

Ventilación mecánica selectiva (de un pulmón) en cirugía del paciente con trauma torácico

*Conrado Huerta Millán, **Fernando Prado Placencia, **Laura Ortiz Silva

RESUMEN

El paciente con trauma de pecho que va a ser sometido a cirugía torácica puede requerir durante el transoperatorio que se aislé un pulmón para evitar contaminación o que la distribución de la ventilación sea separada e individualizada. La ventilación mecánica selectiva es 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 (de un pulmón) en trauma torácico agregando nuestra experiencia en el manejo de éste tipo de pacientes en nuestro hospital. (*Rev Mex Anest 1998; 21:129-137*)

Palabras Clave: Ventilación pulmonar selectiva, trauma torácico, patología pulmonar asimétrica.

ABSTRACT

Selective Mechanical Ventilation (one lung) in the Surgery of Chest Trauma. The patient with chest trauma undergoing thoracic surgery could need the isolation of one lung in order to avoid contamination or a separated and individualized distribution of the ventilation. The selective mechanical ventilation is a good procedure in the management of the patient with severe thoracic trauma, its 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 this kind of patients management in our hospital. (*Rev Mex Anest 1998, 21:129-137*)

Key Words: Independent lung ventilation, thoracic trauma, asymmetric pulmonary pathology.

LA VENTILACIÓN selectiva (VS), 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 individualizado¹.

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 O₂ en ocasiones severa, obligando a la administración de PEEP (presión positiva espiratoria final) en forma selectiva a cada pulmón.

Otras situaciones absolutas para ventilación de un solo pulmón en el paciente con trauma torácico

*Anestesiólogo adscrito del Hospital Español de México. **Anestesiólogo asociado del Hospital Español de México. Correspondencia: Conrado Huerta, Ejercito Nacional 613, Col. Granada. 11550 México, D.F.

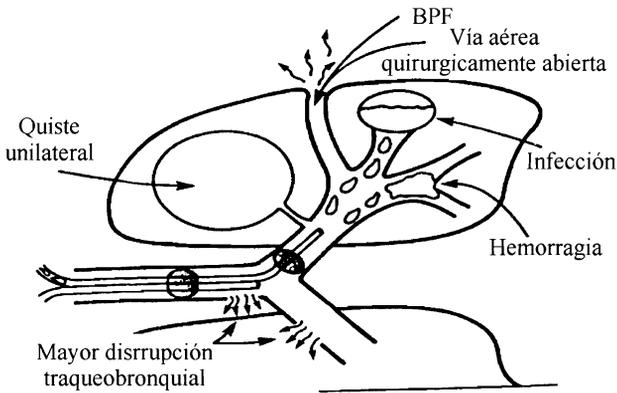


Figura 1. Indicaciones absolutas para ventilación de un solo pulmón.

en el transoperatorio son: Que exista la necesidad de abrir la vía aérea en el transoperatorio, la presencia de una fístula broncopleural de gusto 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 quirúrgica².

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, la que obligue en el postoperatorio inmediato a practicar ventilación mecánica selectiva con diferentes grados de PEEP según las necesidades pulmonares. Por último, el paciente que previo al trauma torácico, tenía una patología pulmonar obstructiva, ésta última se puede exacerbar con la necesidad de aplicar ventilación mecánica selectiva en el postoperatorio³.

En resumen, la ventilación mecánica selectiva (VS) 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.

FISIOLOGIA ESPECIAL

No es posible tener un adecuado intercambio gaseoso durante la ventilación espontánea con el tórax abierto debido a que el movimiento del mediastino produce respiración paradójica. Por tal motivo, la cirugía torácica no puede realizarse con ventilación espontánea.

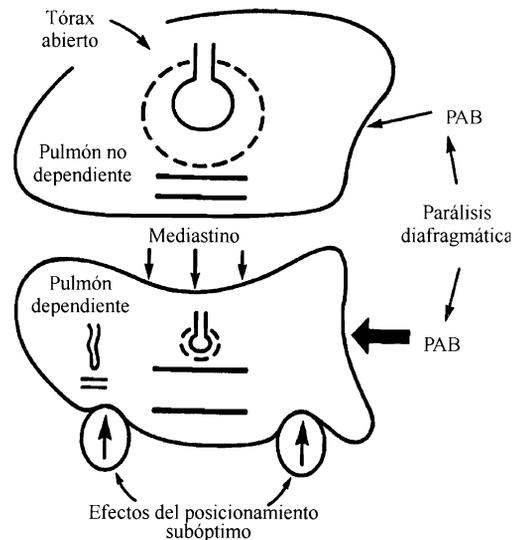


Figura 2. Posición de decúbito lateral.

