

FISIOTERAPIA RESPIRATORIA EN EL PACIENT POSTQUIRÚRGIC

Dra. ROSA VILLALONGA VADELL

Servei d' Anestesiologia, Reanimació i Terapèutica del Dolor
Hospital Universitari de Bellvitge

INDICE:

Introducción

Fisiopatología de la disfunción pulmonar postoperatoria.
Estado de bajos volúmenes pulmonares.

- Modificación de la mecánica respiratoria.
- Modificación del patrón respiratorio.
- Modificación del intercambio gaseoso.
- Modificación de los mecanismos de defensa.
- Disquinesia diafragmática.

Tratamiento global de los estados de bajos volúmenes pulmonares

Período preoperatorio.
Período postoperatorio:

- Analgésia eficaz.
- Métodos para incrementar el volumen pulmonar.
- Métodos para disminuir el trabajo respiratorio.
- Métodos para eliminar las secreciones.
- Aspiración traqueal.
- Fibrobroncoscopia espirativa.
- Oxigenoterapia.

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

La morbi.mortalidad de la cirugía es pequeña, estando actualmente la mortalidad global, en relación a todos los procedimientos quirúrgicos y en grupos de pacientes no escogidos, por debajo del 1 %. El subgrupo de pacientes sometidos a cirugía ambulatoria y procedimientos extrahospitalarios todavía es mas baja, situándose en el 0.01 %.

Las contribuciones mas importantes a la morbilidad y mortalidad en el periodo postoperatorio son la aparición de complicaciones de origen cardiaco y respiratorio, representando cada una de ellas aproximadamente el 5 % respecto de todos el pacientes operados.

Las complicaciones respiratorias postoperatorias (CRP), a pesar de los progresos de la anestesia y la cirugía, son un elemento importante en la morbi.mortalidad postoperatoria. Estudios con grandes series de pacientes sitúan la aparición de CRP alrededor del 5 %, porcentaje que se incrementa hasta el 32 % en pacientes sometidos a cirugía mayor abdominal alta y cirugía torácica, con una mortalidad del 15 %, que llega hasta el 27 % cuando estos procedimientos tienen que realizarse de urgencia.

FISIOPATOLOGIA DE LA DISFUNCION PULMONAR POSTOPERATORIA

La existencia de disfunción pulmonar es un hecho constante sobre todo después de intervenciones abdominales y torácicas de cirugía mayor, presentando estos grupos de pacientes entre un 20 % y un 40 % de complicaciones pulmonares postoperatorias según las series, con una mortalidad del 16 % tras aparición de las mismas, siendo la principal causa de morbi.mortalidad. La variabilidad de las cifras es debida a los diferentes criterios de complicaciones utilizados por los autores. Los pacientes sometidos a incisión abdominal media alta corren un riesgo máximo, seguido en orden de incapacitación, de los pacientes sometidos a toracotomía lateral y a incisiones subcostales, y a esternotomía, presentando la menor incidencia los pacientes sometidos a cirugía abdominal baja y cirugía periférica.

La incidencia de aparición depende de dos tipos de factores, por un lado factores generales (edad, sobrepeso, hábito tabáquico, hipersecreción bronquial y patología cardiovascular asociada) y por otros factores respiratorios, objetivados por las pruebas funcionales respiratorias, que de manera resumida se exponen en la tabla 1.

Tabla 1. – Factores respiratorios de incremento de riesgo

Gasometría arterial	PaCO ₂ > 45 mm Hg (FiO ₂ al 21 %)
FEV ₁	< 50 % o < 2L
VR/CPT	> 50 %
MMV	< 50 %
DLCO _{ppo}	< 40 %
FEV _{1ppo}	< 40- 30% o < 800 ml
VO _{2max}	< 15 ml/Kg/min
Test de subir escaleras	< 3 tramos de 20 escalones
Desaturación de la SpO ₂	> 4% al subir 2-3 de tramos escaleras
Test de caminar 6 min	> 600 mt

FEV₁:volumen espiratorio forzado en el primer segundo; CVF: Capacidad Vital Forzada; VR/CPT: índice volumen residual/capacidad pulmonar total; DLCO_{ppo}: Difusión del CO pronóstico postoperatorio ;FEV_{1ppo}: FEV₁ pronóstico postoperatorio ; VO_{2max}: test de consumo de oxígeno máximo.

Un FEV_{1ppo} inferior al 30% va a requerir ventilación mecánica postoperatoria en el 100% de los pacientes, entre 30 y 40% es variable aunque estamos en un margen de lo riesgo, y por encima del 40% (> 800 ml) no hay que esperar complicaciones respiratorias mayores. La analgesia epidural está ampliando los límites de estos criterios.

El test más útil para valorar el intercambio gaseoso es el test de capacidad de difusión de monóxido de carbono (DLCO), que actualmente se considera correlacionado con la superficie funcionante total de la interfase alveolo-capilar. Es simple, no invasivo y está incluido en las pruebas funcionales respiratorias. El DLCO corregido puede utilizarse para calcular el valor DLCO_{ppo} como se hace para el FEV. Un DLCO_{ppo} < 40% se correlaciona con aumento de complicaciones respiratorias y cardíacas de forma independiente al FEV_{1ppo}. La PaCO₂>45 mmHg, con FiO₂ del 21 % es otro factor de riesgo de ventilación mecánica postoperatoria.

La valoración quizás más importante de la función respiratoria es su interacción con el sistema cardiovascular y se basa en la tolerancia al esfuerzo. El test más clásico aunque sigue siendo extremadamente útil es el de subir escaleras, que debe hacerse al paso del paciente pero sin pararse. La capacidad de subir tres tramos de 20 escalones o más se asocia con disminución de mortalidad y quizás de la morbilidad. Menos de 2 tramos de escalera se asocia a muy alto riesgo. Si añadimos un pulsioxímetro y se observa que la SpO₂ disminuye en más de 4% durante el ascenso de 2-3 tramos hay un aumento el riesgo de mortalidad y morbilidad.

La presencia de estos factores puede condicionar la aparición de cinco modificaciones fundamentales que se producen en la función pulmonar durante el período postoperatorio inmediato:

Tabla 2. -Alteraciones postoperatorias de la función pulmonar

- Modificación de la mecánica respiratoria
- Modificación del patrón respiratorio
- Modificación del intercambio gaseoso
- Modificación de los mecanismos de defensa
- Disquinesia diafragmática

Ello va a conducir a un **ESTADO DE BAJOS VOLÚMENES PULMONARES**, produciéndose Consecuentemente:

1. Hipoxémia (2ª a alteraciones de la ventilación/perfusión (V/P)
2. Acumulo de secreciones y aparición de atelectasia
3. Posterior sobreinfección respiratoria si no se previene y se trata.

ESTADO DE BAJOS VOLÚMENES PULMONARES

Además de los factores que afectan la función respiratoria durante el periodo intraoperatorio (efecto de la anestesia, decúbito e inmovilidad), se suman otros factores que aparecerán durante el periodo postoperatorio inmediato (Fig. 1)

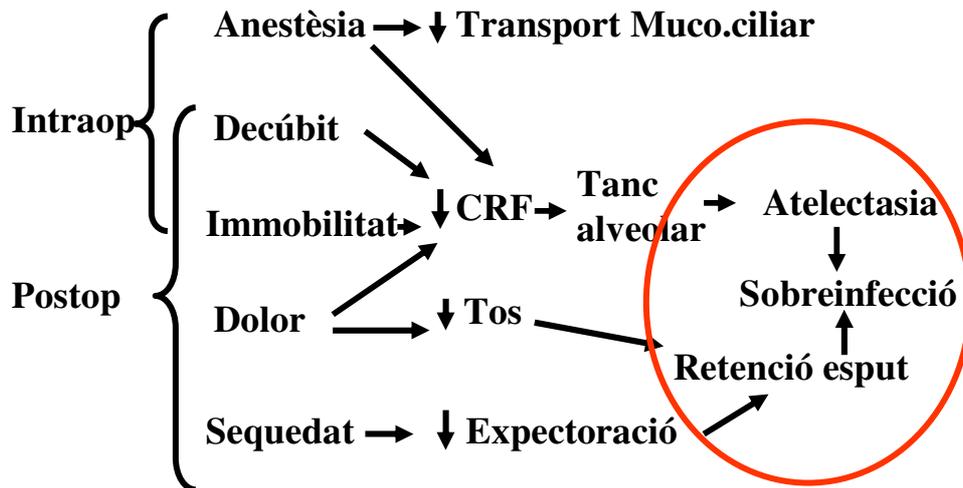


Fig. 1.- Factores que afectan el periodo postoperatorio.

Durante el periodo postoperatorio se mantienen el efecto del decúbito y la inmovilidad, que condicionaran la disminución de la CRF y el incremento del volumen de cierre, facilitando el mantenimiento o la aparición de microatelectasias.

Pero durante este periodo aparece otro factor, el dolor, que si no se trata, mantiene la reducción de la CRF, y además, como mecanismo de defensa frente al mismo, inhibe la tos favoreciendo el acumulo de secreciones.

Por último, se añade el efecto de la sequedad debido a los agentes anestésicos y a la oxigenoterapia suplementaria, que también favorecerá la retención de secreciones.

La presencia de estos factores puede condicionar la aparición de **cinco modificaciones fundamentales** que se producen en la función pulmonar durante el período postoperatorio inmediato, y que se exponen en la tabla 3.

Tabla 3. - Alteración postoperatoria de los volúmenes pulmonares

- Alt Mecànica respiratòria
- Alt Patró respiratori
- Alt Intercanvi gasos
- Alt Mecanismes de defensa
- Disquinesia diafragmàtica

1. - MODIFICACIÓN DE LA MECÁNICA RESPIRATORIA

Durante el período postoperatorio en cirugía, sobre todo la de alto riesgo de complicaciones respiratorias se produce una alteración de la mecánica respiratoria apareciendo fundamentalmente un síndrome restrictivo, con disminución de los volúmenes pulmonares movilizables (Tabla 4).

