

VENTILACIÓ MECÁNICA A REANIMACIÓ

Dra. ROSA M^a VILLALONGA VADELL

Dra. MAYLIN KOO GOMEZ

Departament de Anestesiologia, Reanimació I Teràpia del Dolor

Hospital Universitari de Bellvitge.

Febrer, 2006

VENTILACION MECANICA EN REANIMACIÓN.

INTRODUCCION

La ventilación mecánica (VM) es un procedimiento de sustitución temporal de la función ventilatoria.

La insuficiencia respiratoria se define como la incapacidad del sistema respiratorio para afrontar la actividad metabólica del organismo. El objetivo general de la ventilación mecánica será el paliar y sustituir los déficits del sistema respiratorio hasta su reversión.

En nuestra especialidad debemos diferenciar dos indicaciones distintas de VM: por un lado la utilizada como soporte respiratorio durante la Anestesia general (AG), cuyos respiradores deberán tener unas prestaciones determinadas para cubrir las necesidades durante los tiempos quirúrgicos, y por otro lado, la utilizada como soporte respiratorio en Reanimación durante la atención al paciente crítico, con unas prestaciones adecuadas a las necesidades de este tipo de pacientes.

El gran desarrollo llevado a cabo por la biotecnología, a permitido la aparición de respiradores con sistemas neumáticos de alto rendimiento y sistemas electrónicos de doble o triple microprocesador destinados al manejo del paciente crítico de la manera más fisiológica y con adaptación instantánea a sus necesidades ventilatorias.

El objetivo fundamental de todos estos avances es la máxima adaptación a las necesidades del paciente, produciendo las mínimas ingerencias sobre su fisiología, así como posibilitando una interrelación paciente / respirador, de manera que se restituya lo antes posible su función respiratoria.

Estos respiradores de última generación presentan una serie de características.

- sistemas electrónicos controlados por microprocesador, que integran presiones, volúmenes, flujos, tiempos, resistencia, compliancia, etc., de manera que los volúmenes son entregados de la manera más fisiológica posible
- modalidades de ventilación controlada por volumen o por presión
- modalidades mixtas, que permiten reintroducción de ciclos espontáneos que facilitan la ventilación
- ventilación espontánea con diferentes modalidades de soporte y asistencia para facilitar el destete
- posibilidad de ventilación no invasiva a fin de evitar la intubación traqueal y sus consecuencias

INDICACIONES DE VENTILACION MECÁNICA EN REANIMACIÓN.

Las indicaciones clínicas básicas serán: corregir hipoxemia, acidosis respiratoria o deterioro respiratorio progresivos.

Las principales indicaciones específicas de ventilación mecánica en Reanimación se exponen en Tabla 1:

Tabla 1. - Indicaciones de Ventilación mecánica en Reanimación.
Depresión de los centros respiratorios, bien neurológica, bien farmacológica.
Disfunción de los músculos respiratorios.
Descompensaciones de neumopatías y broncopatías.
Síndrome de distress respiratorio.
Descompensación aguda en el E.P.O.C.
Edema agudo de pulmón.
Descompensación respiratoria postoperatoria.
Prevención y tratamiento de atelectasias perioperatorias.
Situación de shock establecido.
Prevención y tratamiento de atelectasias perioperatorias.
Situación de shock establecido.

CRITERIOS CLINICOS

Los criterios clínicos clásicos (tabla 2) de indicación de ventilación mecánica serán:

Tabla 2. - Criterios clínicos de Ventilación mecánica
- Frecuencia respiratoria $> 35 \text{ x'}$.
- Capacidad vital $< 15 \text{ ml./Kg}$.
- Fuerza inspiratoria $< 25 \text{ cm. H}_2\text{O}$.
- $\text{Pa O}_2 < 60 \text{ mm. Hg}$ con Fi O_2 del 50 %.
- $\text{Pa CO}_2 > 55 \text{ mm. Hg}$.
- $\text{P (A-a) O}_2 < 450 \text{ mm. Hg}$.
- $\text{Vd/Vt} > 0.6$

Debemos tener en cuenta por un lado, que a pesar de los datos físicos y analíticos, debe prevalecer siempre la situación clínica del paciente, existirán pacientes con menos alteraciones en los que se objetivará necesidad de ventilación mecánica, y pacientes con función más deteriorada que lo toleran.

Este es el caso por ejemplo de los pacientes con enfermedad pulmonar crónica, en los que no son aplicables siempre estos criterios ya que los pacientes se hallan adaptados y no tienen manifestaciones clínicas de insuficiencia respiratoria sino con valores mucho más bajos.

En ellos deberá existir:

- $\text{pH} < 7.20$
- $\text{Pa O}_2 < 50 \text{ mm. Hg}$, administrando Fi O_2 al 50 %.
- Agitación, falta de colaboración, necesidad de sedación, indicativos de afectación neurológica por la insuficiencia respiratoria.
- Deterioro del estado general, sin necesidad de empeoramiento gasométrico.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y FISIOPATOLÓGICOS QUE INTERVIENEN EN LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Durante la respiración espontánea normal, la insuflación pulmonar se produce por el gradiente creado entre la presión de la vía aérea (P_{aw}) y la presión pleural (P_{pl}), ($P_{aw}-P_{pl}$), generado gracias a la contracción de los músculos inspiratorios. Durante la ventilación mecánica (VM), este gradiente también se produce, aunque en este caso es debido al incremento de presión (P) ejercido en la vía aérea por el flujo de gas procedente del respirador.

El aumento de la P_{aw} es transmitido a la cavidad torácica, incrementándose en consecuencia la presión intratorácica, produciéndose una inversión de presiones respecto a la ventilación espontánea.

Este incremento de P está condicionado por:

- el volumen corriente insuflado
- la compliancia del parénquima pulmonar
- la compliancia de la caja torácica
- la presión abdominal ejercida sobre el tórax a través del diafragma.

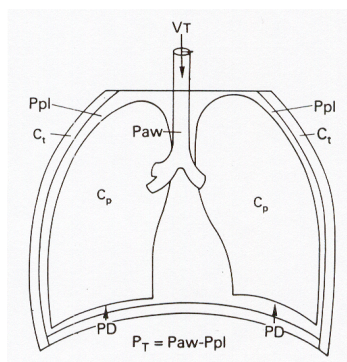


Fig. 1 Esquema de la presión positiva

Este incremento de presión intratorácica producirá una serie de cambios:

1) a **nivel respiratorio**, unas presiones alveolares muy elevadas podrán llegar a producir un colapso del flujo capilar, con lo que se incrementan las zonas mal perfundidas, y por tanto el shunt pulmonar; así mismo, unas presiones tan elevadas conllevan riesgo de barotrauma. También se produce incremento de la presión de la arteria pulmonar.

2) Otra de las repercusiones más importantes será a **nivel hemodinámico**, apareciendo ↓ del retorno venoso y del gasto cardiaco, con la consecuente disminución de la presión arterial, que se ven de manera más marcada durante la utilización de la PEEP.

3) No debemos olvidar los efectos que el incremento de la presión intratorácica producirá sobre el **abdomen**, que también verá incrementada su presión, y por tanto comprometida la circulación. Ello explica, en VM prolongadas, la aparición de ictericia, mayor incidencia de úlcera de stress, así como retención de agua y sodio (en este caso por 2 causas, la 1ª por redistribución del flujo intrarrenal y la 2ª por caída de la presión de aurícula izquierda, que transmitiría, vía vagal, información al hipotálamo, con incremento de ADH. Así mismo, la dificultad de retorno venoso producirá un ↑ de la presión hidrostática, con salida de agua y solutos al espacio intersticial - que explicaría la anasarca que pueden presentar estos pacientes, junto, no lo olvidemos, a la posible existencia de hipoproteinemia.

