

VENTILACIÓN MECÁNICA: INDICACIONES Y MODOS DE VENTILACIÓN

Dr^a Carmen Reina Gimenez

Servicio de Anestesia Reanimación y Terapéutica del Dolor

**CONSORCIO HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO DE
VALENCIA**

Introducción

- Procedimiento sustitución temporal función ventilatoria
- Objetivo general: sustituir y paliar déficits del sistema respiratorio hasta su reversión
- Dos indicaciones:
 - Soporte durante la AG
 - Soporte respiratorio en Reanimación

Indicaciones de VM

- Indicaciones clínicas básicas:
 - Corregir hipoxemia
 - Corrección acidosis respiratoria
 - Corregir deterioro respiratorio progresivos

Indicaciones VM

- Indicaciones principales en Reanimación:
 - Depresión centros respiratorios
 - Disfunción musculatura respiratoria
 - Descompensación neuropatía y/o broncopatía
 - SDRA, EAP
 - Descompensación aguda EPOC
 - Descompensación respiratoria postoperatoria
 - Prevención y tratamiento atelectasias postoperatorias
 - Situación de shock establecido

Indicaciones VM

- Criterios clínicos clásicos:
 - Frecuencia respiratoria >35 rpm
 - Capacidad vital < 15 ml/kg
 - Fuerza inspiratoria < 25 cm H₂O
 - PaO₂ < 60 mm Hg con FiO₂ del 50%
 - PaCO₂ > 55 mm Hg
 - P(A-a)O₂ < 450 mm Hg
 - Vd/Vt > 0.6

Indicaciones VM

- Caso especial EPOC, criterios:
 - pH < 7.2
 - PaO₂ < 50 mm Hg con FiO₂ del 50%
 - Agitación y/o falta de colaboración
 - Necesidad de sedación
 - Deterioro general, sin empeoramiento gasométrico

Aspectos Fisiológicos y Fisiopatológicos

- Respiración espontánea: grad Paw y Ppl
- En VM: aumento de P intratorácica condicionado por:
 - Volumen insuflado
 - Complianza parénquima pulmonar
 - Complianza caja torácica
 - P abdominal sobre tórax

Aspectos Fisiológicos y Fisiopatológicos

- Respiratorio: aumento de las áreas mal perfundidas, riesgo barotrauma y aumento PAP.
- Hemodinámica: disminución RV y Gc con disminución PA
- Abdomen: compromiso de circulación y aumento P hidrostática
- Craneal: incremento PIC y disminución perfusión cerebral

Objetivos VM

- Objetivo primordial, conseguir valores aceptables de O_2 y CO_2 .
- Asegurar ventilación alveolar
- Conseguir mínimas P intratorácicas
- Obtener la máxima seguridad
- Máximo comfort

Parámetros Básicos

- Volumen corriente, 10-15 ml/kg
- Frecuencia respiratoria: 10-25 rpm
- Fracción inspirada O₂
- Flujo inspiratorio
- Morfología onda de flujo
- Pausa post-inspiratoria
- Flujo espiratorio
- Relación inspiración/espiración
- Mecanismos de seguridad

Modos Ventilatorios

- Dos métodos básicos:
 - Soporte Ventilatorio Total
 - Soporte Ventilatorio Parcial

Soporte Ventilatorio Total

- Ventilación Mecánica Controlada
- Garantiza un V_t y un VE constantes
- Diferentes tipos:
 - Ventilación controlada por volumen (VCV)
 - Ventilación controlada por presión (VCP)
 - Ventilación asistida controlada (ACV)
 - Ventilación controlada por volumen regulada por presión (PRCV)

Ventilación Controlada por Volumen

- Modo controlado por flujo o volumen, iniciado por tiempo, limitado por volumen o flujo y ciclado por tiempo
- Todos los ciclos son mandatorios: f_r , V_t , cociente T_i/T_{tot} y FI predeterminados no dependen del paciente
- Única variable dependiente P_{aw}
- Ajuste parámetros más adecuados en cada momento

Ventilación Controlada por Volumen

■ Inconvenientes:

- Desadaptación del paciente
- Falta de respuesta automática a cambios en demandas ventilatorias
- Mayor riesgo de barotrauma
- Atrofia músculos respiratorios y prolongada recuperación de ventilación espontánea

Ventilación Controlada por Volumen

■ Objetivos:

- Obtener una $PaO_2 > 60$ mm Hg con una $FiO_2 < 0.65$, manteniendo hemodinámica.

Importancia de Paw media

- Obtener un grado adecuado de ventilación alveolar
- Riesgo barotrauma P_{plat} 35-45 cm H_2O
- Riesgo volotrauma mayor diferencia entre PEEP y P_{alv} máxima
- Abolir WOB asociado a ventilación espontánea

Ventilación Controlada por Volumen

- Cociente T_i/T_{tot} ; determina tiempo dedicado a cada fase respiratoria
 - T_i : determina pausa teleinspiratoria Si P meseta $\geq 20\%$ mejor distribución gas. Si $T_i > 50\%$ IRV.
 - T_e : riesgo auto-PEEP. Cuando $T_e < 3$ constantes de tiempo del sistema, no vaciamiento pulmonar
- Flujo Inspiratorio; tiempo para suministrar V_t

Ventilación Controlada por Presión

- Se diferencia de la anterior en forma de suministrar el FI.
- Onda de flujo no constante, decreciente
- Paw constante
- Todos los ciclos mandatorios, ciclados por tiempo pero limitados por presión.
- Variables: V_t y FI
- V_t depende: impedancia SR y parámetros.