Los pacientes sometidos a cirugía torácica, están usualmente en la posición de decúbito lateral (figura 2) bajo anestesia general, tienen la pared torácica abierta (hemitórax no dependiente), están farmacológicamente relajados, con ventilación controlada. Aunque ambos pulmones están siendo ventilados, los efectos anestésicos y quirúrgicos pueden causar alteraciones mayores en la distribución de la perfusión (Q), y/o ventilación (V) y la relación VIQ.

Además, una buena parte de la cirugía torácica debe realizarse en la posición de decúbito lateral con el pulmón no dependiente no ventilado y el pulmón dependiente ventilado (ventilación de un pulmón). La ventilación de un pulmón impone una multitud

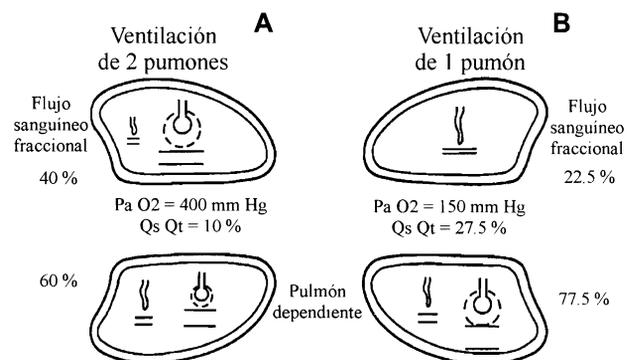


Figura 3. Ventilación de 2 pulmones A, ventilación de un solo pulmón B.

de determinantes en la distribución del flujo sanguíneo y ventilación⁴.

FISIOLOGÍA DE LA VENTILACIÓN DE UN PULMÓN

A. Comparación de la oxigenación y eliminación de CO₂ arterial durante la ventilación a dos pulmones versus un pulmón (figura 3).

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 éste desequilibrio V y 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 anestesia 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 DaO₂ 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 FiO₂ y estado hemodinámico y metabólico en la ventilación a un pulmón, exista mayor DaO₂ y menor PaO₂ que en la ventilación a dos pulmones.

La ventilación a un pulmón tiene mucho menos efecto sobre la PaCO₂ comparada con su efecto con la PaO₂; el pulmón ventilado puede eliminar el CO₂ compensando al pulmón no ventilado y la PaCO₂ disminuye; sin embargo, el pulmón ventilado no puede captar suficiente O₂ para compensar el pulmón no ventilado y la DaO₂ 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 broncopleural con fuga de gasto alto, origina una DaO₂ 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 cirugía⁵.

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 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 éstas zonas⁶.

VASOCONSTRICCIÓN PULMONAR HIPOXICA (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 hiperóxicas. La derivación de éste flujo minimiza la cantidad de flujo de cortocircuito que circula a través del pulmón hipóxico⁶.

FACTORES QUE AFECTAN LA OXIGENACION DURANTE LA VENTILACION DE UN SOLO PULMON

- La vasoconstricción pulmonar hipóxica VPH ofrece grandes beneficios cuando el 30 o 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 β_2 .
- Drogas anestésicas: El halotano ha demostrado inhibición de la VPH. El óxido nitroso 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 hipocápnea 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 pulmonares⁷.
- El trauma libera prostaglandinas vasodilatadoras. 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..

CONSIDERACIONES ANESTÉSICAS

El paciente con trauma torácico severo debe ser intubado inmediatamente y ventilado con oxígeno al 100%. Si un tubo de doble lumen 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 ± 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.

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 repuesta un catéter central se colocará para medición de la P.V.C. Si el caso lo requiere por manejo de grandes cantidades de volumen se colocará

catéter de Swan Gans para medición de presiones pulmonares y gusto cardiaco por termodilución, en éstos casos el uso de auto transfusión deberá ser considerado.

TUBOS ENDOTRAQUEALES DE DOBLE LUMEN

Existen muchos tipos de tubos de doble lumen: Tipo Carlens, White, Bryce-Smith y Rkoberth 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 Brice-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 ésta versión cuenta en la porción final de ambos lúmenes, con una línea radio-opaca para detectar su correcta colocación⁹.

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, 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 éstas

contraindicaciones, se prefiere cuando sea posible, la colocación de un tubo de doble lumen izquierdo.