4) Se producirán también **consecuencias craneales** como son:

- incremento de la P.I.C. que se producirá secundario al incremento de la P.V.C. y dificultad de retorno en cava superior.
- ↓ de la perfusión craneal, que se producirá por el mismo motivo al que se añadirá descenso de la T.A. secundaria a ↓ del G.C. antes mencionados.

Tabla 3. - Consecuencias incremento de presiones intratorácicas.		
Consecuencias Torácicas	Consecuencias Abdominales	Consecuencias Craneales
↓ retorno venoso	Ictericia	↑ P.I.C.
↓ gasto cardíaco	Úlcus de stress	↓ perfusión cerebral
↓ tensión arterial	Redistribución flujo renal	
↑ presión arteria pulmonar	↑ presión hidrostática	

OBJETIVOS DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

1) El objetivo primordial de la ventilación mecánica es conseguir unos valores aceptables de O₂ y CO₂ a nivel sanguíneo, impidiendo la aparición de hipoxemia y acidosis respiratoria. Para ello es necesario asegurar para un correcto intercambio gaseoso la **ventilación alveolar**. Se entiende por ventilación alveolar la fracción del volumen minuto realmente eficaz

Durante la VM se incrementa el espacio muerto (V_d/V_t) anatómico y la patología del paciente puede conllevar ↑ del espacio muerto alveolar (que corresponde a zonas con una mala relación ventilación / perfusión), por lo que deberán utilizarse volúmenes minuto superiores a los previstos del paciente en ventilación espontánea.

2) El segundo objetivo será el conseguir unas **mínimas presiones intratorácicas**. Ya hemos mencionado las modificaciones que conlleva la VM secundarias a la inversión de presiones respecto de la ventilación espontánea.

3) El tercer objetivo será conseguir, dadas las características del método, dependencia absoluta del paciente al respirador como sustituto de esta función vital, tener la **máxima seguridad**, de manera que todas las medidas de control y alarmas serán pocas para conseguir este objetivo.

4) Y por último, dado que tendremos a muchos pacientes en Reanimación, bajo una sedación más o menos ligera, y sobre todo en los periodos de desconexión, despiertos y colaboradores, debemos conseguir el **máximo confort** intentando conseguir la mejor interrelación paciente / respirador con las diferentes modalidades de ventilación parcial.

PARAMETROS BASICOS

Serán los que nos permitirán obtener, sea cual sea la modalidad ventilatoria elegida, un patrón ventilatorio óptimo, entendiendo como tal el que nos permita obtener una gasometría arterial correcta con los mínimos efectos secundarios.

Los parámetros clásicos con los que contamos para conseguir un correcto patrón respiratorio los podremos prefijar en todos los respiradores, si bien en los últimos modelos, pueden venir prefijados (hay respiradores que solo solicitan el peso ideal del paciente para iniciar la programación) si bien siempre podemos y debemos nosotros modificarlo según las circunstancias,

A.- VOLUMEN CORRIENTE (Vc)

Es el primer parámetro básico. Un volumen minuto determinado lo podemos conseguir mediante diferentes Vc según la f que se utilice.

Los valores más comúnmente aceptados son entre 10-15 ml/Kg. , aunque es orientativo y puede variar en función de la situación y necesidades del paciente.

B.- FRECUENCIA RESPIRATORIA (f)

Las variaciones de f varían entre 10-25 resp./min.

L f óptima tenderá a los valores más bajos posible, en función de la patología del paciente.

C.- FRACION INSPIRADA DE O₂ (Fi O₂)

La adecuada oxigenación arterial la podemos conseguir, no solo mediante una correcta ventilación, sino también administrando la mezcla de aire y O₂ adecuada. Se ha demostrado que en un pulmón sano, el empleo de VM conlleva un ↑ del cortocircuito intrapulmonar (shunt) del 10 %, fundamentalmente a expensas de la zona subdiafragmática. Ello obliga a incrementar la Fi O₂, debiéndose administrar a una concentración de 40 % si no queremos ver la aparición de hipoxémia en el transcurso de la VM prolongada.

D.- FLUJO INSPIRATORIO (FI)

Es obvio que hablar de FI es hablar de tiempo inspiratorio (Ti). Para una misma f, si modificamos el FI, modificaremos la relación I/E, ya que a mayor flujo se obtendrá antes el Vc deseado, por tanto, se acortará el Ti. Sin embargo, probablemente incrementemos la presión en vías.

Si utilizamos un flujo alto obtendremos a nivel pulmonar un flujo turbulento. Si tenemos en cuenta la distribución del gas, que vendrá determinada por la existencia de zonas en el pulmón con distinta constante de tiempo, es decir, por las variaciones regionales de resistencia y compliancia, obtendremos aéreas que estarán bien ventiladas y otras en las que ese flujo turbulento impedirá un correcto llenado y por lo tanto hipoventilación de dichas zonas e incremento del shunt, todo lo contrario del objetivo que

pretendíamos. Sin embargo, si utilizamos flujos más bajos, a nivel pulmonar obtendremos flujos laminares, que permitirán un paso correcto a todos los alvéolos, incluso los que tienen incrementadas las resistencias, mejorando la ventilación, que es nuestro objetivo.

E.- MORFOLOGIA DE LA ONDA DE FLUJO

Además de la magnitud del FI utilizado, podemos variar la forma de entrega (lo que se denomina curva de flujo). El patrón de la onda de flujo puede tener 4 modalidades: desacelerado, constante, acelerado y sinusoidal. Existen grandes controversias sobre la curva de flujo ideal. En líneas generales, en la ventilación

controlada por volumen el flujo entregado es el constante o en meseta, en tanto que en el modo controlada por presión el flujo entregado es decreciente o desacelerado. Lo ideal es administrar a cada paciente el tipo de flujo para un mismo volumen que determine la menor presión en vías.

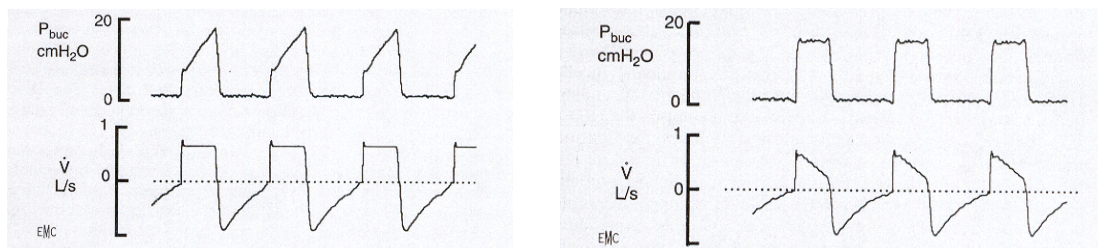


Fig. 2. - Tipos de onda de flujo y presión según ventilación controlada por volumen (A) o por presión (B).

En la figura 2 observamos los dos tipos de onda de flujo según la modalidad de ventilación, controlada por volumen (A), en el que se aprecia una onda cuadrada, a la que corresponde un incremento de presión progresivo hasta alcanzar un pico, frente al modo de ventilación controlado por presión (B), con una onda de flujo decreciente que presenta un flujo inicial muy rápido y un cese progresivo, en tanto que la curva de presión presenta una subida brusca que se mantiene durante la duración del tiempo inspiratorio.

Actualmente los microprocesadores permiten el denominado autoflujo, que no es más que la adaptación instantánea del flujo inspiratorio según las características pulmonares (compliancia y resistencia) y las necesidades de la ventilación espontánea del paciente, de manera que se entrega el volumen a la velocidad que el paciente necesita en cada ciclo.