Tabla 4. - Alteración postoperatoria de los volúmenes pulmonares

- ↓ 25 % compliancia
 - ↓ 40 % capacidad inspiratoria
 - ↓ 40 % - 60 % C.V. y V.E.M.S. (inmediato)
 - ↓ 30 % C.R.F. (progresivo)
 - ↓ Vc hasta zona de volumen de cierre
 - abolición de la ventilación alveolar
 - cortocircuito pulmonar
- HIPOXEMIA**

La capacidad residual funcional (CRF), queda invariablemente disminuida. En el momento del despertar, se produce una disminución de la compliancia pulmonar así como de la capacidad inspiratoria, al igual que aparece una disminución, de forma inmediata, tanto la capacidad vital (CV) como del VEMS. Esta disminución de volúmenes pulmonares se incrementa progresivamente durante las primeras 24-48 horas del período postoperatorio inmediato.

El retorno a los valores preoperatorios se efectúa en 1-2 semanas.

No se observan modificaciones de los volúmenes pulmonares movilizables tras cirugía periférica, lo que sugiere que las modificaciones de la mecánica respiratoria descritas no se hallan directamente relacionadas con el hecho anestésico, si no que dependerán sobre todo del tipo de cirugía efectuado.

La cirugía laparoscópica entraña unas modificaciones menos intensas y de menor duración.

Estas alteraciones, presentes en la mayoría de los pacientes, no tienen repercusión clínica "a priori", si no existen factores de riesgo y el retorno a la normalidad se produce en 1-2 semanas.

Es en los pacientes de alto riesgo en los que si pueden condicionar la aparición de complicaciones respiratorias postoperatorias.

En condiciones normales, debido a la presión subatmosférica pleural, las zonas en las que puede producirse una mayor expansión pulmonar corresponden a las áreas basales. En situación de bajos volúmenes pulmonares, la presión intrapleural puede llegar a ser positiva en las zonas de decúbito y/o basales, lo que implica incapacidad para la expansión pulmonar en esta zona, apareciendo las atelectasias (Figura 2).

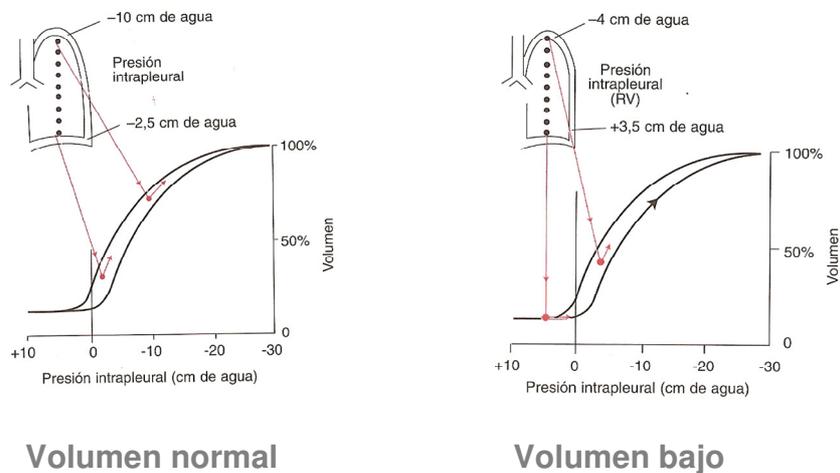


Fig. 2.- Diferencias de la capacidad de expansión pulmonar en condiciones normales y en situación de bajos volúmenes pulmonares (Tomado del West).

En situación de bajos volúmenes pulmonares, las áreas de posible cierre alveolar y acúmulo de secreciones se localizarán en las zonas basales y posteriores del pulmón (Figura 3).

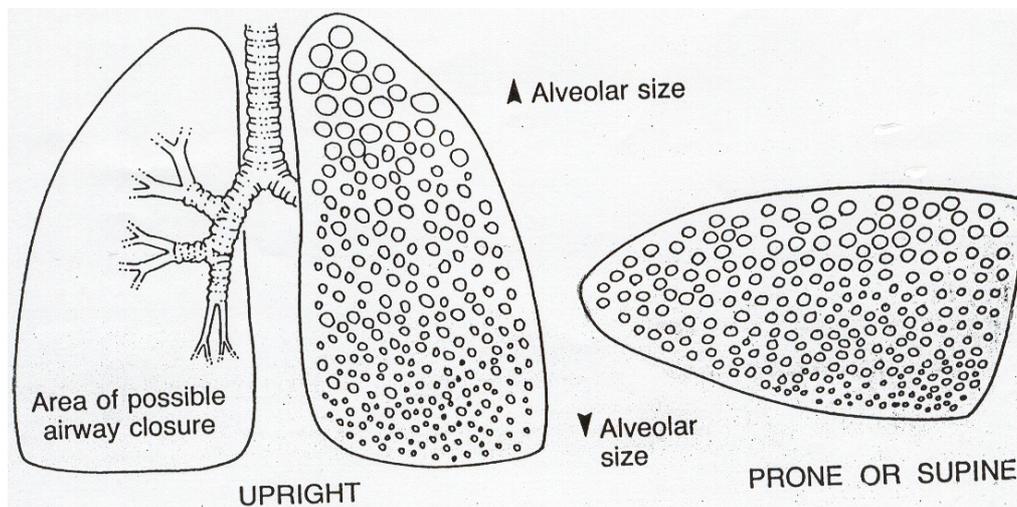


Fig. 3.- Áreas de posible cierre alveolar y acumulo de secreciones.

Por el contra, por efecto de la gravedad, las áreas mejor perfundidas serán las basales y posteriores (Figura 4).

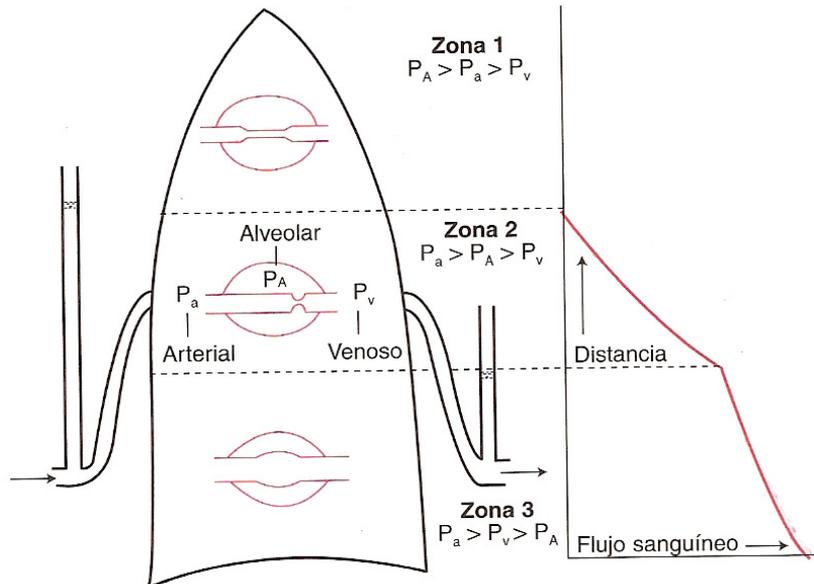


Fig. 4.- La zona 3, basal, es la que presenta una mejor perfusión, en tanto que la zona 1, zona apical, es la que presenta una menor perfusión.

Todo ello implica que durante el periodo postoperatorio, habrá una importante alteración de la relación ventilación/ perfusión, siendo las áreas más profundas, las peor ventiladas, lo que condicionará la aparición de atelectasias y acumulo de secreciones en dichas áreas (Figura 5).

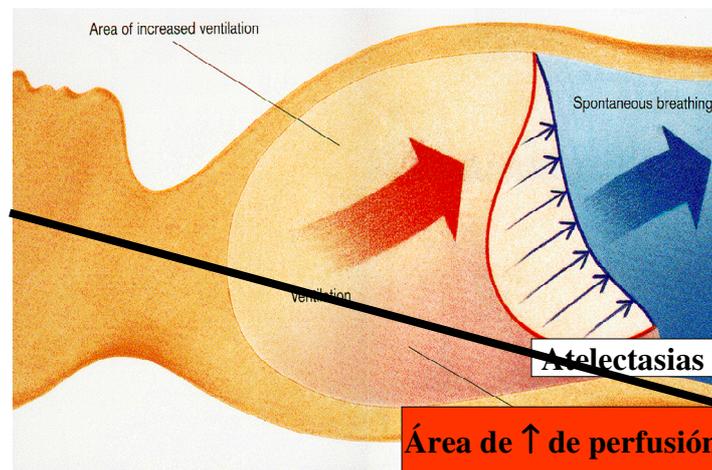


Fig. 5.- Áreas alteración de la ventilación/ perfusión durante el periodo postoperatorio.

2. - MODIFICACIÓN DEL PATRÓN RESPIRATORIO

Existe así mismo una modificación del patrón respiratorio (Tabla 5). El dolor posiblemente constituye la principal causa, de ahí todas las medidas tendentes a su abolición durante este período. El volumen minuto no se modifica, ya que se produce un incremento en la frecuencia

respiratoria que tiende a compensar la disminución del volumen corriente que se produce. La segunda modificación observada corresponde a las inspiraciones profundas o suspiros que se hallan abolidos. En sujetos normales se realizan 9-10 suspiros / minuto. Durante el período postoperatorio inmediato, si existen, son frecuentes pero de una pequeña amplitud. Además, hay que tener en cuenta que desaparecen por completo tras la administración de mórnicos. Esta respiración monótona, poco profunda y sin suspiros conduce al colapso pulmonar y a una disminución de la CRF.

Tabla 5. - Modificaciones en el patrón respiratorio

- ↓ 20 % Vc
- ↑ 20 % f
- = V Min.
- Abolición suspiros
- ↑ Trabajo musculatura respiratoria
- ↓ Fuerza diafragmática

Los pequeños bronquios, de diámetro inferior a 1 mm. , no poseen pared cartilaginosa. Su estabilidad se mantiene por el parénquima pulmonar subyacente. Si el volumen pulmonar disminuye por debajo de un determinado valor, se produce un cierre de los pequeños bronquios. El territorio alveolar situado por debajo de ellos permanecerá mal ventilado. Este volumen a partir del cual se produce el cierre de las vías aéreas se denomina **volumen de cierre**. En un sujeto joven menor de 60 años, su valor será inferior a la CRF. Se produce incremento del mismo con la edad y el tabaquismo. En los pacientes con enfermedad obstructiva crónica (EPOC), la capacidad de cierre también está aumentada a causa de la menor recuperación elástica del pulmón.

