓN DE BLOQUEADORES BRONQUIALES (FIGURAS 7 Y 8)

Se realiza con fibroscopio por uno de los canales de entrada y por el otro el bloqueador bronquial, el cual tiene una asa en la punta la cual es atravesada



**Figura 7.** Uso de fibroscopio y bloqueador bronquial.





**Figura 8.** Colocación de bloqueador bronquial.

da por el fibroscopio, se desliza éste hasta el bronquio o bronquiolo en el cual se quiere colocar y posteriormente se desliza hacia ese sitio el bloqueador bronquial dejando el globo de la punta colocado exactamente en su sitio. Existen bloqueadores bronquiales de diferentes calibres con globo esférico y globo elíptico en la punta, dependiendo del bronquio o bronquiolo en que se quiera dejar colocado.<sup>23-26</sup>

#### MANEJO PULMONAR TRANSOPERATORIO DE LA VENTILACIÓN DE UN SOLO PULMÓN

Los pulmones son ventilados con presión positiva intermitente durante la inducción de la anestesia, antes y después de la inserción del tubo endotraqueal de doble lumen, durante la posición del paciente en decúbito lateral y durante la incisión de la pared torácica. Una vez que se ha incidido la pleura, es útil para el cirujano colapsar el pulmón.

En el paciente con trauma torácico severo, los diferentes grados de contusión pulmonar hacen que muchas de las veces requieran de aplicar diferentes grados de PEEP antes de su ingreso a la unidad quirúrgica, pero el manejo convencional que a continuación se expondrá provee de una adecuada oxigenación arterial durante la ventilación de un solo pulmón.<sup>12</sup>

En el paciente que tiene una ruptura traqueal y/o bronquial y aquel que presenta una fístula bronco-pleural o abierta al exterior de gasto alto, la intubación con tubo de doble lumen o bloqueador bronquial se debe hacer utilizando el fibrobroncoscopio para que quede correctamente colocado y se debe

iniciar la exclusión del pulmón con la fuga; si la ruptura es traqueal, el globo del tubo de doble lumen y bloqueador bronquial debe sobrepasar el sitio de ruptura de ser posible.

Si existe un sangrado pulmonar agudo o en forma crónica, la presencia de un absceso y/o colección purulenta, el pulmón se debe aislar antes de poner al paciente en decúbito lateral ya que existe el riesgo de que el pulmón contralateral se contamine con material purulento y se obstruya con sangre originando mayor  $DaO_2$  e hipoxemia.<sup>13</sup>

#### MANEJO TRADICIONAL DE LA VENTILACIÓN DE UN SOLO PULMÓN

El manejo inicial de la ventilación de un pulmón está basado en la distribución del flujo sanguíneo durante el acto quirúrgico. Debido a que en la ventilación de un solo pulmón tiene el riesgo alto de causar hipoxemia sistémica, es importante que la ventilación del pulmón inferior se maneje en forma óptima; empleando una  $FiO_2$ , VC, FR y PEEP más apropiados en el pulmón inferior.

##### A. CONCENTRACIÓN DE $O_2$ INSPIRADO

Aunque las posibilidades teóricas de atelectasias por absorción y toxicidad por oxígeno existen, los beneficios de ventilar el pulmón inferior con  $O_2$  al 100% exceden grandemente a los riesgos. Una  $FiO_2$  alta en el pulmón inferior puede aumentar críticamente la  $PaO_2$  de niveles arritmogénicos amenazantes para la vida a niveles más seguros. Además, una  $FiO_2$  alta en el pulmón inferior causará vasodilatación; por lo tanto, incrementará la capacidad del pulmón inferior de aceptar la redistribución del flujo sanguíneo debido a la VPH del pulmón superior. La toxicidad química directa debida al 100% de  $O_2$  no ocurre durante el tiempo del periodo quirúrgico, y las atelectasias por reabsorción en el pulmón inferior raramente ocurren en vista de las características del manejo de la ventilación del pulmón inferior (moderadamente grandes VC con presión positiva intermitente, bajos niveles de PEEP). Aunque no se ha estudiado con anterioridad la ventilación de un pulmón, el uso de una  $FiO_2$  en el pulmón inferior de 80-90% puede ser ideal en vista del hecho de que una  $FiN_2$  de 10-20% grandemente reduce la posibilidad de atelectasias por absorción (por permitir que algo de nitrógeno mantenga abiertas las regiones de bajo VQ), mientras que una reducción en la  $FiO_2$  de 10-20% (desde



100%) probablemente causará sólo una pequeña disminución en la  $\text{PaO}_2$ .