F.- PAUSA POST-INSPIRATORIA

Equivale al cierre fisiológico de la glotis, tiempo en el que se redistribuye el flujo en el árbol bronquial. Se utiliza con el fin de mejorar la distribución del FI. Durante este periodo el FI es nulo, y se homogeneiza su distribución, con lo que se mejora el V_d/V_t. No se debe olvidar que puede incrementar

las presiones intratorácicas. Se caracteriza por un flujo cero manteniéndose en los pulmones el volumen circulante entregado. Es un parámetro básico de cara evitar atelectasias y reclutar alvéolos.

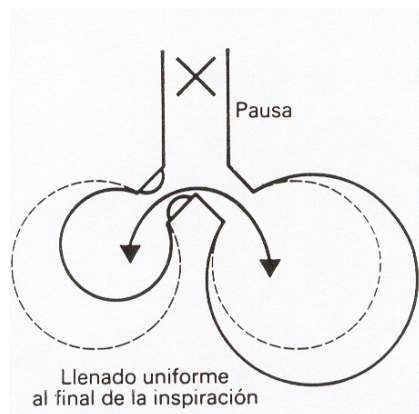


Fig. 4. - Esquema del efecto de redistribución debido a la pausa postinspiratoria.

G.- RELACIÓN I:E

La relación I/E es un parámetro secundario a la f y al Flujo inspiratorio. Existen respiradores con mando I/E, pero no son más que sistemas de regulación del Flujo inspiratorio dependiendo de la f .

Se recomienda una **relación I/E:1/2**. En situaciones con \uparrow de las resistencias aéreas e importante atrapamiento aéreo, se ha propuesto prolongarla 1/4, para facilitar la salida del gas. En el paciente restrictivo, con dificultad tanto en la entrada como en la salida del aire, puede necesitarse una relación 1:1, con tiempos inspiratorio y espiratorio iguales. El paciente afecto de crisis asmática puede precisar de una prolongación del tiempo espiratorio, al estar muy alargada la espiración, que es cuando tiene el problema, en tanto que el tiempo inspiratorio, sin problemas generalmente puede ser normal.

La **inversión** de este cociente ha sido propuesto como alternativa a la PEEP, pues al mantener una presión media intratorácica más elevada se \uparrow CRF, ya que el \uparrow del T_i producirá un \uparrow P alveolar media y una \downarrow aporte venoso pulmonar. Ello conlleva una redistribución del volumen hacia zonas con mayores constantes de tiempo, permitiendo su reexpansión, y por tanto favoreciendo el reclutamiento alveolar y por tanto una mejoría de la hipoxemia.

El modo más seguro de realizarlo es mediante la ventilación VCP, ya que imposibilita un incremento superior al prefijado de la PIT, evitando la alternativa a la PEEP, pues al mantener una

presión media intratorácica más elevada se \uparrow CRF, sin las alteraciones HMDM y el barotrauma que ello conllevaría. Deben tenerse en cuenta además los riesgos de autoPEEP e hiperinsuflación que pueden presentarse, de manera que su utilización queda restringida a un grupo específico de pacientes, agotadas otras actitudes terapéuticas.

E.- FLUJO ESPIRATORIO

El inicio de la espiración se produce cuando el ventilador percibe, a través de un sensor, que se ha alcanzado un predeterminado valor: tiempo, presión, volumen o flujo. La consecuencia inmediata será la apertura de la válvula espiratoria, permaneciendo la inspiratoria cerrada. Se consigue en todos los respiradores de forma pasiva al abrirse la válvula espiratoria tras la inspiración.

Se puede contribuir activamente en esta fase introduciendo **presión positiva espiratoria final (PEEP)** utilizada básicamente para mejorar la oxigenación. Aumenta de manera inmediata la capacidad residual funcional (CRF) aumentando el número de unidades alveolares efectivas en el intercambio gaseoso. Ello permite reducir la concentración de oxígeno inspirado ($F_i O_2$), evitando sus efectos tóxicos. Su uso fue sistematizado por Ashbaugh y Petty en 1973.

La **indicación** de la PEEP será:

- **insuficiencia respiratoria aguda, sin patología pulmonar previa, que cursa con hipoxemia y \downarrow CRF.**

Las **contraindicaciones** de la PEEP serán:

- situación de hipovolémia no corregida
- procesos que cursan con \uparrow CRF
- \uparrow resistencias de vías aéreas
- existencia de fístula broncopleurales o neumotórax.

Como **inconvenientes**:

1. - a nivel ventilatorio encontraremos un incremento del espacio muerto.
2. - El efecto presión agravará los efectos indeseables de la VM, fundamentalmente \downarrow del gasto cardíaco.

La mejor PEEP es la que consigue un transporte de O_2 con el gasto cardíaco más adecuado, en tanto que la PEEP óptima es la que consigue un shunt $< 15\%$.

La **complicación** más importante será el barotrauma.

I. MECANISMOS DE SEGURIDAD

Constituyen un principio básico de la VM, dada la situación del paciente, la agresividad del método y los riesgos que conlleva.

Los sistemas de seguridad básicos son de 2 tipos: alarmas de volumen y límites de presión.

Las complicaciones más frecuentes de la VM son: obstrucción del tubo, autoextubación y desconexión de las tubuladuras. De ello se desprende que las alarmas por exceso y defecto de presión junto con alarmas de bajo volumen serán las que más rápidamente detectaran estos problemas. Los límites de f y volumen espirado tienen su indicación en técnicas de IMV. Son también necesarias las alarmas de falta de fluido eléctrico o de aporte de algún gas, así como las de $F_i O_2$.

Los respiradores actuales presentan todos los parámetros con alarmas prefijadas.

Todos ellos tienen también la llamada **ventilación de apnea**: pasado el tiempo programado de apnea, se pone en marcha de manera controlada una ventilación mínima prefijada.

MODALIDADES DE VENTILACION MECANICA

Los avances en los conocimientos de la fisiología respiratoria y en la biotecnología, han permitido un gran perfeccionamiento de los respiradores, de manera que hoy en día es posible ofertar diferentes modalidades de ventilación mecánica en función de las necesidades de cada paciente.

Básicamente las modalidades de ventilación mecánica se clasifican tal como se expone en la tabla 4:

Tabla 4. - Modalidades de ventilación mecánica.
<p>A) ventilación controlada o total (VC):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. - ventilación controlada <ul style="list-style-type: none"> - por volumen (VCV o IPPV) - por presión. (VCP) 2. - ventilación selectiva (VS) 3. - ventilación a altas frecuencias (HV) <p>B) Modalidades de ventilación parcial (VP)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. - ventilación asistida (VA.) 2. - ventilación mandatoria intermitente (IMV) 3. - ventilación mandatoria minuto (MMV) 4. - modos de ayuda respiratoria: <ol style="list-style-type: none"> a) ayuda inspiratoria o presión de soporte (AI o PS) b) flujo continuo (FC) c) presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) d) ventilación con dos niveles de PEEP (BIPAP). <p>C) Ventilación no invasiva (VNI)</p>

A) MODALIDADES VENTILACION CONTROLADA

1. - VENTILACION CONTROLADA (VC)

Es la forma más básica de VM. Los ciclos respiratorios vienen determinados por la frecuencia respiratoria y volumen corriente prefijados, independientemente de los esfuerzos realizados por el paciente. Las características del respirador deberán asegurar una ventilación alveolar correcta, debiéndose realizar controles gasométricos seriados, ya que no existe ningún medio de autorregulación por parte del enfermo. La adaptación al respirador se realizará bien de manera farmacología bien inhibiendo el centro respiratorio.