Hay que tener en cuenta además, que durante el período postoperatorio, la CRF disminuye por el efecto del decúbito supino, la existencia de distensión abdominal o de obesidad. La inhalación previa durante el acto anestésico de concentraciones elevadas de oxígeno, también produce cierre de vías al reabsorberse, las denominadas atelectasias de reabsorción. Todos estos factores conducirán a la aparición de colapso alveolar.

En el paciente en decúbito supino, las áreas con mayor predisposición para la aparición de colapso pulmonar corresponden a las zonas basales y posteriores. Las zonas apicales y anteriores, por efecto de una presión pleural más negativa, tienen una mayor capacidad para la expansión alveolar.

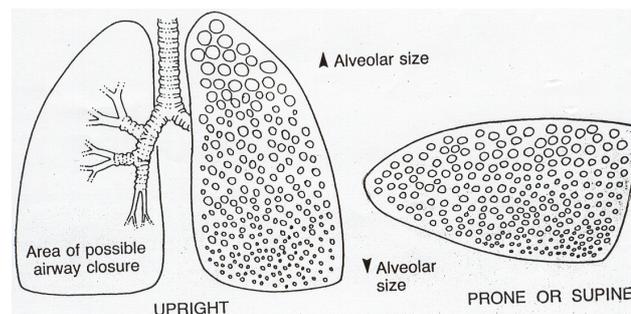


Fig. 3.- Áreas de posible cierre alveolar y acumulo de secreciones.

3. - MODIFICACIÓN DEL INTERCAMBIO GASEOSO

Las modificaciones antes descritas conducen tanto a la aparición de colapso alveolar como a una disminución de determinados territorios alveolares. Si la perfusión en estos territorios se mantiene, la sangre de estos territorios alveolares no se oxigenará, creándose un cortocircuito derecha-izquierda intrapulmonar. En los territorios menos ventilados, la oxigenación será parcial. Estas modificaciones conducirán a la aparición de hipoxemia, fenómeno constante en el período postoperatorio, siendo sistemático un descenso del 10 % - 20 % respecto a los valores basales tras cirugía abdominal y torácica. La importancia de esta hipoxemia, estará con relación a la disminución de la CRF y a los niveles respectivos de CRF y de volumen de cierre. En la mayoría de los pacientes, esta situación se recupera a los 8 - 10 días.

4. - MODIFICACIÓN DE LOS MECANISMOS DE DEFENSA

Los mecanismos de defensa del pulmón frente a la inhalación de partículas o contra los agentes infecciosos se hallan modificados también durante el período postoperatorio (Tabla 6). La tos es el primer y principal mecanismo de defensa, ya que a la vez produce una gran inspiración y una gran espiración. La capacidad de toser y eliminar secreciones se verá alterada por la reducción de la capacidad inspiratoria y de la capacidad de reserva espiratoria. La tos se halla inhibida durante este período por el dolor que produce.

La retención de secreciones incrementa las resistencias aéreas. Además, el exceso de secreciones produce obstrucción completa de algunas vías aéreas, lo que implica una disminución de la compliancia pulmonar. Ambas condiciones juntas o por separado, incrementarán el trabajo respiratorio y aparece la sensación de ineficacia del esfuerzo inspiratorio, que se reconoce como disnea. La obstrucción de vías aéreas conduce también a la aparición de alteraciones de la ventilación /perfusión, hipoxemia y facilita la sobreinfección respiratoria.

Por último, el tubo endotraqueal, tras su retirada produce durante el periodo postoperatorio inmediato una discreta paresia sobre las cuerdas vocales, que no permite que se cierren completamente, impidiendo presurizar el volumen pulmonar, y por tanto, que los esfuerzos inspiratorios para la tos resulten ineficaces (Tabla 6).

Tabla 6. -Alteración de los mecanismos de defensa

<ul style="list-style-type: none">• ↓ Tos• ↓ Eliminación secreciones• ↑ Resistencia vías aéreas <p style="margin-left: 150px;">→ ↓ compliancia pulmonar</p> <p style="margin-left: 150px;">→ ↑ trabajo respiratorio</p> <p style="margin-left: 150px;">→ Alteración ventilación/perfusión</p> <p style="margin-left: 150px;">→ Sobreinfección respiratoria</p>
--

5. - DISQUINESIA DIAFRAGMÁTICA

La modificación del patrón respiratorio antes mencionado se explicaría por una disminución del componente diafragmático abdominal, con reclutamiento de los músculos intercostales como manifestación de la disfunción diafragmática. Las medidas indirectas de la función diafragmática como son la presión transdiafragmática y las variaciones de volúmenes tanto abdominales como torácicos, demuestran dicha disfunción. Sin embargo, la electromiografía del diafragma no muestra disminución de la contractilidad del mismo y la estimulación frénica bilateral demuestra respuesta diafragmática normal, lo que confirma que la contractilidad diafragmática no sería la causa de la disfunción.

El mecanismo más probable para explicar dicha alteración sería la inhibición refleja de los impulsos frénicos, que parece no estar ligado al dolor, ya que estudios con analgesia con morfínicos vía peridural torácica demuestran que no se mejora la función diafragmática, aunque si hay un ligero incremento cuando se administran anestésicos locales por dicha vía.

Debe añadirse además que la presencia de íleo paralítico, presente siempre tras cirugía abdominal, limitará también la movilidad diafragmática.

Todo ello llevará a la aparición de las principales complicaciones respiratorias postoperatorias:

1.- **Hipoxemia**

2.- **Atelectasia**

3.- **Sobreinfección respiratoria**

susceptibles de ser prevenidas y tratadas, causantes de morbi.mortalidad en estos pacientes si no se previenen y se tratan.

ENFOQUE CLINICO GLOBAL DEL TRATAMIENTO DE LOS ESTADOS DE BAJOS VOLÚMENES PULMONARES EN EL POSTOPERATORIO

A.- PERÍODO PREOPERATORIO

Los problemas preoperatorios que pueden influir negativamente sobre la eliminación de secreciones serán: edad avanzada, deterioro del estado general con incapacidad para toser, presencia de EPOC con incremento de la producción de expectoración y/o disminución de la CV, bronquitis asmática, anomalías de las vías aéreas altas y alteraciones de los reflejos nauseosos o de la tos.

Los cuidados respiratorios deben iniciarse ya en el período preoperatorio identificando a los pacientes de riesgo, susceptibles de sufrir complicaciones respiratorias e iniciando el tratamiento de los factores reversibles que pueden responder a tratamiento (Tabla 7).

Tabla 7.- Indicación de medidas profilácticas desde la consulta preanestésica

1. Abandono del hábito tabáquico (al menos 12-24 h) y enólico
2. Tratamiento antibiótico si presencia de sobreinfección respiratoria
3. Introducción ó adecuación del tratamiento broncodilatador
4. Fluidificación de las secreciones, favoreciendo la ingesta de líquidos
5. Inicio, salvo contraindicación específica, de ejercicios de fisioterapia respiratoria frecuentes
6. Tratamiento de la insuficiencia cardiaca y arritmias
7. Ejercicio físico como profilaxis de la trombosis venosa profunda
8. La premedicación se debe evitar en muchos pacientes sustituirla por una buena información
9. Tromboprofilaxis
10. Considerar prevención del dolor crónico en pacientes de riesgo.

Estos tratamientos deben iniciarse en la consulta preanestésica tras la valoración preoperatoria, prescribiendo los fármacos necesarios e iniciando los ejercicios de fisioterapia respiratoria, ya que sirve de entrenamiento de la musculatura respiratoria y los pacientes están en mejores condiciones para aprenderlos, ya que si se inician el postoperatorio, es un momento difícil para el aprendizaje, pudiendo no comprender bien las órdenes y no se benefician del entrenamiento previo a la cirugía.

B.- PERÍODO POSTOPERATORIO

De los factores que afectan el período postoperatorio expuestos en la figura 1, se desprende que el tratamiento debe ser global y simultáneo, a fin de impedir la aparición de complicaciones o paliar los efectos de las mismas.

El objetivo fundamental será restaurar la expansión pulmonar y facilitar la eliminación de secreciones.

Para ello debe instaurarse un tratamiento global de todos los factores con implicaciones en la aparición de las alteraciones respiratorias antes descritas (Tabla 8)

Tabla 8. -Tratamiento global de los estados de bajos volúmenes pulmonares

- Analgesia eficaz
- Métodos para ↑ el volumen pulmonar
- Métodos para ↓ el trabajo respiratorio
- Métodos para eliminar secreciones
- Oxigenoterapia
- Aspiración traqueal. Broncoscopia aspirativa

Pacientes intubados:

Inicialmente en los pacientes intubados, siempre que la cirugía realizada y la situación clínica del paciente lo permita, se colocarán con el cabezal a 30 ° para mejorar la CRF, facilitando la movilidad diafragmática y desplazando el peso de las vísceras abdominales de las bases pulmonares.

Se pautarán aerosoles con fármacos mucolíticos, a los que se pueden añadir broncodilatadores en función de la situación clínica del paciente. La expansión del tórax se realizará mediante sesiones pautadas de ventilación manual (con Ambú) y añadiendo suspiros a la ventilación mecánica.

Pacientes extubados:

Una vez extubados los pacientes se mantendrá la posición de 30° y se instaurará oxigenoterapia según necesidades, debiendo tener en este momento una analgesia eficaz que permita iniciar inspiraciones profundas movilizándolo el diafragma.

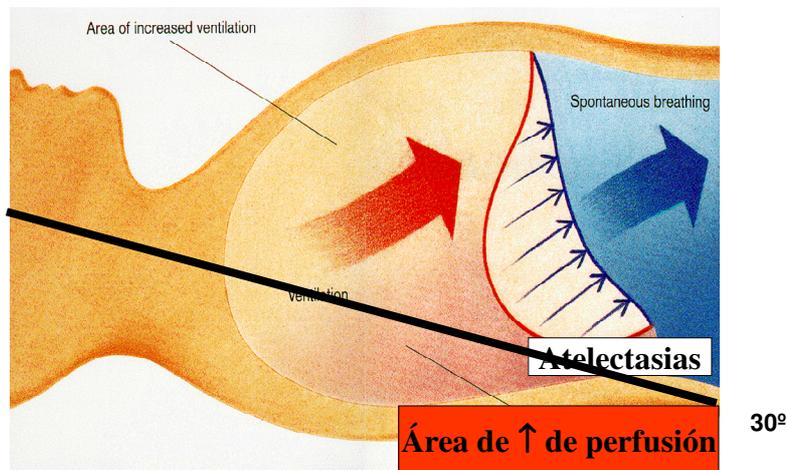


Fig. 4.- elevación del cabezal de la cama 30° facilita la expansión pulmonar de las zonas declives (atelectásicas), mejorando la relación ventilación/ perfusión.