TECNICA DE COLOCACION 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 ínfeles 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 pasado las cuerdas vocales, se retira el estilete y el tubo se rota 90 grados hacia el lado apropiado¹⁰.

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 ésta 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 tener 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 éstas 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 bronquiales¹¹.

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 pulmón¹².

El paciente que tiene una ruptura traqueal y/o bronquial y aquel que presenta una fístula bronco-pleural o abierta al exterior de gusto alto, la intubación con tubo de doble lumen debe ser 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 traqueal 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 purulento, 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 hipoxemia¹³.

MANEJO TRADICIONAL DE LA VENTILACION 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 exis-

ten, 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 período 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 solo una pequeña disminución en la 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 $PaCO_2$ permanezca en 40 mmhg. Dado que el VC del pulmón inferior de 10 ml/Kg representa 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 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 CO_2 a causa de la alto 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 $PaCO_2$. 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 superior¹⁴.

D. PEEP en el pulmón inferior (presión positiva expiratoria final).

Inicialmente no debe usarse, o sólo a niveles muy bajos (PEEP menor de 5 cm de H_2O) en el pulmón inferior ya que puede provocar aumento en las RVP en el pulmón inferior innecesariamente.

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.

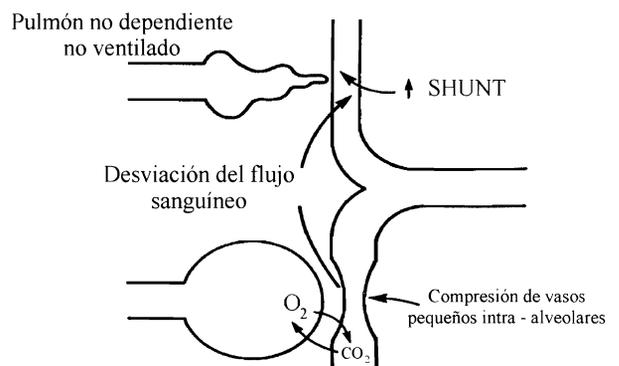


Figura 4. Ventilación de un solo pulmón: PEEP en el pulmón dependiente.

MANEJO HABITUAL DE LA VENTILACION DE UN SOLO PULMÓN

A) PEEP (figura 4) 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 que su mecanismo por el que tiene efectos benéficos es 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 alveolos y vías aéreas durante la inspiración. Los incrementos en el volumen pulmonar y la apertura de alveolos y vías aéreas resulta en aumentos en la distensibilidad pulmonar, ventilación y relación VIQ del pulmón ventilado¹⁵.

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 5) selectiva al pulmón superior. Una presión positiva continua puede ser aplicada en forma selectiva al pulmón superior. Bajo éstas condiciones, 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 espa-

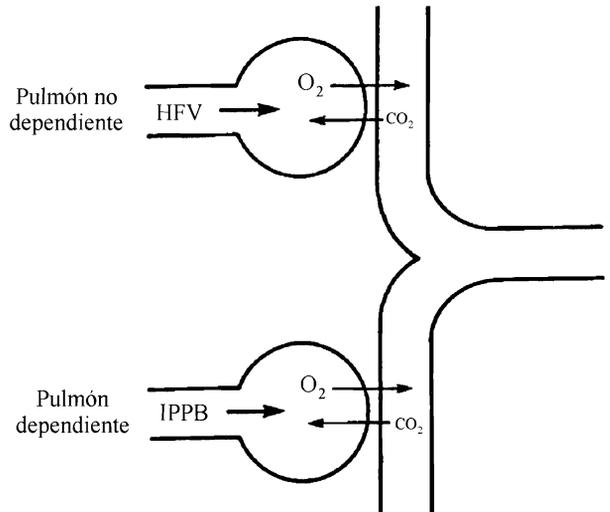


Figura 6. Ventilación de un solo pulmón: CPAP/PEEP pulmonar diferencial.

cio de intercambio gaseoso en el pulmón superior, sin afectar significativamente las resistencias vasculares pulmonares por compresión. Está demostrado que 5-10 cm de H₂O de CPAP no interfieren con la realización de la cirugía, facilitando la disección intralobar. El efecto benéfico de 5 a 10 cm de H₂O 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 ventilado¹⁶.