Existen dos modalidades básicas:

1. - Ventilación controlada por volumen (VCV o IPPV)

2. - Ventilación controlada por presión (VCP)

1. - En el **modo IPPV se suministra un Vc determinado a una f fija, generando la Ppico que sea necesaria** para introducirlo.

Este tipo de ventilación **asegura la entrega del Vc prefijado**, independientemente de las características mecánicas del sistema respiratorio, produciendo un incremento no controlable de la presión en vías, teniendo el riesgo de genera volotrauma o /y barotrauma.

2. - En el **modo VCP se suministra un Vc en función de una P máxima prefijada.**

En este tipo de ventilación **NO se controla directamente el Vc**, dependiendo éste de la P máx. y de la PEEP utilizadas así como de la compliancia pulmonar. Existe por tanto, riesgo de hipoventilación alveolar en función de las características mecánicas del sistema respiratorio. Como ventajas tiene que evita las Ppico elevadas y permite la inversión I:E.

A pesar de las ventajas que “ a priori” presenta la VCP (fundamentalmente evitando unas presiones intratorácicas elevadas y las consecuencias que ello conlleva), la gran mayoría de los pacientes son ventilados en todos los hospitales por el modo IPPV que “ asegura” la entrega del Vc deseado.

Las **indicaciones** de ventilación controlada serán: tórax inestable con movimientos paradójicos, insuficiencias neuromusculares (narcosis, TCE, polirradiculitis, miastenia), o situaciones en las que el esfuerzo respiratorio representa un gran trabajo respiratorio (crisis asmática, fallo ventricular izquierdo, etc.)

2. - VENTILACION SELECTIVA (VS)

En determinados pacientes puede ser necesario la ventilación diferenciada de ambos pulmones, con respiradores y características diferentes (contusión pulmonar unilateral, neumonía unilateral, edema

pulmonar unilateral, fistulas broncopleurales. Es una técnica dificultosa, que precisa intubación con tubo de doble luz (con todos los problemas técnicos y de manejo que conlleva), engorrosa en la cabecera del enfermo ya precisa de dos respiradores sincronizados, y que debe considerarse como última opción.

3. -VENTILACION A ALTAS FRECUENCIAS (HV)

Dentro de este concepto entran 3 modalidades diferentes, que tiene en común el empleo de f superiores a 60 x'.

1. - Ventilación a alta frecuencia con presión positiva (HFPPV): semejante a la convencional pero con f entre 60-100 x', y Vt pequeños, pero siempre superiores al espacio muerto.
2. - Oscilación a alta frecuencia (HFO): La frecuencia aumenta hasta 1000 x'. Los Vt son inferiores al espacio muerto.
3. - Ventilación con jet a alta frecuencia (HFJV): Frecuencias entre 60-600 x', mediante un tubo estrecho se introduce un flujo de alta velocidad. No existe válvula espiratoria y la entrega de gas se realiza por efecto Venturi.

Las **indicaciones** en Reanimación son muy restringidas, utilizándose en pacientes con fistula bronco.pleural de muy difícil manejo.

B) MODALIDADES VENTILACION PARCIAL

Las modalidades de ventilación parcial se exponen en la tabla 5:

Tabla 5. - Modalidades de ventilación parcial.
<ul style="list-style-type: none">- Ventilación asistida (VA)- Ventilación mandatoria intermitente (IMV)- Ventilación mandatoria minuto (MMV)- Ventilación con dos niveles de presión (BIPAP)- Modos de asistencia respiratoria:<ul style="list-style-type: none">- Ayuda inspiratoria o presión de soporte (PS)- Flujo continuo- Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP)

1. - VENTILACION ASISTIDA (VA)

En este tipo de ventilación cada nuevo ciclo respiratorio se inicia mediante los esfuerzos inspiratorios del paciente. Así, la f la determina el propio paciente, disminuyendo el esfuerzo inspiratorio.

Los respiradores actuales permiten además prefijar una f que asegure una ventilación mínima adecuada, ya que el principal inconveniente de este modo de ventilación serán las variaciones de f del paciente. Si éste disminuye su número, aparecerá hipoventilación que no podría ser compensada por el respirador. Si incrementa mucho su f , aparecerá taquipnea que conducirá a ineffectividad y fatiga muscular respiratoria.

Como **ventajas** presenta:

- 1) autorregulación del volumen minuto por el propio paciente
- 2) menor esfuerzo inspiratorio
- 3) menores presiones intratorácicas, y por tanto, menores repercusiones hemodinámicas de la VM.

La **indicación** principal será en pacientes conscientes, que pueden colaborar durante el weaning.

2. - VENTILACION MANDATORIA INTERMITENTE (IMV)

Esta modalidad de ventilación permite intercalar al paciente respiraciones espontáneas entre los ciclos programados en el respirador.

Fue introducido por Kirby en 1971 como técnica ventilatoria en recién nacidos con distress; Downs en 1973, la introdujo en adultos como método de desconexión, aunque posteriormente se ha visto que es una buena técnica de soporte ventilatorio. La diferencia respecto a la técnica anterior reside en que aquí no hay un sistema de "trigger" que ayude al inicio de la inspiración. El paciente debe ser capaz de realizar solo el esfuerzo inspiratorio.

Actualmente muchos respiradores además permiten sincronizar con los esfuerzos inspiratorios del paciente los ciclos del respirador, lo que se conoce como **IMV sincronizada** (IMVs).

Este tipo de ventilación asegura una ventilación minuto mínima al paciente si su f y su V_c disminuyen. El volumen minuto será la suma del prefijado en la máquina y el realizado por el paciente.

Las **indicaciones** serían VM en pacientes que no precisen hiperventilación (TCE), sedación y estén en situación hemodinámica y respiratoria estable, por todas las ventajas antes mencionadas.

Las **contraindicaciones** serían pacientes con fallo ventricular izquierdo (puede precipitar el EAP), en bajo gasto cardiaco (excesivo consumo de O_2 por el incremento del trabajo respiratorio que conlleva), tórax inestables y pacientes con crisis asmática y broncoespasmo severo. (\uparrow más la Presión intratorácica).

Las **ventajas** de este tipo de ventilación serán:

- 1) Disminución de las necesidades de sedación. Al permitir respirar espontáneamente a los pacientes, éstos "luchan" menos contra la máquina, es decir, están menos desadaptados, lo que permite:
- 2) Una disminución de las presiones intratorácicas, con los inconvenientes ya mencionados que conllevan.
- 3) Acortamiento del destete (weaning), en teoría, la menor sedación junto con el mantenimiento de respiraciones espontáneas, debe permitir el incremento progresivo del esfuerzo inspiratorio del paciente hasta poder desconectarlo. Sin embargo, existen estudios en los que esto no se ha demostrado,

encontrando incluso prolongaciones del mismo. Sin embargo es una técnica ampliamente utilizada, con buenos resultados en la mayoría de los pacientes.

4) Se evita la alcalosis respiratoria. Al permitir al paciente una autorregulación del CO₂, es poco probable que se produzca si el volumen minuto prefijado es el correcto.

5) Previene la atrofia muscular en los pacientes que precisan VM prolongada, ya que no se impide el trabajo de los músculos respiratorios.

6) Permite la utilización simultánea de PEEP, disminuyendo el riesgo de barotrauma y las alteraciones hemodinámicas secundarias, como resultado de unas presiones intratorácicas menores.

Los **inconvenientes** principales serán:

1) Puede producir incremento del trabajo respiratorio, sobre todo en pacientes con edema pulmonar o shock, en los que no estaría indicado, ya que este incremento producirá aumento del consumo de O₂, y a la larga fracaso de la técnica.