Se iniciarán también los aerosoles con la finalidad de humidificar las secreciones y facilitar su expulsión posterior.

En las primeras horas no se forzará la tos, ya que suele ser ineficaz y agota al paciente. Las secreciones una vez humidificadas empezarán a moverse en el árbol bronquial y podrán ser expulsadas posteriormente.

Debe respetarse escrupulosamente el descanso nocturno.

Durante las primeras 72 horas las medidas más agresivas (percusión y vibración), no pueden introducirse en la mayoría de los pacientes con suturas torácicas y abdominales altas.

Si debe realizarse una movilización precoz (antes de las 24 horas) si la situación clínica lo permite, ya que con ello se movilizarán todas las zonas pulmonares, mejorando las zonas con mala relación ventilación/perfusión y facilitando la movilización y expulsión de las secreciones.

En la mayoría de los pacientes con una evolución quirúrgica correcta, la instauración de estas medidas profilácticas y mínimamente agresivas suele ser eficaz.

Solo si con estas medidas la situación clínica no mejora o tiende a empeorar, se instaurarán medidas más agresivas de manera progresiva, al igual que en los pacientes que permanecen un periodo prolongado de tiempo intubados.

1. – ANALGESIA EFICAZ

Es imprescindible la eliminación completa del dolor para facilitar la eliminación de secreciones y poder realizar una Fisioterapia Respiratoria (FTR) eficaz.

Las maniobras de FTR deben iniciarse siempre tras conseguir ausencia de dolor, que debe realizarse de manera personalizada para conseguir la analgesia preservando un nivel de conciencia correcto que permita la máxima colaboración del paciente. No entraremos en las diferentes técnicas analgésicas ya que no son motivo de este tema.

2. - MÉTODOS PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN PULMONAR

2.1.- Movilización diafragmática

El músculo inspiratorio más importante es el diafragma. Al contraerse el contenido abdominal se desplaza hacia abajo y adelante, y el diámetro vertical de la caja torácica aumenta. Además, los bordes de las costillas se levantan y se desplazan hacia afuera, incrementando el diámetro transverso del tórax. En la respiración normal en reposo, el nivel del diafragma se desplaza alrededor de 1 cm., pero durante la inspiración y espiración forzadas, la excursión total puede llegar a 10 cm (Figura 5).

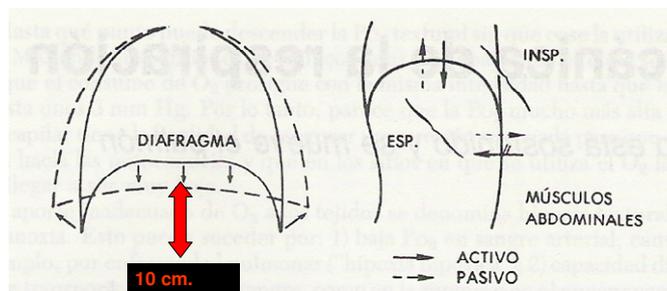


Fig. 5.- Capacidad de desplazamiento diafragmático.

Los músculos intercostales externos acrecientan los diámetros lateral y antero posterior del tórax. Su parálisis influye sobre la respiración a causa de la gran eficacia del diafragma. Los músculos accesorios de la inspiración en reposo prácticamente no participan en la inspiración, aunque sí durante el ejercicio.

La espiración se realiza de manera pasiva en reposo. Se torna activa con el ejercicio y la hiperventilación voluntaria. Los músculos espiratorios más importantes son los de la pared abdominal. Al contraerse se incrementa la presión intraabdominal y el diafragma es empujado hacia arriba. Se contraen con mucha energía con el vómito y la tos.

Durante el período postoperatorio la presencia de disquinesia diafragmática, el efecto de la gravedad sobre la relación ventilación/perfusión regional, el decúbito y la dificultad de eliminación y el acumulo de secreciones, junto con el efecto de volumen de cierre en los alvéolos, hace que sea imprescindible la realización de ejercicios respiratorios que mejoren la dinámica diafragmática y la relación ventilación/perfusión basal, previniendo y/o tratando estos trastornos. A este objetivo van dirigidos los ejercicios para facilitar la respiración diafragmática.

El objetivo fundamental de los ejercicios diafragmáticos será conseguir:

1. Mejoría en la dinámica diafragmática.
2. Mejoría en la relación V/P.
3. Conseguir disminución el atrapamiento aéreo.

Los efectos de su realización se exponen en la tabla 9.

Tabla 9. -Efectos inmediatos y tardíos de la movilización diafragmática

Efectos inmediatos	Efectos tardíos
↑ Compliancia pulmonar	Entrenamiento músculos respiratorios
↓ Trabajo respiratorio	Prevención y Tratamiento de las Atelectasias
↑ O ₂ arterial	↓ Complicaciones respiratorias
↑ Eliminación secreciones	↓ Estancia hospitalaria y costes

La movilización diafragmática es el ejercicio más básico y fundamental. Es lo primero que puede y debe realizar el paciente. Al movilizar el diafragma, conseguimos expandir ambas bases, mejorando las relaciones ventilación/perfusión y facilitando la movilización y el drenaje de las secreciones acumuladas (Fig. 6).

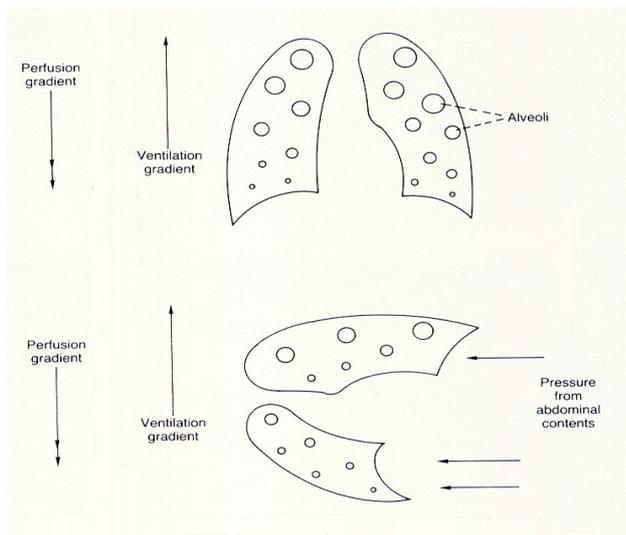


Fig.6.- Áreas de posible cierre alveolar y acumulo de secreciones.

Pueden emplearse diversos ejercicios respiratorios y ayudas mecánicas encaminadas a reexpandir las vías aéreas cerradas, encaminados a impedir o mitigar la disminución de volúmenes pulmonares.

2.2.1. - Ejercicios respiratorios

a.- Respiración abdominal diafragmática

Se realiza en decúbito supino, relajando los músculos intercostales y accesorios. Se facilita doblando las rodillas. Deben realizarse inspiraciones profundas, observando que la pared abdominal se desplaza hacia arriba y desciende el diafragma (Fig. 7). Para ser efectivo, la inspiración debe durar 3 segundos. Durante la espiración, de manera forzada, deben contraerse los músculos abdominales y observar hundirse el abdomen y ascender el diafragma.

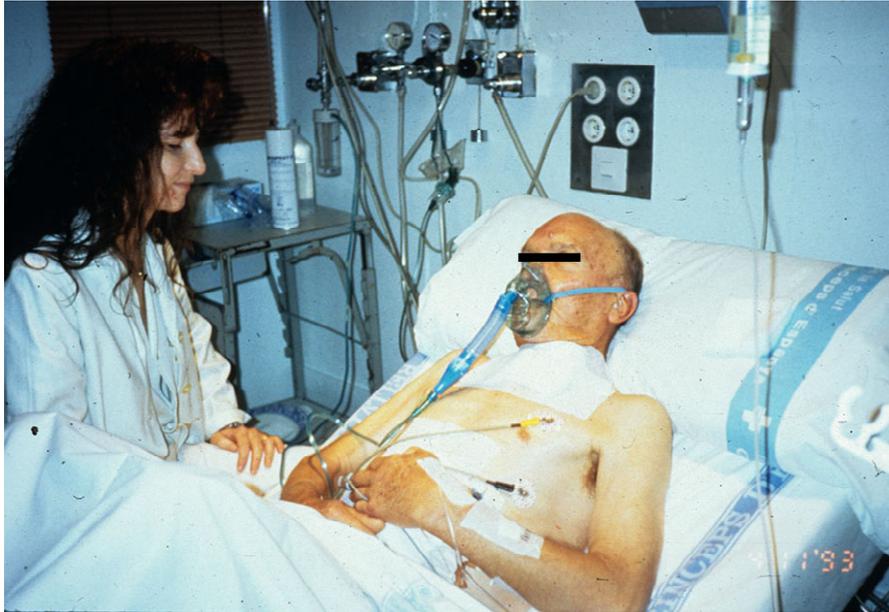


Fig. 7.- Respiración abdominal diafragmática.

Inicialmente debe realizarse con la ayuda de un fisioterapeuta. Una vez aprendido, puede hacerlo el paciente solo supervisado.

b.- Ejercicios de labios fruncidos

Pueden y deben asociarse al anterior. Se realizan inspiraciones profundas y espiraciones prolongadas con los labios fruncidos. Produce disminución del colapso alveolar por incremento de la presión intraluminal.

Elo se debe a que los alvéolos presentan diferentes constantes de tiempo (no todos se expanden igual ni a la vez), sobre todo si algunos de ellos presentan acumulo de secreciones (Fig. 8).