Ventilación Controlada por Presión

- Interés: evitar barotrauma y mejora de distribución de gas
- Control total variables ventilatorias:
Estrategias ventilatorias:
 - Ventilación protección pulmonar
 - Ventilación con relación I/E invertida (IRV)

Ventilación Protección Pulmonar

- Ventilación con V_t bajos, para evitar VILI
- Niveles de PEEP altos con V_t 5- 8 ml/kg y F_r elevadas
- Reducción P intratorácicas elevadas y probable mejoría oxigenación.
- Hipercapnia permisiva con VD periférica pero no pulmonar.
- PEEP óptima

Ventilación con relación I/E Invertida

- Ti superior al 50% de ciclo respiratorio
- Mejora oxigenación por:
 - Aumento V y P alveolar medios
 - FI más bajos, mejor distribución del gas
 - Producción auto-PEEP
- Inconvenientes:
 - Aumento P intratorácica media
 - Desadaptación

Ventilación Asistida Controlada

- Ciclos mismas características que en VCV y PCV pero iniciados por paciente
- Fr establecida por paciente
- Podría considerarse como un soporte parcial
- Inconvenientes:
 - WOB excesivo
 - Riesgo hiperventilación y auto-PEEP

Ventilación Asistida Controlada

- Ventajas:
 - Mantenimiento V/Q similar a espontánea
 - Prevención atrofia muscular
- Factores dependientes respirador:
 - Trigger; ajustado al máximo que no genere auto-trigger
 - FI pico; ajustado a nivel superior de FI del paciente
- Permite ajusta relación I/E

Ventilación Controlada por Volumen Regulada por Presión

- Respirador actúa como controlador de presión pero selección automática de nivel mínimo de P_{aw} necesario para entregar un volumen predeterminado
- Se ajustan: f_r , T_i/T_{tot} y V_t
- Puede aumento paulatino de P_{aw}
- Flujo decreciente

Soporte Ventilatorio Parcial

- Ventilación Mandatoria Intermittente (IMV)
- Ventilación con Volumen Mandatorio Minuto (MMV)
- Ventilación con Soporte de Presión (PSV)
- Ventilación con Soporte Adaptable (ASV)
- Ventilación con dos Niveles de Presión (BIPAP)
- Ventilación Proporcional Asistida (PAV)
- Ventilación con Patrón Espontáneo Amplificado (PEA)
- Ventilación con Compensación Automática del TET (ACT)

Ventilación Mandatoria Intermittente

- Permite suministrar cierto grado de ventilación controlada
- Fr mandatoria $<$ Fr espontánea paciente
- Recuperación progresiva de la ventilación espontánea
- SIMV mejora sincronía respirador/paciente
- Asegura un VE mínimo pero no predice VE total: riesgo de hipoventilación

Ventilación Mandatoria Intermittente

- Aplicaciones clínicas:
 - Técnica de soporte total o parcial permanente
 - Weaning
 - Si soporte parcial, obligado asociar una PSV en ciclos espontáneos para reducir WOB

Ventilación Mandatoria Minuto

- Garantiza VE constante independiente de eficacia de ventilación espontánea
- $VE = V \text{ mandatorio} + V \text{ espontáneo}$
- Compara VE espirado con VE prefijado y compensa aumentando ciclos mandatorios de V_t constante
- Todos los ciclos mandatorios son sincrónicos

Ventilación Mandatoria Minuto

■ Ventajas:

- Garantía VE, no posibilidad hipoventilación
- Hipoventilación si taquipnea

■ Inconvenientes:

- Riesgo de acomodación del paciente
- No progresión weaning

Ventilación con Soporte de Presión

- Asiste todos los ciclos espontáneos
- Controlado por presión, trigger de P o flujo, limitado por P y ciclado por el paciente
- Aproxima T_i al del patrón espontáneo
- Flujo decreciente, Flujo de corte
- Paciente determina: la F_r , la duración inspiración y, en parte, el V_t

Ventilación con Soporte de Presión

- Inconvenientes:
 - V_t depende también de R sistema respiratorio
 - V_e depende de F_r espontánea
 - Relación I/E depende de flujo de corte
- El éxito depende:
 - Sensibilidad y velocidad respuesta de trigger
 - Adecuación FI inicial
 - Selección PS más adecuado
 - Selección flujo de corte; asincronismos

Ventilación con Soporte de Presión

- **Uso Clínico:**
 - Simplicidad de utilización
 - Único ajuste específico nivel de PS
 - Favorece recuperación fuerza y resistencia muscular
 - Retirada progresiva, valorando Fr, confort y estabilidad hemodinámica