2) Ya se ha mencionado que también, en determinados pacientes, puede prolongar el tiempo de desconexión, así como producir hipoventilación, si no está correctamente ajustado un volumen minuto mínimo.

3. - VENTILACION MANDATORIA MINUTO (MMV)

Esta técnica asegura un volumen minuto constante, de manera que se realizará un ciclo respiratorio si el paciente NO realiza el volumen minuto mínimo prefijado. Sin embargo no asegura una ventilación alveolar minuto, ya sobre todo si presenta frecuencias respiratorias altas, con volúmenes cortos, el resultado será un volumen minuto correcto, pero a nivel efectivo el paciente hipoventilará. Puede regularse una ventilación minuto mínima que asegure la ventilación del paciente si ello ocurre.

4. - VENTILACION A DOS NIVELES DE PEEP (BIPAP)

Gracias a variaciones predeterminadas del flujo sobre las válvulas inspiratoria y espiratoria, la Paw se mantiene regulada a dos niveles, con duraciones distintas, de manera que la primera caída de presión realiza una parte de la ventilación alveolar, siendo esta etapa la asistencia, en tanto que el resto de gradiente lo realiza el paciente hasta completar el ciclo completo.

La mayoría de los respiradores actuales permite realizar ventilación controlada por presión e ir introduciendo de manera progresiva la interacción del paciente mediante la BIPAP, facilitando la desconexión.

Puede añadirse presión de soporte (ver más adelante) como asistencia respiratoria también en esta modalidad.

SIEMPRE que se trabaja con modalidad de presión debe haberse programado la ventilación de apnea (que asegura una ventilación mínima minuto entregada por volumen) para evitar la hipoventilación o un accidente hipóxico.

5. - METODOS DE ASISTENCIA RESPIRATORIA Son técnicas de soporte respiratorio orientadas a facilitar la desconexión del respirador, tendentes a disminuir el esfuerzo inspiratorio y trabajo respiratorio al iniciar ciclos espontáneos el paciente. Pueden asociarse todas conjuntamente, si bien no todos los respiradores presentan todas las opciones,

5. A.- AYUDA INSPIRATORIA O SOPORTE DE PRESION (SP)

Supone mantener una presión constante prefijada en la vía aérea mientras el paciente realiza la inspiración. Esta ayuda se realiza en los ciclos espontáneos del paciente. El respirador aporta el volumen corriente en cada esfuerzo inspiratorio del paciente con una presión positiva. Equivale a un respirador de presión: insufla aire hasta llegar a una presión determinada. Ello implica que el volumen entregado estará con relación a la presión prefijada.

Conforme el paciente se incorpora a la respiración, debe reducirse progresivamente la presión de soporte, para que participe cada vez más incrementado su frecuencia respiratoria y su volumen minuto hasta que pueda desconectarse definitivamente.

Como **ventajas**: evita la aparición de fatiga muscular respiratoria y agotamiento.

Indicaciones: Es una buena técnica para iniciar la desconexión en pacientes sobre todo EPOC, cuyo esfuerzo inspiratorio es pequeño y les impide obtener un buen Vt. Sobre todo tras largos periodos de ventilación mecánica, en los que estos pacientes presentan atrofia de la musculatura respiratoria.

Puede añadirse a la IMVs utilizada.

5. B.- FLUJO CONTÍNUO (FC)

Administra flujo predeterminado al circuito “antes” del inicio de la inspiración, de manera que cuando el paciente inicia la inspiración obtiene inmediatamente el gas, con lo que disminuye su esfuerzo inspiratorio. Debe programarse el “ flujo básico”, que será la frecuencia de flujo que se administrará al circuito durante la fase espiratoria y que será entregado al ser activado por la “ sensibilidad de flujo”, que es la frecuencia de flujo inspirada por el paciente y que desencadenará el ciclo respiratorio. La sensibilidad de flujo debe ser la mitad del flujo básico oscila entre (3-15 lpm), en tanto que el flujo básico varía entre (5-20 lpm).

Las respiraciones iniciadas por el paciente son “activadas” por el flujo, y luego “sostenidas” por la presión de soporte.

5. C.- PRESIÓN POSITIVA CONTÍNUA EN LA VÍA AÉREA (CPAP)

La **ventaja** fundamental es el incremento de la C.R.F.

- Mejora la relación V/P.
- Disminuye la aparición de atelectasias.

Las **desventajas** son similares a las de la P.E.E.P.:

- ↓ Gasto cardíaco.
- ↑ Presiones intratorácicas.

Estos tres métodos pueden prefijarse juntos, además de la IMVs por ejemplo, durante el período de desconexión, mejorando el esfuerzo inspiratorio del paciente y disminuyendo el trabajo respiratorio.

C) VENTILACIÓN NO INVASIVA (VNI)

Se considera un soporte ventilatorio aplicado sin el uso de intubación traqueal. Incluye CPAP, con o sin soporte de presión inspiratorio (BIPAP). Puede tener sistema de ciclado por presión o por volumen y presión de soporte.

Utilizado inicialmente solo en pacientes EPOC, actualmente está considerado un método de soporte ventilatorio para la insuficiencia respiratoria aguda, intentando evitar la intubación traqueal y las consecuencias derivadas de ella y la ventilación mecánica (fundamentalmente sobreinfección respiratoria).

Puede aplicarse con mascarilla facial o nasal, siendo a veces difíciles de adaptar, pueden dar claustrofobia, lesiones nasales, etc. Son más eficaces las mascarillas faciales, estando indicadas en las situaciones más graves.

Deben ajustarse a los menores valores de presión y de volumen necesarios para corregir la hipoxemia y/o hipercapnia.

La monitorización debe ser continua (SpO₂) y controles gasométricos seriados para valorar resultados y estrategia.

No es una técnica estandarizada en todos los centros y sus indicaciones deben ser muy ajustadas. Siguen realizándose actualmente trials para definir las claramente. En la última conferencia de consenso de Intensive Care Medicine de 2001 se aconsejaron las posibles indicaciones y contraindicaciones. Posibles indicaciones: edema agudo de pulmón (contraindicado si la causa es una coronariopatía ya que existe riesgo de IAM), crisis asmática, descompensación del EPOC, fases iniciales del distress respiratorio del adulto, insuficiencia respiratoria en el transcurso del periodo perioperatorio, tras destete para evitar fracaso y reintubación.

Si están definidas las contraindicaciones: para cardiorrespiratorio; fracaso de otros órganos: encefalopatía, hemorragia digestiva, inestabilidad hemodinámica y arritmias graves; cirugía, traumatismo o deformidad facial; obstrucción de vía aérea superior; imposibilidad de cooperación o/y protección de la vía aérea; incapacidad para eliminar las secreciones; alto riesgo de broncoaspiración.

COMPLICACIONES DE LA VM

La frecuencia y el tipo de complicaciones es muy variable y heterogénea según las series. Sin embargo está aceptado una frecuencia entre el 30 % y el 50 %.

1. - Durante la VM las principales causas son:

a.- La **obstrucción del tubo**: secundaria a acodamientos, herniación del neumotaponamiento y sobre todo los tapones mucosos. De aquí la importancia de la humidificación durante la VM.

- b.- La **autoextubación**: bien por poca sedación o en el momento de la desconexión inicial.
- c.- **Intubación selectiva** de un bronquio principal, generalmente el derecho, también debido a movimientos de la cabeza del paciente.
- d.- **Lesiones traumáticas** en comisura o nariz por roce, o/y en tráquea por las aspiraciones..
- e.- **Edema de cuerdas vocales y glotis**.