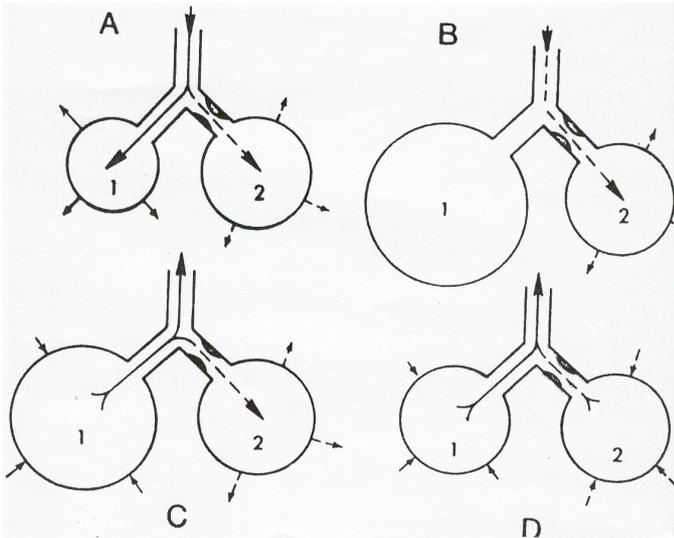


Fig. 8.- Volumen alveolar durante la inspiración y la expiración en presencia de secreciones.

Durante la inspiración, en los alvéolos normales, el volumen residual es menor y entra con facilidad el aire, en tanto que los alvéolos que presentan secreciones tienen un volumen mayor debido al atrapamiento aéreo secundario a la dificultad de salida (A).

Una vez ha entrado todo el aire en el alvéolo normal (que se distiende más al no tener problemas), se inicia la ventilación del alveolo con secreciones (B).

Durante la espiración, el aire sale con facilidad desde el alveolo normal, en tanto que todavía entra aire procedente de las zonas ya ventiladas y en fase de espiración (C).

Finalmente se incorpora a la espiración (D).

Si se fruncen los labios y se produce una pausa inspiratoria, queda durante unos milisegundos, aire presurizado en el tórax, que facilita el paso hacia las zonas o alvéolos mal ventilados, favoreciendo su expansión. Ello facilita un llenado uniforme al final de la inspiración (Fig. 9).

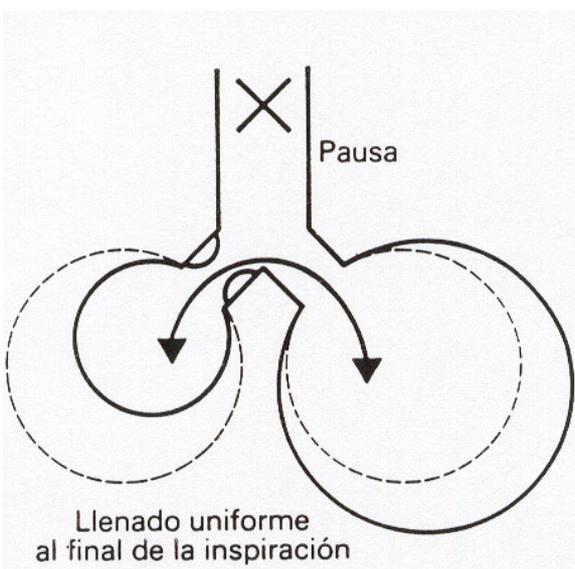


Fig. 9.- Llenado uniforme al final de la inspiración secundario a la movilización del aire presurizado durante la pausa inspiratoria.

Además, influye que el aire se desplaza más fácilmente en las áreas normales, no obstruidas, por lo que siempre estarán mejor ventiladas, en tanto que en las áreas con secreciones su expansión será menor o nula. Existe además un efecto colateral y es que las áreas bien ventiladas, tenderán a estar más distendidas, comprimiendo más todavía a las que tienen dificultad, perpetuándose el problema.

Estos ejercicios (respiración abdominal diafragmática y con labios fruncidos), además disminuyen la frecuencia respiratoria, con incremento del volumen corriente y disminución del espacio muerto, consiguiéndose una disminución del volumen minuto, con igual ventilación alveolar, disminuyendo por consiguiente el trabajo respiratorio y el consumo de O₂. A pesar de los mecanismos fisiológicos en los que se basa puede producir ansiedad.

Ambos ejercicios realizados conjuntamente consiguen disminución del atrapamiento aéreo y disminución del trabajo de la respiración. Pueden ser difíciles o imposibles de realizar en pacientes EPOC avanzados.

Lo ideal es iniciar estos tratamientos, en pacientes de riesgo, 15 días antes de la intervención quirúrgica. Si bien su eficacia en la prevención de complicaciones postoperatorias no está demostrada, es lógico presuponer que este aprendizaje y entrenamiento previos, mejorarán la eficacia de los ejercicios realizados en el período postoperatorio.

La **presencia de atelectasias** en el período postoperatorio será la **principal indicación** de la **movilización diafragmática**. Las microatelectasias se producen al desaparecer los suspiros (en C.N): se realizan 10/min.). También se producen por alteración del surfactante. Y finalmente aparecen también por reabsorción de oxígeno administrado a altas dosis, sobre todo en pacientes EPOC.

Radiológicamente son difíciles de detectar. Las macroatelectasias son radiológicamente evidentes, con infiltrados difusos o locales, asociados a pérdida de volumen. Suelen producirse por acumulo de secreciones.

Durante el período postoperatorio, el número de veces a realizar los ejercicios no está establecido, pero se sabe que en estudios de laboratorio se aprecia mejoría si se realiza 3 veces /h.; está demostrado efecto fisiológico -con incremento de la presión arterial de oxígeno (Pa O₂) - si se realiza 5 veces /h, y lo ideal es llegar a las condiciones fisiológicas: 10 inspiraciones profundas (suspiros)/h.

La frecuencia tampoco está determinada, pero si el paciente lo tolera debe realizarse 4 horas por la mañana y 4 horas por la tarde, respetando el descanso nocturno.

2.2.2. - Ayudas mecánicas:

a.- Espirometría incentiva

Constituye un medio de estimular y monitorizar las inspiraciones profundas en pacientes no intubados. El paciente realiza múltiples inspiraciones máximas y sostenidas, de manera voluntaria y a través de un aparato que le permite comprobar la magnitud de cada inspiración. El bajo coste, seguridad y simplicidad de estos dispositivos lo han hecho muy habitual, si bien su utilidad clínica está cuestionada.

El aparato produce un objetivo visual o "incentivo" al paciente para que realice el esfuerzo inspiratorio máximo. Después de instruir al paciente acerca de su uso, se le marcan unos objetivos y se indica que practique cada hora durante el día. Este ejercicio mejora la insuflación

pulmonar, distribución de la ventilación y favorece la tos. Para que sea efectiva el paciente debe estar colaborador, motivado y bien instruido en la técnica.

Existen de 2 tipos:

1. - **Valoradores de flujo:** Deben realizarse inspiraciones profundas que permitan la movilización de unas bolas en unas cámaras de plástico. No se sabe el Vt que realiza el paciente. El estímulo es elevar al máximo las bolas.
2. - **Valoradores de volumen:** Debe intentarse realizar un volumen determinado. Permite conocer el Vt.

El objetivo es conseguir llegar a la capacidad inspiratoria preoperatoria, aunque **deben fijarse objetivos “cumplibles”**, ya que si el paciente no consigue realizarlo, se desanima y desiste.

b.- Presión positiva continua en las vías aéreas (CPAP, BIPAP)

Es un método artificial para mantener abiertas las vías aéreas. Sirve para impedir y contrarrestar el cierre de vías aéreas y facilitar la ventilación colateral (movimiento de aire en segmentos pulmonares adyacentes), con lo que se incrementa la CRF. Puede utilizarse tanto en el paciente intubado como en el no intubado. Los efectos hemodinámicos y pulmonares son similares a los observados con la aplicación de PEEP, que no se comentan al no ser motivo del tema y ser de sobra conocidos.

Si se aplica mediante mascarilla facial deben tenerse en cuenta una serie de posibles problemas adicionales:

- a.- Distensión gástrica: Debe utilizarse con precaución después de intervenciones de esófago o parte alta del tramo digestivo. La necesidad de sonda nasogástrica, con apertura mantenida del cardias, también puede producir distensión gástrica, y podría contraindicarla.
- b.- Náuseas y vómitos: Para su aplicación el paciente debe estar consciente y conservar los reflejos de las vías aéreas. Si la máscara es transparente, ayuda a detectar los vómitos.
- c.- Lesiones de la piel de la cara: pueden aparecer después de un empleo prolongado.
- d.- Aceptación del paciente: su tolerancia pone límites al tiempo que puede utilizarse.
- e.- La desconexión de los tubos del circuito puede ser difícil de detectar.

Se administra 10-15 min., cada 1-4 horas y a una presión 2-10 cm H₂O. Ocasionalmente puede administrarse durante períodos más prolongados, pero la duración suele limitarse por las molestias que ocasiona al paciente.

Es útil como medio temporal para evitar la intubación endotraqueal mientras se diagnostican y tratan las causas de la hipoxémia. Si las aplicaciones se requieren de forma continuada o de manera intermitente por un período superior a los 2 días, debe considerarse la necesidad de IOT.

c- Ventilación con presión positiva intermitente (IPPB).

No suele realizarse durante el período postoperatorio, ya que no está demostrada su utilidad en la prevención de las complicaciones respiratorias durante este periodo. Se utiliza un respirador con límite de presión, para proporcionar 10-15 min. de expansión pasiva intermitente varias veces al día, a través de una pieza bucal en el paciente no intubado. Los efectos hemodinámicos son similares a los de la ventilación mecánica. Existe el riesgo de aerofagia. Son contraindicación relativa: cirugía pulmonar, traqueal, esofágica y digestiva alta, así como bajos niveles de conciencia ya que puede producirse vómito.

En la tabla 10 se exponen las indicaciones globales de las maniobras de movilización diafragmática.

Tabla 8. -Indicaciones de las maniobras de movilización diafragmática

Cuidado profiláctico	Cuidado terapéutico
Preop. Paciente de riesgo	Atelectasia o neumonía
Postop. con secreciones	Patrón respiratorio anormal
Ventilación mecánica	EPOC con . tolerancia al ejercicio
Paciente neurológico	

Contraindicaciones y precauciones:

- Neumotórax a tensión NO drenado (contraindicación absoluta).
- Si su situación clínica empeora con el tratamiento.
- Inmediatamente después de neurocirugía y en situaciones de incremento de la presión intracraneal.
- Accidente vascular cerebral reciente.

Deberá valorarse la relación riesgo / beneficio en:

- Alteraciones de la coagulación.
- Status epiléptico.
- Si con el tratamiento se incrementa el broncoespasmo (deberá intentarse posterior a tratamiento broncodilatador), la fatiga muscular respiratoria y/o la hipoxémia.
- Existencia de metástasis óseas u osteoporosis.
- Fracturas costales y/o tórax inestable

3. - MÉTODOS PARA DISMUNIR EL TRABAJO RESPIRATORIO

a.-Descanso y disminución del stress.