C) Uso de PEEP y CPAP combinado. Analizando las consideraciones antes mencionadas en relación al PEEP y al CPAP (figura 6), parece ser que el mecanismo ideal para mejorar la oxigenación durante la

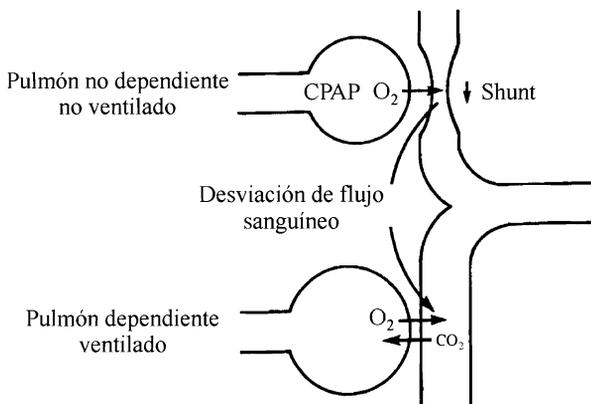


Figura 5. Ventilación de un solo pulmón: CPAP en el pulmón no dependiente.

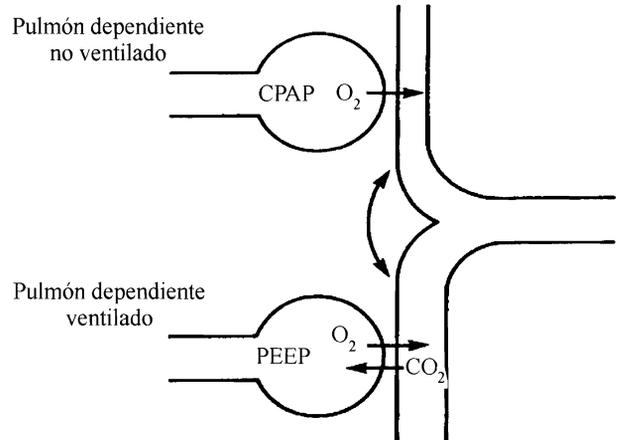


Figura 7. Ventilación de alta frecuencia en el pulmón no dependiente.

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 alveolos 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 colapsado¹⁷.

D) Ventilación de alta frecuencia (Ventilación JET) selectiva al pulmón no ventilado. La aplicación de CPAP selectiva al pulmón superior ha demostrado, en comparación a la aplicación de ventilación de alta frecuencia (figura 7) 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 alto es más complejo, es más lógico usar CPAP que ventilación de frecuencia alto 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 minimice 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 pose a través del campo quirúrgico en el que se está reparando la vía aérea¹⁸.

RESUMEN DEL MANEJO HABITUAL DE LA VENTILACION 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 PaCO₂ sea igual a no más de 40mmHg. Una FiO₂ alto (80 a 100%), y se monitorizan gases arteriales en forma seriada.

Si se presenta hipoxemia severa después de éste planteamiento convencional, se deben de 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 éstas maniobras simples no resuelven rápidamente el problema, se pondrá en práctica CPAP selectiva al pulmón superior y PEEP al pulmón inferior. Se iniciará con 5 cm de H₂O de CPAP al pulmón superior, si esto no corrige la saturación de oxígeno, 5 cm de H₂O de PEEP al pulmón ventilado será el siguiente paso a seguir. Aumento gradual de 5 en 5 cm de H₂O 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 DaO₂. 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, ésta maniobra, elimina el flujo de SHUNT a través del pulmón no ventilado. Además, el pinzamiento de la arteria pulmonar del pulmón colapsado restaura la PaO₂ a niveles normales.

CONCLUSION

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 es un recurso muy útil que tiene sus características propias en el paciente con trauma torácico severo.

REFERENCIAS

1. Smith GB, Hirsch NP, Ehrenworth J. Placement of double lumen endobronchial tubes. Br J Anaesth 1986; 58: 1317-20.

2. Hurford WE, Alfille PH, Balun MT, Behringer E, Cullen DJ, Haspel K, Wilson RS, Zapoj WM. Placement and complications of double lumen endotracheal tubes. *Anesth Analg* 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. *Br J Anaesth* 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, Rkkoberts AJ. Hazarduos placement of a Robert show 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. L Endobronchial cuff pressures. *Br J Anaesth* 1993;70:576-8.
17. Brodsky JB, Bronchial cuff pressures of double lumen tubes. *Anesth Analg* 1989;69:608-10.
18. Stow PJ, IL Grant I. Asynchronous independent lung ventilation. *Anaesthesia* 1985;40:163-6.