2. - Ligadas a la VM:

a.- **Técnicas del aparato**: por chequeo insuficiente antes de la conexión. Debe realizarse siempre de manera obligada antes de la conexión tanto el funcionamiento de los distintos parámetros como los sistemas de alarmas.

b.- **Atelectasias**: Su incidencia es variable. Los factores que las favorecen son: la distribución irregular del aire, que condiciona áreas con menor compliancia; las secreciones bronquiales, si no son humidificadas y aspiradas con la frecuencia necesaria. Su prevención radica pues, en humidificación correcta, aspiración frecuente y atraumática, cambios posturales, aplicación de suspiros, pausa inspiratoria e incluso PEEP.

c.- **Barotraumas**: Es una de las complicaciones más graves y que se acompaña de una mortalidad mayor. Comporta importantes alteraciones hemodinámicas y gasométricas. El diagnóstico debe ser precoz y el tratamiento inmediato. Puede aparecer: neumotórax -que puede ser hipertensivo-, neumo.mediastino, enfisema subcutáneo e incluso neumoperitoneo.

Puede quedar como secuela **fístula bronco.pleural**. Como factores favorecedores están: neumonía necrotizante, intubación accidental selectiva de BPD, EPOC reagudizada, asma bronquial, enfisema bulloso, broncoaspiración.

d.- **Volotrauma**: Es un edema lesional provocado por el aumento de volumen teleinspiratorio. Se presenta en fases avanzadas del síndrome de distress respiratorio, cuando aparece densificación importante del parénquima pulmonar (hepatización pulmonar), en la que el volumen que se considera adecuado para ventilar el parénquima es superior a la proporción del mismo efectivo para la ventilación. Esta hiperinsuflación será la responsable del edema de las zonas menos afectadas. Debe sospecharse ante deterioro radiológico no predecible por la evolución propia del distress.

e.- **Sobreinfecciones**: La intubación endotraqueal suprime los mecanismos de defensa de la mucosa nasal y faríngea, e inhibe el reflejo de la tos favoreciendo el acumulo de secreciones, lo que facilita la colonización inicial y posterior sobreinfección.

f.- **Toxicidad del O₂**: Estudios experimentales han demostrado alteraciones morfológicas tras exposiciones prolongadas de O₂. Los estudios realizados en humanos, la mayoría retrospectivos no han demostrado una correlación entre el tiempo de exposición y las lesiones necróticas halladas. Los responsables serian los radicales libres de O₂ producidos en las células expuestas. No existe evidencia de toxicidad si la Fi O₂ es < 50 % y/o el tiempo de exposición es < a 12 horas. Se intentará evitar sus efectos introduciendo siempre que se pueda PEEP para poder disminuir la Fi O₂ a niveles lo más bajos posible.

3. - Durante la extubación:

a.- **Hipoventilación**, secundaria a una precipitación de la extubación o a un nuevo deterioro del paciente.

b.- **Broncoplejia**. Puede deberse a un cierre insuficiente de la glotis durante las primeras horas de la extubación que impide la eficacia de la tos. También puede observarse en pacientes neurológicos, como secuela.

c.- **Secuelas a nivel traqueal**: fístulas traqueo.esofágicas, por el efecto pernicioso de manguito de neumotaponamiento muy hinchado + SNG. ; granulomas y estenosis traqueales secundarios a procesos inflamatorios de la mucosa.

MANEJO Y ESTRATEGÍAS VENTILATORIAS EN SITUACIONES CLÍNICAS ESPECÍFICAS

1. -- Postoperatorio inmediato de cirugías largas y complejas en pacientes con pulmones sanos.

* Iniciar IMVs progresiva asociada soporte de presión. La desconexión suele ser rápida y fácil.

2. - Postoperatorio inmediato en pacientes broncópatas severos y/o de cirugía con repercusiones respiratorias.

* Iniciar IMVs progresiva con soporte de presión, flujo continuo y PEEP (si el aparato tiene estos recursos.

Tras recuperar ventilación espontánea eficaz, mantener soporte de presión, flujo continuo y CPAP o BIPAP hasta posibilidad de extubación.

3. - Pacientes que precisan hiperventilación como mediada antiedema cerebral.

* Ventilación controlada bajo sedación, procurando mantener Pa CO₂ entre 25-30 mm. Hg y con las presiones intratraqueales (PIT) más bajas posible.

4. - Shock cardiogénico.

* Ventilación controlada bajo sedación. Introducción o incremento del soporte inotrope si se produce inestabilidad hemodinámica al iniciar o incrementar PEEP.

5. - Enfermedades neuromusculares con función pulmonar normal.

* Ventilación controlada con Vt medios-altos (12-15 ml/Kg) con flujo inspiratorio adaptado y medidas de prevención de atelectasias y aparición de neumopatías. El paso de ventilación controlada a parcial dependerá de la capacidad muscular respiratoria.

6. - Crisis asmática

* Estará indicada inicialmente ventilación controlada bajo sedación, con Vt medios (6.10 ml/Kg), flujo inspiratorio elevado y f bajas (6.10 ciclos min.), a fin de mantener un Te prolongado y facilitar la espiración.

Con ello se persigue el menor incremento posible de presiones, y menores repercusiones hemodinámicas, aunque a expensas a veces de una hipercapnia, normalmente bien tolerada (hipercapnia permisiva).

7. - Fístulas broncopleurales:

* Medidas tendentes a bajar las presiones y por tanto, las fugas aéreas: disminución del Vt y la f, ↓ de la PEEP si la oxigenación lo permite, intentar pasar a ventilación parcial.

Si estas medidas fracasan, intentar ventilación selectiva de manera separada de ambos pulmones o introducir ventilación a altas frecuencias.

8. - Síndrome del distress respiratorio del adulto.

El objetivo será conseguir una correcta oxigenación evitando lesiones del volotrauma o del barotrauma.

* Ventilación mecánica bajo sedación.

- Introducir PEEP para favorecer el reclutamiento alveolar. En muchos casos es suficiente 10-15 cm H₂O.No sobrepasar los 35 cm H₂O.

- Los resultados en cuanto a volotrauma, barotrauma e hipoventilación son similares tanto si se utiliza ventilación controlada por volumen como por presión.

- FiO₂: Dada la toxicidad demostrada del O₂, debe intentarse la administración más baja posible, compatible con una Sa O₂ aproximada del 90 %. En la fase de estabilización debe intentarse reducir la Fi O₂ manteniendo o incrementando la PEEP para mantener la oxigenación, reduciéndola después de manera progresiva, conforme mejora el cuadro.

- Vasodilatación pulmonar:

* **Oxido nítrico** (NO): molécula secretada de forma natural por las células endoteliales. Administrado por vía inhalatoria produce relajación de la musculatura vascular pulmonar. Solo actúa sobre la perfusión de las zonas ventiladas, no interfiriendo sobre la vasoconstricción hipoxia de los territorios no ventilados. Se produce una redistribución del flujo vascular pulmonar hacia las zonas mejor ventiladas. Ello explica que se potencien los efectos si se asocia a PEEP. Los mejores resultados se obtienen en pacientes con resistencias pulmonares elevadas. En las descompensaciones del paciente EPOC sin hipertensión pulmonar no es efectivo. Al atravesar la barrera alveolo.capilar se fija a la hemoglobina, no ejerciendo acción vasodilatadora a nivel periférico. Sin embargo, debe considerarse su toxicidad ya que al oxidarse y combinarse con la hemoglobina, se transforma en dióxido de carbono y metahemoglobina.

Para evitar la contaminación ambiental debe existir una extracción de los gases expirados.

- La administración debe ser cuidadosa desde una bombona a la rama inspiratoria, bien de forma continua o sólo durante la inspiración. La dosis debe ser lo más baja posible; concentraciones de 2 ppm (partículas por millón), suelen ser efectivas para mejorar la oxigenación. El límite superior está en 15 ppm para evitar el riesgo de toxicidad.