Durante el periodo postoperatorio el paciente debe tener un ambiente de tranquilidad que le permita disfrutar de reposo y descanso, no debiendo verse atosigado por la necesidad de realizar ejercicios respiratorios. Su instauración debe ser progresiva y siempre dentro de sus posibilidades, impidiendo que llegue a una situación de agotamiento y fatiga muscular respiratoria que empeoraría la situación.

Los **ejercicios se pautaran de manera reglada**, determinando el tiempo en que debe realizarlos y **respetando siempre el descanso nocturno**.

Si el grado de stress es elevado se pautará tratamiento ansiolítico en función de su situación clínica.

b.- Posición a 30º

Ya se ha mencionado que en esta posición se evita la compresión del diafragma por las vísceras abdominales, permitiendo su mejor desplazamiento, de manera que disminuye el trabajo espiratorio a realizar por el paciente.

c.- Ayudas mecánicas: CPAP, BIPAP, PIB.

Además de contribuir a reexpandir el pulmón, contribuyen a ↓ el trabajo respiratorio al facilitar la inspiración y disminuyendo o impidiendo la aparición de fatiga muscular respiratoria.

La contraindicación relativa estará en el postoperatorio inmediato de cirugía pulmonar, traqueal, esofágica y digestiva alta por el riesgo de sufrimiento de las suturas por presión aplicada.

Como problemas adicionales puede presentarse:

- Distensión gástrica.
- Náuseas y vómitos.
- Lesiones cutáneas.
- Vómito.
- Desconexión que pueden ser difíciles de detectar y puede ser de difícil aceptación por parte del paciente.

4. MÉTODOS PARA ELIMINAR SECRECIONES

a.-Humidificación y tratamiento con aerosoles

Las secreciones son más fáciles de movilizar si son húmedas. La función ciliar se halla deprimida en contacto con gas seco y/o se obvia la vía aérea superior por intubación orotraqueal o traqueotomía.

Por ello, la humidificación de los gases terapéuticos es obligada en el período postoperatorio. Es imprescindible para conseguir los máximos beneficios de la FTR.

Para fluidificar el esputo debe conseguirse:

1. Hidratación sistémica: Mantener una adecuada hidratación sistémica es esencial para mantener un adecuado movimiento ciliar y una adecuada eliminación de las secreciones.

2. Humidificación del árbol bronquial: La humidificación se produce cuando moléculas de agua son añadidas a un gas.

- **Vías aéreas altas.** El oxígeno administrado frecuentemente se humidifica haciéndolo burbujear a través de agua. El calentamiento no es útil ya que la condensación en el estrecho tubo de administración impide una humidificación superior al 30 %. A bajos flujos no es necesaria la humidificación ya que la vía aérea alta cumple perfectamente esta función. Con flujos superiores a los 4 L/min., si es conveniente ya que resulta más confortable para el paciente.

- **Vías aéreas bajas.** El gas debe entrar a este nivel completamente saturado ya que si no se producirá desecación de la mucosa traqueal. Es imprescindible la humidificación suplementaria tanto durante la ventilación mecánica como durante la respiración

espontánea para evitar a este nivel la adhesión de las secreciones y permitir una correcta expulsión.

Complicaciones y precauciones:

- El vapor condensado en las tubuladuras debe ser vaciado a intervalos con relativa frecuencia para evitar la contaminación bacteriana y el paso a la vía aérea del paciente.
- Debe vigilarse la temperatura para que no se produzcan quemaduras del árbol bronquial.

3. Aerosoles

El tratamiento con aerosoles añade partículas de agua de 0.5-40 micras a los gases terapéuticos. Los aerosoles que contienen partículas de tamaño inferior a las 8 micras pueden hacer llegar el agua más allá de los bronquiolos; si son menores a 5 micras pueden depositarse en los alvéolos. Sin embargo la llegada a las pequeñas vías no sólo depende del tamaño de las partículas, sino también de flujo inspiratorio, vía de entrada: oral, nasal o endotraqueal y de la situación patológica de las vías aéreas.

La aerosolterapia puede utilizarse para humidificar las vías aéreas, ayudar a movilizar las secreciones y vehicular los fármacos por inhalación.

Tipos de aerosoles:

- 1.- **De chorro:** es el más simple y se utiliza para vehicular fármacos por inhalación de manera intermitente o continua.
 - 2.- **Hidrosfera y nebulizadores ultrasónicos:** proporcionan gran volumen de partículas de agua de 35 micras y pueden usarse intermitentemente para disminuir la consistencia de las secreciones.
- Complicaciones y precauciones:

- Se han asociado a infecciones nosocomiales.
- Algunos pacientes presentan broncoespasmo, sobre todo con los nebulizadores ultrasónicos. Muchos pacientes requieren pretratamiento o tratamiento concurrente con broncodilatadores.
- Puede producirse sobre hidratación en pacientes pediátricos.
- Pueden producir sensación de asfixia.

b.- Ayuda farmacológica

Pueden administrarse fármacos para facilitar la eliminación de secreciones, aumentar el calibre de las vías aéreas o apoyar el mecanismo de expulsión de los cilios. Su uso debe ir complementado por otras medidas que faciliten la eliminación de secreciones.

Fármacos:

1. - **Agua y soluciones electrolíticas:** son importantes para mantener las secreciones húmedas. El suero fisiológico (SSF) en solución oral o 1/2 normal, o la solución de bicarbonato al 3 %, son líquidos utilizados habitualmente como aerosoles suaves cada 4-8 horas.
2. - **Acetilcisteína:** Teóricamente ocasiona la lisis de los puentes disulfuro en el moco, y puede utilizarse, por consiguiente, para fluidificar las secreciones purulentas copiosas. Puede producir broncoespasmo (es recomendable la administración conjunta con broncodilatador), náuseas, vómitos e irritación de la mucosa. Puede administrarse bien en nebulizador 2-5 ml al 5-20 % cada 4-8 horas o instilado por el TOT 1-2 ml al 10-20 %.

3. -**MESNA**: contribuye también a lisar el moco, sobre todo cuando se asocia a sangre y coágulos en el árbol bronquial. También puede administrarse en nebulizador 0.5–1 ml en 2–3 ml de SSF cada 4-8 horas.

4. -**Adrenalina racémica**: además de su acción broncodilatadora, puede ser útil como tratamiento antiedema de la mucosa si existe, que dificultará la eliminación de secreciones o producirá obstrucción de vías aéreas. Puede administrarse con nebulizador de chorro 0,5 ml al 2,25 % en 3-4 ml de suero fisiológico cada 1-4 horas. Puede producir: taquicardia, hipertensión o arritmias.

5. -**Broncodilatadores** (agonistas simpaticomiméticos B2): teóricamente facilitan la eliminación del moco al dilatar los bronquiolos, estimular la actividad de los cilios y, si existe broncoespasmo, aumentar la velocidad máxima del flujo de aire.

* Metaproterenol: dosis: 0.2-0.3 ml al 5 % en 2-3 ml SSF, cada 4-6 horas, en nebulizador.

* Albuterol: dosis: 0.5 ml al 0.5 % en 2-3 ml SSF cada 6-8 horas, en nebulizador.

6. -**Anticolinérgicos**: producen broncodilatación mediante mecanismo vagal. Administrados previo a aspiración traqueal previenen la bradicardia y efectos cardiovasculares.

* Ipratropium: en inhalador. Dosis: 2 inhalaciones cada 12 horas.

* Atropina: Dosis: 0.4 Mg en 2 ml SSF.

5. - MOVILIZACIÓN PRECOZ

En base a lo antes descrito, la movilización producirá redistribución del flujo sanguíneo por efecto de la gravedad por un lado, y reapertura de alvéolos cerrados por otro, al poderse expandir los alvéolos que cambian a posiciones más superiores o anteriores, mejorando las áreas atelectásicas al producirse su reexpansión, de manera que se modifican las áreas con mala relación V/P, mejorando la hipoxémia, facilitándose la movilización y expulsión de secreciones, de manera que se previene la aparición de complicaciones respiratorias.

La tendencia actual es intentar movilizar y sentar a los pacientes antes de las 12 – 24 horas de postoperatorio, si las condiciones clínicas lo permiten.

6.- TOS

La apertura de las atelectasias requiere altos volúmenes inspiratorios. La tos es un mecanismo de defensa que es activado por la presencia de gases nocivos, exceso de moco y cuerpos extraños inhalados. Es una serie de complejas interacciones: inspiración hasta casi la capacidad pulmonar total, cierre de la glotis y contracción de los músculos abdominales, produciéndose un incremento de la presión intratorácica y una dinámica compresión de las vías aéreas; finalmente se produce una rápida apertura de la glotis para eliminar una explosiva eliminación de aire presurizado. Este alto flujo y la compresión dinámica producida facilitan la eliminación del moco y partículas extrañas.

El mejor momento para realizar la tos será cuando ya se halla facilitado la movilización de las secreciones tras la realización de maniobras que lo faciliten y la hagan efectiva.

La inhabilidad para realizar respiraciones profundas, debilidad de los músculos abdominales o la defensa de su contractura por dolor, así como el colapso de pequeñas vías, reducen su eficacia. La permanencia de glotis abierta (presente tras extubación después de varias horas de intubación traqueal) la reduce en menor medida.

La tos facilita la eliminación de cantidades anormales de moco, pero forzar toser a pacientes sin secreciones no es útil y es irritante para la mucosa respiratoria.

Debe realizarse un adiestramiento para toser. La mejor posición será con el cabezal a 30 ° o sentado, con ligera flexión de cabeza, cuello y tronco.

Puede tenerse que recurrir a estimular la producción de tos mediante aspiraciones nasotraqueales, compresión de la tráquea, o bien mediante inspiración profunda seguida de una serie de espiraciones cortas y forzadas a glotis abierta.

En caso necesario debe realizarse la tos asistida, ayudando al paciente con compresión manual de la porción diafrágica del tórax tras su estimulación.

Precauciones:

- Puede exacerbar el broncoespasmo, la tensión de suturas o incrementar la PIC.
- No debe agotarse al paciente.
- No debe forzarse NUNCA la tos.