Ventilación con Soporte de Presión

- Interacción paciente/respirador
 - Grado de confort superior a SIMV
 - Asincronismos: auto-ciclado, esfuerzo no detectado, soporte interrumpido, inspiración mecánica prolongada y doble respiración en un único ciclo
 - Se puede asociar a otros modos ventilatorios
 - Dos variantes: Ventilación con Soporte de Volumen (VSV) y Ventilación con Frecuencia Mandatoria (MRV)

Ventilación con Soporte de Volumen

- La PS se ajusta a variaciones de impedancia, para mantener VE constante
- Se ajusta un VE y una Fr de referencia
- $PS \text{ necesaria} = Vt \text{ programado} / (PS \text{ previa} / Vt \text{ previo})$
- Poco útil como técnica de destete

Ventilación con Frecuencia Respiratoria Mandatoria

- En este modo la variable de referencia no es V_t o VE sino Fr
- Existe una relación inversa entre nivel PS y Fr
- Se ajusta un Fr deseada normal y la PS se adapta automáticamente según Fr medida
- Ventiladores: Cesar y Horus

Ventilación con Frecuencia Respiratoria Mandatoria

- Ajuste y funcionamiento:
 - Fr objetivo
 - Controles como PSV
 - Cada 3 ciclos compara Fr real con Fr objetivo
 - Se adapta a variación V_d y de R_{aw} ajustando PS
- Inconvenientes:
 - Riesgo hipoventilación y/o hiperventilación

Ventilación con Soporte Adaptable

- Proporcionar un grado determinado de soporte ventilatorio, como proporción del VE calculado como normal, según peso corporal (Galileo)
- Combinación de SIMV y VSV
- VE ideal 100 ml/kg/min adulto y 200 ml/kg/min pediátrico
- Ajuste automático: Fr, Vt y P inspiratoria para VE calculado

Ventilación con Soporte Adaptable

- Mínimo WOB y no aparición PEEP intrínseca
- Fr óptima: fórmula de Ottis
 - Cte tiempo SR ($C_{sr} \times R_{sr}$)
 - Vd anatómico
 - VE
- Peso de paciente y porcentaje de sustitución VE (10 – 350% del predicho)

Ventilación con Soporte Adaptable

- Paciente sin esfuerzo respiratorio con apoyo 100% ASV = CMV
- Conforme se recupera actividad ASV ~ PSV
- Evitar acomodación del paciente; disminución progresiva del porcentaje de apoyo

Ventilación con 2 Niveles de Presión en Vía Aérea

- Ventilación controlada por presión y ciclada por tiempo, con posibilidad de ventilación espontánea en todo momento
- Selección de 2 niveles de CPAP y tiempo en que se aplica cada uno de ellos

BIPAP

- Tipos de BIPAP:
 - APRV-BIPAP: ventilación espontánea a cierto nivel de CPAP (P_{sup}) que disminuye periódicamente
 - PCV-BIPAP: ninguna actividad espontánea, ventilación controlada por P con 2 niveles de P ciclados por tiempo
 - BIPAP con PS: ciclos espontáneos sustituidos por ciclos soportados, el nivel de PS se suma en cada ciclo a nivel de CPAP correspondiente

BIPAP

- Ventajas; derivan de mantener ventilación espontánea y aplicación periódica CPAP elevada
 - Aumento ventilación paciente
 - Evita sobrepresión en vía aérea
 - Reducción sedación
 - Mejora interacción ventilación espontánea/ ciclo mandatorio

BIPAP

- Ajuste;
 - P_{inf} según PEEP deseada y P_{sup} de 12 a 16 cm H_2O por encima P_{inf} . V_t según P_{sup} . f_r y relación I/E varían con T_{sup} y T_{inf}
- Soporte fallo respiratorio agudo
- Eficaz en SDRA
- Disminución shunt intrapulmonar y V_d
- Mejora relación V/Q
- Técnica de destete

Patrón Espontáneo Amplificado

- Respeta patrón ventilatorio espontáneo, ajustando FI a morfología flujo paciente
- Técnica asistida, sólo apoyo ciclos espontáneos
- No ajuste de V o P determinado, sino un factor de amplificación del flujo espontáneo

Patrón Espontáneo Amplificado

- Sistema de insuflación de gas con elevada velocidad
- Influencia proximidad del trigger y válvula inspiratoria a vía aérea
- Evita trabajo impuesto por TET
- Mantiene constante P en tráquea
- $V_t \text{ Total} = V_t \text{ espontáneo} + V_t \text{ apoyo}$
- $V_t \text{ apoyo}$
 - Grado amplificación
 - Características mecánicas paciente (Csr)

Patrón Espontáneo Amplificado

■ Ventajas:

- Principal ventaja sencillez aplicación
- Excelente interacción paciente / respirador
- Compensa el WOB impuesto generado por R al flujo opuesta por TET

■ Inconvenientes:

- El V_t varía con características mecánicas del paciente
- Debe existir actividad centro respiratorio