### B. VOLUMEN CORRIENTE (VC)

El pulmón inferior debe ser ventilado con un VC de 10 mL/kg. El uso de un VC menor puede promover atelectasias. El uso de VC mayores puede aumentar excesivamente la presión en la vía aérea del pulmón inferior y la RVP, incrementando el flujo sanguíneo al pulmón superior (disminuyendo la VPH del pulmón superior).

Un VC de 10 mL/kg al pulmón inferior representa un volumen que está en la media del rango de VC (8-15 mL/kg) que pueden encontrarse que no afectan grandemente la oxigenación arterial durante la ventilación de un pulmón. El VC del pulmón inferior se cambió sistemáticamente de 8-15 mL/kg durante la ventilación de un solo pulmón y se ha demostrado que tiene un impacto impredecible, pero no de importancia sobre la oxigenación arterial.

### C. FRECUENCIA RESPIRATORIA (FR).

La frecuencia respiratoria debe prefijarse de tal forma que la  $\text{PaCO}_2$  permanezca en 40 mmHg. Dado que el VC del pulmón inferior de 10 mL/kg, repre-

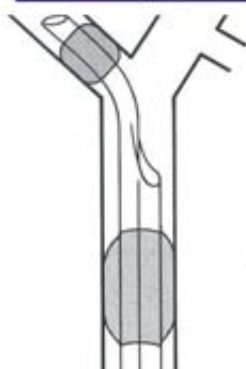
senta un 20% de disminución del VC usual de los dos pulmones de 12 mL/kg, la FR usualmente necesitará aumentarse un 20% para mantener la homeostasis del  $\text{CO}_2$ . La relación entre VC disminuido y aumento en la FR da usualmente un VM constante; aunque la ventilación y la perfusión son considerablemente desiguales durante la ventilación de un pulmón, una VM sin cambios durante la ventilación de un pulmón (comparada con la ventilación de 2 pulmones) puede continuar eliminando una cantidad normal de  $\text{CO}_2$  a causa de la alta difusibilidad del mismo. De hecho, la disminución del VM aproximadamente a la mitad (VC reducido de 15 a 8 mL/kg mientras la FR se mantiene constante) tiene poco efecto sobre la  $\text{PaCO}_2$ . La hipocapnia debe evitarse debido a que cuando es excesiva puede aumentar las RVP en el pulmón inferior. Además, la hipocapnia puede directamente inhibir la VPH en el pulmón superior.<sup>14</sup>

### D. PEEP EN EL PULMÓN INFERIOR (PRESIÓN POSITIVA ESPIRATORIA FINAL)

Inicialmente no debe usarse, o sólo a niveles muy bajos (PEEP menor de 5 cm de  $\text{H}_2\text{O}$ ) en el pulmón inferior ya que puede provocar aumento en las RVP en el pulmón inferior innecesariamente.

Independiente Independiente

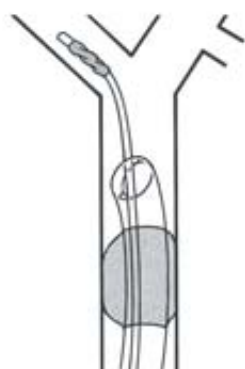
Colapsado	Colapsado
VPPI	VPPI
Suspiro	Suspiro
CPAP	CPAP
VAE	VAE
Succión	Succión
PEEP	PEEP
Pulmón operado	Pulmón no operado



Tubo de doble lumen

Bilateral

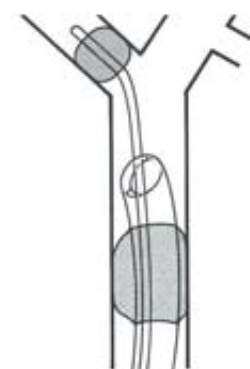
--	--
VPPI	VPPI
Suspiro	Suspiro
--	--
--	--
PEEP	PEEP
Pulmón operado	Pulmón no operado



Bloqueador Bronquial desinflado

Independiente Independiente

Colapsado	--
VPPI	VPPI
Suspiro	Suspiro
CPAP	CPAP
VAE	VAE
--	Succión
--	PEEP
Pulmón operado	Pulmón no operado