7. - OTRAS MEDIDAS TERAPÉUTICAS

a.- Drenaje postural

Se basa en los efectos de la gravedad y en las consideraciones fisiológicas antes mencionadas para facilitar la eliminación de las secreciones, al colocar al paciente de modo que los segmentos pulmonares que se han de drenar se sitúen en la parte más alta. Después de la movilización se facilita la eliminación mediante la tos, aspiración traqueal o ambas.

Las secreciones tienden a retenerse en determinadas áreas del pulmón y áreas adyacentes a contractura muscular. Los cambios de posición frecuentes disminuyen la tendencia a retener secreciones. Debe tenerse un profundo conocimiento de los segmentos pulmonares para realizar un drenaje apropiado y eficaz.

En el tratamiento postoperatorio deben incluirse normas de rotación posicional rutinaria, así como las posiciones de drenaje ideales para los diferentes segmentos pulmonares afectados. Dado que estas posiciones pueden ser extremas y no son toleradas ni está indicadas en el postoperatorio inmediato de determinada cirugía, existen posiciones modificadas que pueden ser eficaces, incluso en decúbito supino.

Precauciones:

- a.- Posiciones extremas pueden exacerbar lesiones medulares, aumento de la PIC o hipoxémia.
- b.- Posibilidad de extubación traqueal.
- c.- Posibilidad de pérdida de catéteres intravasculares.

b. - Percusión

Es coadyuvante del drenaje postural. El objetivo es desprender las secreciones adheridas. Se aplica sobre la parte de la pared torácica que corresponde a los segmentos a drenar. Se realiza golpeando rítmicamente el tórax con ambas manos ahuecadas. Se efectúa en ambos tiempos respiratorios. La fuerza a aplicar no debe ser grande. No debe golpear sobre prominencias óseas.

c. – Vibración

Se realiza tras la percusión. Solo debe realizarse durante la espiración. El objetivo es movilizar las secreciones hacia los bronquios para su eliminación. Debe seguirse la dirección funcional de las costillas y músculos. Puede realizarse de manera manual o mecánica.

Precauciones:

La percusión y vibración deben realizarse con máximo cuidado en pacientes con suturas bronquiales y vasculares pulmonares, así como en cirugía esofágica y gástrica (nunca antes de la 72 h. de postoperatorio) y en presencia de drenajes torácicos, traumatismos torácicos, aumento de la PIC, cardiopatía isquémica, coagulopatías y broncoespasmo.

6. -ASPIRACIÓN DE LA TRÁQUEA

Permite la eliminación de secreciones sin intervención de los mecanismos fisiológicos:

- **Paciente intubado:** Debe ventilarse manualmente con oxígeno. Si las secreciones son espesas puede instilarse 1-2 ml de SSF por el tubo endotraqueal, ventilar con O₂ nuevamente y luego, de manera estéril introducir el catéter para aspirar. Permite eliminar las secreciones de vías aéreas de grueso calibre y tubo endotraqueal. Se realiza las veces necesarias.

- **Paciente extubado:** Siempre después de preoxigenación, pasando el catéter a ciegas a través de una ventana nasal, introduciéndolo en tráquea durante la inspiración. Pueden ser necesarios varios intentos. Si debe repetirse con frecuencia debe plantearse la necesidad de intubación endotraqueal.

Precauciones: Puede causar hipoxemia (siempre hay que preoxigenar), arritmias, traumatismo, contaminación bacteriana, vómitos e hipertensión craneal.

7. - BRONCOSCOPIA TERAPÉUTICA

Se realiza mediante fibroscopio de fibra óptica para visualizar, realizar lavados y aspirar segmentos pulmonares. Debe realizarse por personal especializado.

Siempre debe preoxigenarse al paciente.

Se lleva a cabo en las atelectasias lobares o segmentarias en las que ha fracasado la FTR o cuando no es posible realizarla.

Precauciones: Puede aparecer hipoxemia, broncoespasmo, neumotórax, hemoptisis, arritmias e hipertensión arterial.

8. - OXIGENOTERAPIA

El oxígeno se administra para tratar o prevenir la hipoxemia, sin que ejerza influencia sobre las anomalías existentes en los espacios aéreas.

Las respuestas fisiológicas a la hipoxemia e hipoxia deben orientar a entender las indicaciones de la oxigenoterapia:

- Incremento de la ventilación minuto, con incremento de la ventilación alveolar y del trabajo respiratorio.
- Incremento del gasto cardíaco, que mantiene un consumo de O_2 elevado con disminución del contenido del mismo, incrementando el stress cardiovascular.

El objetivo de la oxigenoterapia será incrementar el contenido de O_2 y por consiguiente, disminuir el trabajo respiratorio y el stress miocárdico.

Riesgos:

- a.- Favorece la combustión. Evitar presencia de grasa en las conexiones así como la producción de chispas.
- b.- Hipoventilación: puede aparecer en los pacientes cuyo impulso respiratorio se genera habitualmente en condiciones hipóxicas.
- c.- Atelectasia por reabsorción: cuando se administra oxígeno al 100 %. En condiciones normales, el nitrógeno permanece en equilibrio en el alvéolo y lo mantiene abierto. Al administrarse altas concentraciones de oxígeno, el nitrógeno es lavado del alvéolo, que permanece lleno de O_2 . En áreas de reducida relación ventilación/perfusión, el O_2 es absorbido a la sangre más rápidamente que es reemplazado. Ello produce que los alvéolos afectados reduzcan progresivamente su tamaño hasta llegar al volumen crítico al cual la tensión superficial causa colapso alveolar. Este fenómeno se precipita administrando fracción inspirada de O_2 ($Fi O_2$) >0.5 .
- d.- Toxicidad del oxígeno: altas concentraciones de O_2 son lesivas para el pulmón. El mecanismo de la toxicidad del O_2 estaría relacionado con una elevada producción de radicales libres de O_2 , los cuales afectarían la función celular interfiriendo la síntesis de ADN y rompiendo la integridad de las membranas celulares. Los mecanismos eliminadores de los radicales están sobrepasados y aparece la toxicidad.

No se conoce con certeza la concentración máxima inocua para la administración prolongada. Bastan pocas horas de inhalación de O_2 al 100 % para producir una ligera disminución de la CV, de la capacidad de difusión y de la compliancia, así como un aumento de la mezcla venosa y del espacio muerto.

En general, debe evitarse la exposición de $Fi O_2 >0.5$ más de 24 horas. Es por ello que debe emplearse la concentración de O_2 más baja que logre eliminar la hipoxemia. Cuando se tema la acción tóxica del O_2 ($Fi O_2 >0.6$ más de 24 horas), se introducirá o incrementará la PEEP para poderla disminuir.

Administración de O_2 : puede administrarse mediante dispositivos de rendimiento variable o constante.

1.-Dispositivos de rendimiento variable: permiten la entrada del aire ambiente. Conforme el flujo de gas aumenta, o disminuye el V_t o la velocidad de flujo inspirado, mayor es la concentración de O_2 suministrado.

1.a. - **Cánulas nasales**: pequeños tubos de plástico que se introducen en las ventanas nasales, administrando O₂ seco al 100 %. La Fi O₂ se modifica variando la velocidad de flujo del gas. En un adulto normal, la Fi O₂ se incrementa un 4 % respecto al aire ambiente por cada litro por minuto de incremento en el flujo. Es el sistema más cómodo, pero a flujos altos produce desecación de la mucosa nasal.

1.b. - **Mascarilla simple**: desechable, de plástico. La Fi O₂ está en función del flujo de O₂. Permite administrar Fi O₂ entre el 0.24-0.50.

1.c. - **Mascarilla de reinhalación parcial**: es una mascarilla sencilla con un reservorio en el que se introduce el O₂, el gas inhalado es una mezcla del aire ambiente y el reservorio. La concentración puede llegar al 0.6-0.8.

1.d. - **Mascarilla sin reinhalación**: también lleva reservorio, pero una válvula impide coger aire ambiente, con lo que la concentración es mayor, llegando al 0.95.

2.- Dispositivos de rendimiento constante: se utiliza un flujo elevado de gas para suministrar la totalidad del gas inspirado. La Fi O₂ no se afecta por el patrón ventilatorio.

2.a. - **Sistema sin reinhalación de ajuste firme**: es similar a la mascarilla sin reinhalación, pero con la variante que es una mascarilla de tipo anestesia la que se ajusta a la cara.

2.b. - **Mascarilla con entrada de aire** (efecto Venturi): mezcla aire ambiente con O₂ seco a altas velocidades de flujo; permite aportar con precisión una Fi O₂ de 24-40 %. Es la más utilizada.

3. -Dispositivos de características intermedias: ajustando la velocidad de flujo se comportan como dispositivos de rendimiento constante o variable. Un nebulizador con entrada de aire aporta O₂ a través de un tubo de gran calibre y paredes en acordeón, a concentración y flujo controlados. Puede producirse dilución con el aire ambiente si el paciente tiene taquipnea, concentración de O₂ más elevada o menor velocidad de flujo. El aire administrado es mucho más húmedo. Son muy utilizados en el postoperatorio.

3.a. - **Mascarilla facial de aerosoles y mascarilla de aerosoles para traqueotomía**: son modificaciones de la mascarilla facial simple.

3.b. - **Pieza en T**: se utiliza para oxigenar y humidificar a los pacientes portadores de traqueotomía. Precauciones: Como la administración de O₂ no suele ser exacta, deben monitorizarse mediante pulsioximetría los pacientes durante la terapia. Deberán realizarse también controles gasométricos para saber la ventilación sobre todo los pacientes retenedores de carbónico, para ajustar correctamente la Fi O₂ a sus necesidades.