- La retirada debe ser paulatina, ya que si se realiza de manera brusca puede conllevar una HTP severa con desaturación dramática.

- no está determinado actualmente su papel definitivo en el tratamiento de esta etiología, ya que no todos los pacientes presentan beneficios con su aplicación.

OJO: ACTUALMENTE **NO ESTA PERMITIDO SU USO EN ESPAÑA** para adultos, sólo en neonatos. Se está pendiente de una nueva autorización por parte del Ministerio de Sanidad para su utilización.

* **Milrinona**: inotropo positivo y vasodilatador, disminuye más las resistencias vasculares pulmonares que las sistémicas, sobre todo si se asocia a fallo ventricular izquierdo. Su administración es endovenosa. Su uso es experimental.

* **Prostaglandinas I₂ y E₁**: producen vasodilatación no específica sobre la circulación pulmonar administrados vía endovenosa; administrados vía inhalatoria, se comportan como el NO, produciendo vasodilatación específica sobre los territorios ventilados y redistribución del flujo hacia estos. Su uso es experimental.

9. - Síndrome obstructivo o hiperinsuflación activa.

Se define como la ausencia de retorno del volumen pulmonar a la posición de reposo, es decir, de la CRF al final de la espiración. La presión alveolar es superior a la de boca. Es lo que se denomina PEEP intrínseca o autoPEEP, consecuencia de una limitación al flujo espiratorio en relación a un incremento de las resistencias espiratorias.

Se observa generalmente en patologías obstructivas crónicas y en la crisis asmática, así como en el transcurso del distress respiratorio y del edema agudo de pulmón.

No suele ser homogénea, observándose PEEP intrínsecas regionales.

Las **consecuencias** son numerosas:

- ↑ de los efectos deletéreos sobre el gasto cardíaco de la ventilación mecánica
- ↑ de riesgo de volotrauma. en ventilaciones parciales
- aumento del trabajo respiratorio, ya que el ↑ de volumen coloca a los músculos respiratorios en una relación tensión-longitud desfavorable, pudiendo aparecer desincronización paciente-respirador.

La medida de la PEEP intrínseca es por tanto, muy importante.

Y su reducción, un objetivo fundamental durante la ventilación mecánica:

- Corrección de factores extrínsecos: anomalías del circuito espiratorio, ↑ del volumen de agua de condensación, válvula espiratoria deteriorada o de baja calidad, etc.
- Corrección de factores intrínsecos: modificación del patrón ventilatorio: disminución del V_t o prolongación del Te, tratamiento broncodilatador, utilización, en casos aislados de PEEP externa similar a la intrínseca, a fin de disminuir el trabajo de los músculos respiratorios; sin embargo, se debe ser muy prudente para introducirla, seleccionando las indicaciones.

CONTROLES DURANTE LA VM

Debemos monitorizar la oxigenación, la ventilación y los parámetros del respirador.

1. - OXIGENACION.

Es a los tejidos a donde debe llegar el oxígeno para cumplir su misión, debiendo existir un correcto equilibrio entre el O₂ que se suministra y el que se consume. Debemos por tanto estudiar los componentes que afectan al aporte y a la demanda.

* **Aporte de O₂**: Es la cantidad de O₂ que llega a los tejidos. Depende del Gasto cardiaco, la saturación de O₂ de la hemoglobina y del O₂ disuelto en el plasma. La fórmula que se utiliza para su cálculo es:

$$DO_2: Q \times (1,34 \times Hg \times SaO_2) + (0,003 \times PaO_2).$$

* **Consumo de O₂**: Es la cantidad de O₂ extraído por los tejidos por unidad de tiempo. Utilizando el principio de Fick tenemos la fórmula:

$$VO_2: (V_i \times F_i O_2) - (V_e \times F_e O_2).$$

siendo V_i el volumen minuto inspirado, F_i O₂ la fracción inspirada de O₂, V_e el volumen minuto espirado y F_e O₂ la fracción espirada de O₂. Presenta dificultades técnicas para la obtención correcta de todos los parámetros.

También se puede utilizar la fórmula:

$$VO_2: Q (CaO_2 - CvO_2).$$

* **Técnicas de monitorización de O₂**: La más común es la gasometría arterial, la técnica más fiable pero que presenta el inconveniente de ser una información puntual y que requiere un tiempo determinado su realización. También contamos con la pulsioximetría, de una manera continua e incruenta nos informará de la saturación arterial periférica de O₂.

* **Controles del intercambio gaseoso:**

- **Diferencia alveolo-arterial. A-a de O₂**.

$$\text{Dif A-a: } [(P \text{ atmosf.} - P \text{ H}_2\text{O}) - P_A \text{ CO}_2] - P_a \text{ O}_2$$

en donde $P_A \text{ CO}_2 = P_a \text{ CO}_2 \times CR$

CR: cociente respiratorio (multiplicar x 1.25 o dividir por 0.87)

PA: presión alveolar; Pa: presión arterial.

$$P \text{ atmosf.} - P \text{ H}_2\text{O} = 760 - 47 = 713$$

$$\text{Dif. A-a: } [(713 \times F_i O_2) - (P_a \text{ CO}_2 / 0.87)] - P_a O_2$$

- **Fi O₂ ideal**: $(\text{Dif. A-a O}_2 + 100) / 760$

- **Shunt pulmonar (Qs/Qt)**:

$$[C(A-a)O_2 \times 0,0031] / [P(A-a)O_2 \times 0,0031 + C(a-v)O_2] \times 100.$$

El shunt pulmonar cuando se utiliza una F_i O₂ de 1 se denomina shunt verdadero. Si es <1 se denomina mezcla venosa.

2. - VENTILACION:

El CO₂ es el producto final del metabolismo aerobio. Mediante la ventilación es espirado al aire ambiente. El pulmón es capaz de eliminar grandes cantidades, y solo cuando existe patología pulmonar, o existen alteraciones neuromusculares o del centro respiratorio se retiene.

* **Monitorización:** Al igual que el oxígeno la forma más precisa es la gasometría arterial, con las ventajas y los inconvenientes antes mencionados. También disponemos de la Capnografía, de manera continua e incruenta cuantifica el CO₂ exhalado. Se realiza mediante técnicas infrarrojas.

3. - MONITORIZACION A TRAVES DEL VENTILADOR:

La incorporación de sistemas de medida y alarma en los respiradores ha permitido no solo incrementar la seguridad sino ampliar nuestros conocimientos sobre el estado funcional pulmonar de los pacientes. La mayoría de los respiradores actuales de pacientes críticos llevan monitorizados no solo los parámetros prefijados y administrados al paciente (espirados), sino también los valores calculados (presiones, flujos, compliancia, resistencia, curvas presión-volumen, etc.) representándolo también en curvas, de manera que podemos tener toda la evolución en el tiempo del paciente.

Analizaremos los parámetros básicos monitorizados en los respiradores:

* **Presión:** La medida de la presión de la vía aérea (Paw) es la monitorización principal y básica de todos los respiradores. La medición puede realizarse mediante sistema anaeroide o transductores electrónicos. Las presiones más importantes que podemos medir serán: presión pico, la máxima alcanzada, presión de meseta que indica la presión durante la pausa inspiratoria, y que si es ésta prolongada es indicativa de la presión alveolar; la presión espiratoria que nos indicará el valor de PEEP si existe; la presión media del ciclo respiratorio que nos indicará la presión transtorácica existente. Hay que tener en cuenta que los valores marcados por el respirador serán algo inferiores a los del paciente pues hay que añadir el valor del circuito respirador-paciente. Deben marcarse siempre los límites y alarmas de presión, que avisarán de una desconexión (alarma inferior) o de hiperpresión (el límite superior impedirá la realización de barotrauma ya que salta al sobrepasarse una presión predeterminada.