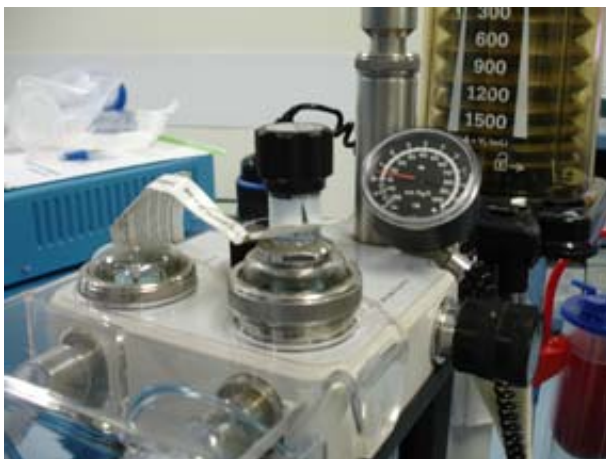
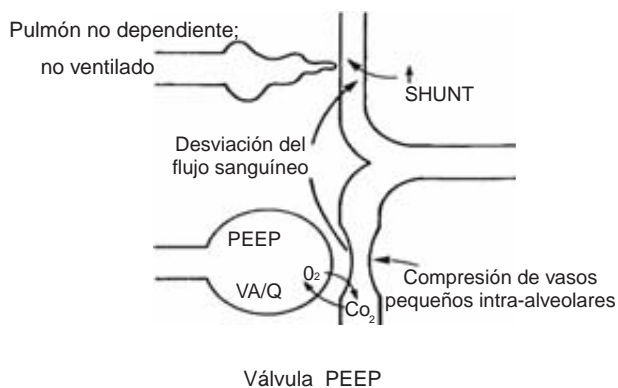
Bloqueador Bronquial inflado

*Manejo diferencial de la ventilación con tubo de doble lumen y bloqueador bronquial.*

En resumen, al comienzo de la ventilación de un pulmón, el  $O_2$  al 100%, un VC de 10 mL/kg y un incremento del 20% en la FR pueden ser útiles como valores iniciales en la ventilación. La ventilación y la oxigenación arterial se monitorizan con gases arteriales seriados,  $etCO_2$  y pulsooximetría o tensiones transcutáneas. Si hay un problema con la ventilación u oxigenación arterial, una de las técnicas de manejo pulmonar habituales se usará como recurso adicional.

#### IV. MANEJO HABITUAL DE LA VENTILACIÓN DE UN SOLO PULMÓN

a) PEEP (*figura 9*) selectivo al pulmón inferior. Dado que el pulmón inferior, el cual está siendo ventilado, a menudo tiene un volumen pulmonar disminuido durante la ventilación a un solo pulmón, no nos sorprendería encontrar una saturación de oxígeno inadecuada y tener que emplear PEEP, el cual es conocido porque su mecanismo tiene efectos bené-

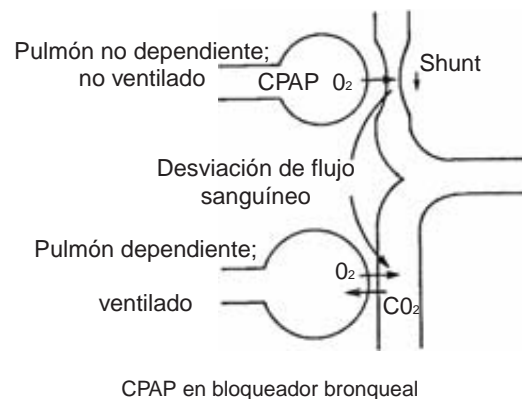


**Figura 9.** Ventilación de un solo pulmón: PEEP en el pulmón dependiente.

ficos debido a que aumenta el volumen corriente al final de la espiración, contribuyendo a aumentar la capacidad funcional residual CFR. El incremento de la CFR aumenta el aporte alveolar de oxígeno a los alvéolos y vías aéreas durante la inspiración. Los incrementos en el volumen pulmonar y la apertura de alvéolos y vías aéreas resulta en aumentos en la distensibilidad pulmonar, ventilación y relación V/Q del pulmón ventilado.<sup>15</sup>