BIBLIOGRAFIA

Factores de riesgo. Valoración y prevención de complicaciones respiratorias postoperatorias

- Slinger PD, Jhonston MR. Preoperative assessment: an anesthesiologist's perspective. *Thorac Surg Clin* 2005;15: 11-25.
- C. Gomar, Villalonga R. Anestesia para cirugía torácica. En: *Respiratorio y tórax* Editor: L. Aguilera Ed.: Ergon. Madrid. 2007. ISBN: 978-84-8473-584-7 pp: 87-103.
- H. Tønnesen, P. R. Nielsen, J. B. Lauritzen and A. M. Møller. Smoking and alcohol intervention before surgery: evidence for best practice. *British Journal of Anaesthesia* 102 (3): 297–306 (2009).
- Panagiota Tzani, Alfredo Chetta and Dario Olivieri. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery. *Current Opinion in Anesthesiology* 2011, 24:2–7.
- Canet J. et al. Prediction of Postoperative Pulmonary Complications in a Population-based Surgical Cohort. *Anesthesiology* 2010; 113:1338–50
- Groth SS. Impact of preoperative smoking status on postoperative complication rates and pulmonary function test results 1-year following pulmonary resection for non-small cell lung cancer. *Lung Cancer* 64 (2009) 352–357
- Mills. Smoking Cessation Reduces Postoperative Complications: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Med.* 2011
- Qassem et al. Risk Assessment for and Strategies To Reduce Perioperative Pulmonary Complications for Patients Undergoing Noncardiothoracic Surgery: A Guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006.
- Cook. Prevention of Postoperative Pulmonary Complications. *Int Anesthesiol Clin.* 2009
- Agostini et al. Postoperative pulmonary complications following thoracic surgery: are there any modifiable risk factors?. *Thorax* 2010;65:815-818
- Semetana GW. Preoperative pulmonary evaluation: Identifying and reducing risks for pulmonary complications. *Cleve Clin J Med.* 2006; 73, Supl 1: S36-41
- Lawrence. Strategies To Reduce Postoperative Pulmonary Complications after Noncardiothoracic Surgery: Systematic Review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006; 144:596-608
- Qassem A. Risk Assessment for and Strategies To Reduce Perioperative Pulmonary Complications for Patients Undergoing Noncardiothoracic Surgery: A Guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2006; 144:575-580.
- Powell Es. UK pneumonectomy outcome study (UKPOS): a prospective observational study of pneumonectomy outcome. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2009, 4:41
- Panagiota Tzani, Alfredo Chetta and Dario Olivieri. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery. *Current Opinion in Anesthesiology* 2011, 24:2–7.
- De Jong A., Futier E., Changes G., Jung B., Jaber S. Modifications périopératoires de la fonction respiratoire. *Enciclopedi Middco.quirurgique. Anesthésie-Reanimation.* Febrer 2014.
- Choi H and Mazzone P. Preoperative evaluation of the patient with lung cancer being considered for lung resection. *Current Opinion in Anesthesiology* 2014, 28(1): 18-25
- Do Nascimento et al. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 Feb 8;(2):CD006058. doi: 10.1002/14651858.CD006058.pub3
- Lo et al. Pre-operative pulmonary assessment for patients with hip fracture. *Osteoporos Int* (2010) 21 (Suppl 4):S579–S586. DOI 10.1007/s00198-010-1427-7
- Veloso et al. Evaluation of the thoracoabdominal mobility of obese subjects in pre-bariatric surgery. *ABCD Arq Bras Cir Dig* 2016;29(Supl.1):39-42. DOI: /10.1590/0102-6720201600S10011. Original article

- Weingarten et al. Predicting postoperative pulmonary complications in high-risk populations. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013 April ; 26(2): 116–125. doi:10.1097/ACO.0b013e32835e21d2.
- Ladha et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study. *BMJ.* 2015; 351: h3646. Published online 2015 Jul 14. doi: [10.1136/bmj.h3646](https://doi.org/10.1136/bmj.h3646)
- Imberger G et al. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for the prevention of mortality and postoperative pulmonary complications. *Cochrane Database Syst Rev* 2010 Sep 8, (9):CD007922
- Manuel Wenk, Stephan A. Schug. Perioperative pain management after thoracotomy. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2011, 24:8–12.
- Daly DJ, Mylles PS. Update on the role of paravertebral blocks for thoracic surgery: are they worth it?. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:38
- André P. Boezaart, Stephan D. Lucas and Clint E. Elliott. Paravertebral block: cervical, thoracic, lumbar, and sacral. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:637–643
- Mauck M, Van de Ven T, Shaw AD. Epigenetics of chronic pain after thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2014, 27:1–5
- Maxwell C and Nicoara A. New developments in the treatment of acute pain after thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2014, 27:6–11

Complicaciones postoperatorias

- Gottschalk A, Cohen S, Yang S, Ochoa EA. Preventing and treating pain after surgery. *Anesthesiology* 2006; 104: 594-600.
- Marc Lickera, Pascal Fauconneta, Yann Villigera and Jean-Marie Tschopp. Acute lung injury and outcomes after thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:61–67.
- Peter Slinger. Update on anesthetic management for pneumonectomy. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:31–37.
- Licker M. Acute lung injury and outcomes after thoracic surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:61
- Abdelaziz M et al. Best evidence topic - Thoracic non-oncologic. Is prophylactic minitracheostomy beneficial in high-risk patients undergoing thoracotomy and lung resection?. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 12 (2011) 615–618
- García-Delgado M, Navarrete-Sánchez I, Colmenero M. Preventing and managing perioperative pulmonary complications following cardiac surgery. *Anesthesiology* 2014, 27:146–152
- Berry et al. Pulmonary Function Tests Do Not Predict Pulmonary Complications After Thoracoscopic Lobectomy. *Ann Thorac Surg.* 2010 April ; 89(4): 1044–1052. doi:10.1016/j.athoracsur.2009.12.065
- Singh et al. Mediation of smoking-associated postoperative mortality by perioperative complications in veterans undergoing elective surgery: data from Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Program (VASQIP)—a cohort study. *BMJ Open* 2013;3: e002157. doi:10.1136/bmjopen-2012-002157
- Karcz et al. Respiratory complications in the postanesthesia care unit: A review of pathophysiological mechanisms. *Can J Respir Ther* Vol 49 No 4: 21-29

FTR

- Pasquina et al. Respiratory Physiotherapy To Prevent Pulmonary Complications After Abdominal Surgery. A Systematic Review. *CHEST / 130 / 6 / DECEMBER, 2006*

- Reeve et al. Does physiotherapy reduce the incidence of postoperative pulmonary complications following pulmonary resection via open thoracotomy? A preliminary randomised single-blind clinical trial. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 37 (2010)
- Hulzebos. Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery. A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, October 18, 2006—Vol 296, No. 15 1851
- Yáñez-Brage et al. Respiratory physiotherapy and incidence of pulmonary complications in off-pump coronary artery bypass graft surgery: an observational follow-up study. *BMC Pulmonary Medicine* 2009, 9:36
- Pasquina P. Respiratory Physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: A systematic review. *Chest* 2006; 130: 1887-1899
- Guimaraes MM. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009. 8(3): CD0066058
- Hulzebos EH et al. Feasibility of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass surgery with a high risk of postoperative pulmonary complications: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2006; 20(1): 949-59
- Hoogeboom TJ., Jaap J. Dronkers JJ, Erik H.J. Hulzebos EHJ, van Meeteren NLU. Merits of exercise therapy before and after major surgery. *Anesthesiology* 2014, 27:161–166
- Katsura et al. Preoperative inspiratory muscle training for postoperative pulmonary complications in adults undergoing cardiac and major abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Oct 5;(10):CD010356. doi: 10.1002/14651858.CD010356.pub2.
- Benzo et al. Preoperative Pulmonary Rehabilitation before Lung Cancer Resection: Results from two Randomized Studies. *Lung Cancer.* 2011 December ; 74(3): 441–445. doi:10.1016/j.lungcan.2011.05.011

Cirugía abdominal

- James M. McKeivith and Stephen H. Pennefather. Respiratory complications after oesophageal surgery. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2010, 23:34–40
- Ju-Mei Ng. Update on anesthetic management for esophagectomy. *Current Opinion in Anesthesiology* 2011, 24:37–43.
- Smith et al. Postoperative Pulmonary Complications after Laparotomy. *Respiration* 2010;80:269–274
- Feeny C. Preoperative physical activity levels and postoperative pulmonary complications post-esophagectomy. Review. *Diseases of the Esophagus.* 2011; 24(7): 489-94
- Feeny C. Assessment of physical fitness for esophageal surgery, and targeting interventions to optimize outcomes. *Diseases of the Esophagus* (2010) 23, 529–539
- Bussièrès JS. Open or minimally invasive esophagectomy: are the outcomes different?. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2009, 22:56
- Ju-Mei Ng. Update on anesthetic management for esophagectomy. *Current Opinion in Anesthesiology* 2011, 24:37–43.
- Dronkers J et al. Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intensive inspiratory muscle training: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* 2008; 22(2):134-42
- Baltieri et al. Use of positive pressure in the bariatric surgery and effects on pulmonary function and prevalence of atelectasis: randomized and blinded clinical trial. *ABCD Arq Bras Cir Dig* 2014;27(Suppl. 1):26-30. Original Article
- Graybill et al. Impact of Smoking on Perioperative Pulmonary and Upper Respiratory Complications after Laparoscopic Gynecologic Surgery. *Gynecol Oncol.* 2012 June ; 125(3): 556–560. doi:10.1016/j.ygyno.2012.03.020

- Oliveira et al. Postoperative effect of physical therapy related to functional capacity and respiratory muscle strength in patients submitted to bariatric surgery. *ABCD Arq Bras Cir Dig* 2016;29(Supl.1):43-47.
DOI: /10.1590/0102-6720201600S10012. Original Article
- Reinersman et al. External validation of the Ferguson pulmonary risk score for predicting major pulmonary complications after oesophagectomy. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 49 (2016) 333–338. doi:10.1093/ejcts/ezv021. ORIGINAL ARTICLE
- Da Silva et al. Impact of respiratory therapy in vital capacity and functionality of patients undergoing abdominal surgery. *Einstein*. 2016;14(2):202-7. Original article.

Cirurgia Cap I coll

- Soo-Kim Ong, et al. Pulmonary Complications Following Major Head and Neck Surgery With Tracheostomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;130:1084-1087
- Herberger PC et al. Complications after free flap surgery: do we need a standardized classification of surgical complications?. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2011. Feb 21
- Buitelaar Dr. Et al, Cardiovascular and respiratory complications after major head and neck surgery. *Head Neck* 2006; 28(7): 595-602
- Perisanidis C et al. Complications after free flap surgery: do we need a standardized classification of surgical complications?. *Br J Maxillofac Surg*. 2011; Feb 21
- Dillon JK et al. Identifying risk factors for postoperative cardiovascular and respiratory complications after major oral cancer surgery. *Head Neck* 2011; 33(1): 112-6

Finalizado: Febrero 2002

Última revisión: Marzo 2017