* **Volumen:** Aunque los sistemas de medida y los parámetros registrados difieren de un respirador a otro, todos nos darán el volumen espirado, muchos el volumen minuto, y algunos el volumen inspirado, que cotejado con los anteriores nos permite conocer la exactitud de funcionamiento del respirador o si existe alguna fuga. Muchos de ellos incorporan también el volumen realizado por el paciente en sistemas asistidos (IMV). Deben también fijarse los límites y alarmas superiores e inferiores que informarán inmediatamente de desconexión o hiperventilación.

* **Fi O₂ y mezcla de gases:** Muchos de ellos lo llevan incorporado y es obligado en los nuevos aparatos para Anestesia.

* **Frecuencia respiratoria:** La mayoría también lo incorporan. Deben fijarse los límites y alarmas (inferior informará de apnea). Muchos aparatos también integran la f espontánea del paciente, parámetro importante en los sistemas asistidos y en el momento de la desconexión.

* **Compliance y resistencia:** Algunos respiradores los llevan incorporados. Nos indicarán la situación funcional del pulmón y orientarán sobre las estrategias a seguir para optimizar la ventilación.

DESCONEXION DE LA VM

La interrupción de la VM representa un stress para el paciente, que debe incrementar su trabajo respiratorio, el consumo de O₂ e incrementa la producción de CO₂. Por tanto la primera condición para intentar la desconexión será una buena situación general, a parte de mejoría de su situación respiratoria.

A.- Condiciones generales:

Tabla 6. - Condiciones generales desconexión.
1. - Grado de conciencia suficiente.
2. - Hemodinámia estable (puede persistir necesidad de apoyo inotropo)
3. - Demanda de O ₂ normal (ausencia de fiebre, escalofríos, agitación.
4. - Transporte de O ₂ normal (Hto >30 %, no alteraciones del equilibrio ácido / base.
5. - Situación metabólica estable (no desviaciones glicemia, equilibrio hidromineral

B.- Condiciones respiratorias:

Los criterios quedan expresados en la tabla 5:

Tabla 7. - Criterios respiratorios de desconexión.
- Volumen corriente > 5 ml./Kg.
- Capacidad vital > 10 - 15 ml./Kg.
- Frecuencia respiratoria < 37 x'
- Volumen minuto reposa = 10 L./min.
- Volumen minuto máximo: Doble de VM reposo.
- Fuerza inspiratoria > 20 - 25 cm. H ₂ O.
- Capacidad residual funcional > 50 % de la teórica.
- Pa O ₂ (Fi O ₂ 0.4) > 60 mm. Hg
- Dif. A-a (Fi O ₂ 1) < 300 mm. Hg.
- Qs/Qt < 10 - 20 %.
- PH > 7.30
- Vd/Vt < 0.55 - 0.60
- Aumento CO ₂ < 8 mm. Hg

CIRCUNSTANCIAS QUE OBLIGAN A SUSPENDER LA DESCONEXION:

1. - Disminución del nivel de conciencia.
2. - Aparición de inestabilidad hemodinámica o arritmias.
3. - Aparición de signos de fatiga muscular respiratoria: taquipnea, tiraje o movimientos paradójicos.
4. - Hipoxia, con incremento de la Pa CO₂ 8 mm. Hg o pH < a 7,30.

TECNICAS DE DESCONEXION

Ya se han mencionado al hablar de los distintos modos de ventilación.

1. -Trás anestias de corta duración es fácil la desconexión, recuperando el paciente rápidamente la ventilación espontánea correcta con un nivel de conciencia bueno.
2. - Tras anestias de larga duración, en pacientes complejos y tras largos periodos de VM es más problemático. Se procederá de manera progresiva, introduciendo IMVs y añadiendo soporte de presión y asociando flujo inspiratorio y CPAP, sobre todo en los pacientes más problemáticos, que podremos recuperar progresivamente, para introducir después ventilación espontánea intermitente, pudiéndose mantener las técnicas de soporte hasta proceder a la extubación con seguridad.

CUIDADOS POSTEXTUBACION

* **OXIGENOTEPIA:** Fundamental las primeras horas o idas después de la extubación. Debe aportarse la $Fi O_2$ necesaria para mantener la $Pa O_2$ dentro de los límites aceptables. Nunca dejar sin oxigenoterapia después de una VM prolongada. Una vez estabilizada la ventilación espontánea ir reduciendo el aporte en función de las necesidades hasta su completa retirada.

* **FISIOTERAPIA RESPIRATORIA:** También fundamental ya que las primeras horas puede existir una incapacidad para cerrar correctamente la glotis y toser y expectorar. Debe realizarse: respiraciones profundas, tos asistida, clapping. Sin embargo debe evitarse la fatiga del paciente.

BIBLIOGRAFIA

- *A. Net, S. Benito. Ventilación mecánica. Ed. Dogma, Barcelona.1995.
- *A. Net, J. Mancebo, S. Benito. Retirada de la ventilación mecánica. 1995. De. Springer-Verlag Ibérica. Barcelona.
- *J. Klamburg, JM Paya. Ventilación mecánica: principios básicos. En Libro de Texto de Cuidados Intensivos G.Ginestral. Cap. 31, pp:621-659. Ed.. Salvat. Barcelona. 1994.
- * R. Smith. Tratamiento respiratorio mecánico. En Anestesia de RD Miller. 1998. Ed. Doyma, Barcelona.
- * J.P. Viale, G. Annat. Aide inspiratoire. Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Anesthésie-Réanimation, 36-945-A-10. 1994.
- * J.P Viale. Ventilation artificielle. Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Anesthésie-Réanimation, 36-945-A-10. 1997.
- * Ch. A.Slutsky. Mechanical ventilation. Chest. 1993; 104(6):1833-1859.
- * H.L. Manning. Peak airway pressure: Why the fuss?. Chest. 1994; 105:242-247.
- *J.J. Rouby. Ventilation à haute fréquence. Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Anesthésie-Réanimation, F.r. 36967- E-10. 1994.
- *J.C. Otteni, A. Steib, M. Galania, G. Freys. Appareils d'anesthésie. Ventilateurs. Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Anesthésie-Réanimation, 36-100-B-30. 1994.
- *A Hough. Physioterapy in Respiratory Care. Cap 9 Intensive care. Mechanical ventilation. Ed Stanley Thornes Ltd.Cheltenham. 2º Ed. 1997.
- *T.W. Evans. International consensus conferences in Intensive Care Medicine: Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Intensive Care Med (2001) 27: 166-178

Bibliografía nueva recomendada para este capítulo (Ventilación Mecánica en Reanimación):

1. Moloney ED, Griffith MJD. Protective ventilation with acute respiratory distress síndrome. *Br J Anaesth* 2004; 92: 261-70
2. Cooper SJ. Methods to prevent ventilator-associated lung injury: a summary. *Intensive and critical care nursing* 2004; 20: 358-6
3. Piacentini E et al. Clinical review: the implications of experimental and clinical studies of recruitment maneuvers in acute lung injury. *Crit Care* 2004; 8: 115-21.
4. Dodeck P et al. Evidence-based clinical practice guidelines for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Int Med* 2004; 141: 305-13.
5. Vender JS et al. Sedation, analgesia, and neuromuscular blockade in sepsis: an evidence-based review. *Crit Care Med* 2004; 32: suppl 554-61
6. Evidence –based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *Chest* 2001 suppl: 375-395