En resumen, el efecto del PEEP sobre el pulmón inferior y la oxigenación arterial es debido a dos efectos opuestos: un efecto positivo que es el de la CFR que aumenta en el pulmón inferior y un efecto negativo que es debido a un incremento en la RVP del mismo pulmón, el cual origina un flujo sanguíneo de cortocircuito al pulmón no ventilado.

b) CPAP (PRESIÓN POSITIVA CONTINUA) (*figura 10*) selectiva al pulmón superior. Una presión positiva continua puede ser aplicada en forma selectiva al pulmón superior. Bajo estas condiciones,

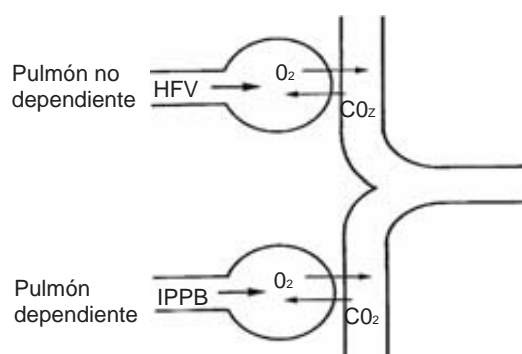


**Figura 10.** Ventilación de un solo pulmón: CPAP en el pulmón no dependiente.

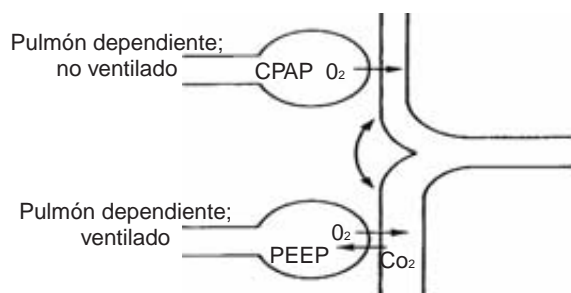
el pulmón superior estará leve y constantemente distendido por un flujo de oxígeno. Se ha demostrado que niveles bajos de CPAP simplemente mantienen expandidas las vías aéreas del pulmón superior, permitiendo que una pequeña cantidad de oxígeno distienda el espacio de intercambio gaseoso en el pulmón superior, sin afectar significativamente las resistencias vasculares pulmonares por compresión. Está demostrado que 5-10 cm de  $H_2O$  de CPAP no interfieren con la realización de la cirugía, facilitando la disección intralobar. El efecto benéfico de 5 a 10 cm de  $H_2O$  de CPAP al pulmón superior, de aumentar la superficie de intercambio de oxígeno, se suma a otro efecto benéfico que es el de derivar un volumen sanguíneo de sitios no oxigenados del pulmón superior al pulmón inferior que está siendo ventilado.<sup>16</sup>

### C) USO DE PEEP Y CPAP (FIGURA 11) COMBINADO

Analizando las consideraciones antes mencionadas en relación al PEEP y al CPAP, parece ser que el mecanismo ideal para mejorar la oxigenación du-



**Figura 11.** Ventilación de alta frecuencia en el pulmón no dependiente.



**Figura 12.** Ventilación de un solo pulmón: CPAP/PEEP pulmonar diferencial.

rante la ventilación de un pulmón, es aplicar en forma combinada PEEP y CPAP. De esta manera, el pulmón ventilado (inferior) que está recibiendo PEEP mejora el volumen pulmonar y la relación V/Q. Simultáneamente, el pulmón no ventilado (superior) recibe CPAP mejorando el intercambio de oxígeno a través de los alvéolos distendidos. Por lo tanto, usando PEEP/CPAP combinado, no existe problema de a dónde se dirija el flujo sanguíneo durante la ventilación de un solo pulmón. Ya sea que se dirija al pulmón ventilado o al no ventilado, todo el flujo participará en el intercambio gaseoso a nivel alveolar, ya que éstos se encuentran expandidos con oxígeno. Está comprobado que la oxigenación arterial aumenta significativamente en los pacientes en los que se está efectuando toracotomía en la posición de decúbito lateral, cuando el PEEP se agrega al pulmón inferior ventilado y el CPAP al pulmón superior colapsado.<sup>17</sup>

### d) Ventilación de alta frecuencia (Ventilación JET) (figura 12) selectiva al pulmón no ventilado

La aplicación de CPAP selectivo al pulmón superior ha demostrado, en comparación a la aplicación de ventilación de alta frecuencia al mismo pulmón, que no tiene una diferencia significativa en los resultados obtenidos en la oxigenación arterial. Dado que el mismo incremento en la oxigenación arterial se puede obtener con CPAP y debido a que el equipo utilizado con la ventilación de frecuencia alta es más complejo, es más lógico usar CPAP que ventilación de frecuencia alta para mejorar la oxigenación arterial durante la ventilación a un pulmón.

Sin embargo, existen dos indicaciones que son selectivas para el uso de la ventilación de alta frecuencia al pulmón superior y presión positiva intermitente al pulmón inferior: la primera es si el pulmón superior tiene una fístula broncopleurales, ya que la ventilación de alta frecuencia minimiza la fuga de la vía aérea. La segunda indicación es en cirugía prolongada en la cual se está interviniendo sobre la vía aérea para repararla; la ventilación de frecuencia alta nos permite que un catéter delgado pase a través del campo quirúrgico en el que se está reparando la vía aérea.<sup>18</sup>

### V. RESUMEN DEL MANEJO HABITUAL DE LA VENTILACIÓN DE UN SOLO PULMÓN

La ventilación de dos pulmones se mantiene lo más posible (usualmente hasta que la pleura se abre). Al

inicio de la ventilación de un solo pulmón se comienza con un VC de 10 mL/kg y la FR se ajusta para que la  $\text{PaCO}_2$  sea igual a no más de 40 mmHg. Una  $\text{FiO}_2$  alta (80 a 100%), y se monitorizan gases arteriales en forma seriada.

Si se presenta hipoxemia severa después de este planteamiento convencional, se deben descartar dos causas: malposición del tubo de doble lumen y mal estado hemodinámico. Si el tubo está bien colocado y el estado hemodinámico es satisfactorio, se hacen los ajustes en el VC y la FR. Si estas maniobras simples no resuelven rápidamente el problema, se pondrá en práctica CPAP selectivo al pulmón superior y PEEP al pulmón inferior. Se iniciará con 5 cm de  $\text{H}_2\text{O}$  de CPAP al pulmón superior; si esto no corrige, la saturación de oxígeno, 5 cm de  $\text{H}_2\text{O}$  de PEEP al pulmón ventilado será el siguiente paso a seguir. Aumento gradual de 5 en 5 cm de  $\text{H}_2\text{O}$  de PEEP y CPAP al pulmón superior e inferior se intentarán para buscar la mayor distensibilidad y el menor SHUNT derecha-izquierda en un intento por encontrar el PEEP óptimo que mejore la saturación sanguínea.

Si la hipoxemia severa continúa a pesar de la aplicación de CPAP/PEEP, lo cual es extremadamente raro, debe recordarse que el pulmón superior puede ser intermitentemente ventilado con presión positiva con oxígeno al 100% como un recurso para corregir la  $\text{DaO}_2$ . La mayor parte del desequilibrio de la V/Q se corrige cuando se realiza la neumonectomía practicando ligadura de la arteria pulmonar del pulmón no ventilado tan pronto como sea posible, esta maniobra, elimina el flujo de SHUNT a través del pulmón no ventilado. Además, el pinzamiento de la arteria pulmonar del pulmón colapsado restaura la  $\text{PaO}_2$  a niveles normales.

### CONCLUSIÓN

El trauma torácico libera P6 vasodilatadora, provocando diferentes grados de edema en relación a la intensidad del trauma. Produce destrucción del parénquima pulmonar y fuga de aire que puede poner en condiciones críticas al paciente. Las alteraciones fisiopatológicas son específicas y requieren un manejo individualizado. La ventilación mecánica selectiva con tubos de doble lumen y supraselectiva con bloqueadores bronquiales, son un recurso muy útil que tiene sus características propias en el paciente con trauma torácico severo.

En terapia intensiva poder dar diferentes grados de PEEP a cada pulmón con dos ventiladores co-



**Figura 13.**

nectados a cada una de las ramas del tubo de doble lumen en el pulmón con diferentes grados de contusión mejora la saturación y se le puede dar al paciente un manejo integral (figura 13).

### BIBLIOGRAFÍA

1. Smith GB, Hirsch NP, Ehrenwerth J. Placement of double lumen endobronchial tubes. *British Journal of Anaesthesia* 1986;58:1317-20.
2. Hurford WE, Alfille PH, Balun MT, Behringer E, Cullen DJ, Haspel K, Wilson RS, Zapol WM. Placement and complications of double lumen endotracheal tubes. *Anesthesia and Analgesia* 1992;74:S141.
3. Saito S, Dohi, Naito H. Alteration of double lumen endobronchial tube position by flexion and extension of the neck. *Anesthesiology* 1985;62:696-7.
4. Brodsky JB, Shulman MS, Mark JBD. Malposition of left-sided double lumen endobronchial tubes. *Anesthesiology* 1985;62:667-9.
5. Simon BA, Hurford WE, Alfille PH, Haspel K, Behringer EC. An aid in the diagnosis of malpositioned double lumen tubes. *Anesthesiology* 1992;76:862-3.
6. Larson A, Malmkvist G, Werner O. Variations in lung volume and compliance during pulmonary surgery. *British Journal of Anaesthesia* 1987;59:585-91.
7. Alliaume B, Coddens J, Deloof T. Reability of auscultation in positioning double-lumen endobronchial tubes. *Can J Anaesth* 1992;39:687-90.
8. Cohen JA, Denisco RA, Richards TS, Staples DE, Roberts AJ. Hazardous placement of a Roberts haw type endobronchial tubes. *Anesth Analg* 1986;65:100-1.
9. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. *Anesthesiology* 1991;75:1087-110.
10. Lfery DD, Benumof JL, Trousdale FR. Improving oxygenation during one-lung ventilation: Effects of PEEP and blood flow restriction to the nonventilated lung. *Anesthesiology* 1981;55:381-5.
11. Caplan LM, Turndorf H, Chandrakant P, Ramanathan S, Acinapura A, Sharon J. Optimization of arterial oxygenation during one-lung anesthesia. *Anesth Analg* 1980;59:847-51.



12. Slinger P, Triolet W, Wilson J. Improving arterial oxygenation during one lung ventilation. *Anesthesiology* 1988;68:291-5.
13. Benumof JL, Patridg. Margin of safety in positioning modern endobronchial tubes. *Anesthesiology* 1987;67:729-38.
14. Burton NA, Fall SM. Rupture of the left mainstream bronchus with polyvinyl chloride double lumen tubes. *Chest* 1983;83:928-9.
15. Warner DL, Gammaage GW. Tracheal rupture following the insertion of a disposable double lumen endotracheal tube. *Anesthesiology* 1985;63:698-700.
16. Copley M, Kidd JI. Endobronchial cuff pressures. *British Journal of Anaesthesia* 1993;70:576-8.
17. Brodsky JB. Bronchial cuff pressures of double lumen tubes. *Anesth Analg* 1989;69:608-10.
18. Stow PJ, Grant I. Asynchronous independent lung ventilation. *Anaesthesia* 1985;40:163-6.
19. Murria CJ, López AD. Mortality by cause for eight regions of the World: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 1997;349:1269-76.
20. *National Highway Traffic Safety Administration*. Effectiveness of occupant protection systems and their use: third report to Congress. Washington DC: US Department of Transportation, December, 1996.
21. Conacher ID. A coaxial technique for facilitating one-lung ventilation. *Anesthesia* 1991;46(5):400-3.
22. Cowley RA, Turney SZ, Hankins JR et al. Rupture of thoracic aorta caused by blunt trauma: a fifteen years experience. *J Thorac Cardiovascular Surg* 1990;100:652.
23. McGillivray RG. Evaluation of a new tracheal tube with a movable bronchus blocker. *Anesthesia* 1998;43(8):687-9.
24. Campos JH. Effects on oxygenation during selective lobar versus total lung collapse with or without continuous positive airway pressure. *Anesth Analg* 1997;85:583-6.
25. Campos JH, Ledet C, Moyers JR. Improvement of arterial oxygen saturation with selective lobar bronchial block during hemorrhage in a patient with previous contralateral lobectomy. *Anesth Analg* 1995;81:1095-6.
26. Otruba Z, Oxorn D. Lobar bronchial blockade in bronchopleural fistula. *Can J Anaesth* 1992;39:176-8.
27. Carron H, Hill S. Anesthetic management of lobectomy for massive pulmonary hemorrhage. *Anesthesiology* 1972;37:658-9.

Correspondencia:  
Dr. Conrado Huerta Millán  
Xicoténcatl Núm. 104 interior 27  
Colonia Del Carmen, Coyoacán 04100  
México, D. F. Teléfono 56 04 38 14  
Correo electrónico:  
conradohuertamillan@yahoo.com.mx