



# PRINCIPIOS DE VENTILACION MECANICA INVASIVA Y NO INVASIVA

**DR. CLAUDIO HUMBERTO COVEÑAS CORONADO.**

MEDICO INTENSIVISTA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE EMERGENCIA Y AREAS CRITICAS HRDLMCH

JEFE DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HRDLMCH

DOCENTE FACULTAD MEDICINA HUMANA UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

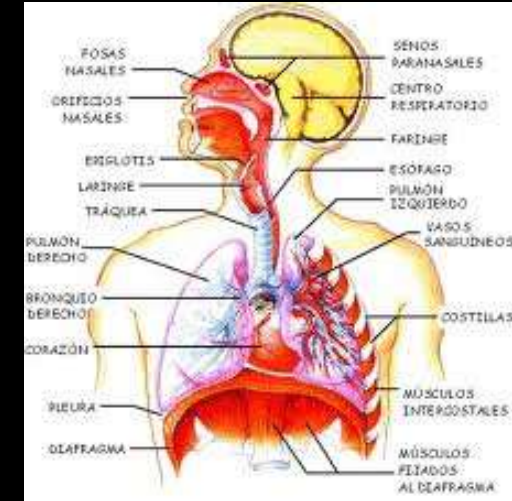




# ANATOMÍA BÁSICA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

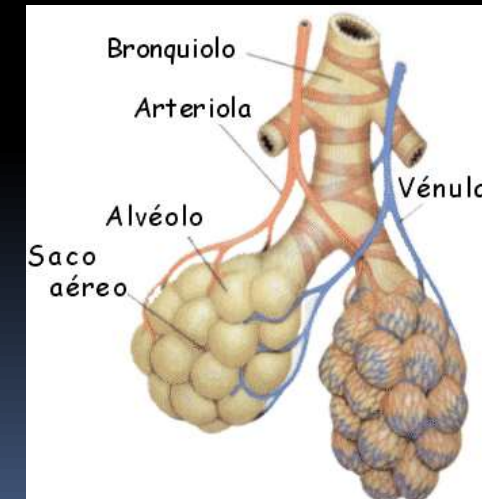
## Vía aérea de conducción

- Función principal: acondicionar y dirigir el aire antes de llegar a los alvéolos → calienta, humedece y filtra el aire.
  - Vía aérea alta: nariz faringe y laringe
  - Vía aérea baja: tráquea y bronquios



## Unidades de intercambio gaseoso

- Acino o unidad respiratoria pulmonar:
  - Bronquiolos respiratorios
  - Conductos alveolares
  - Sacos alveolares
  - Alvéolos





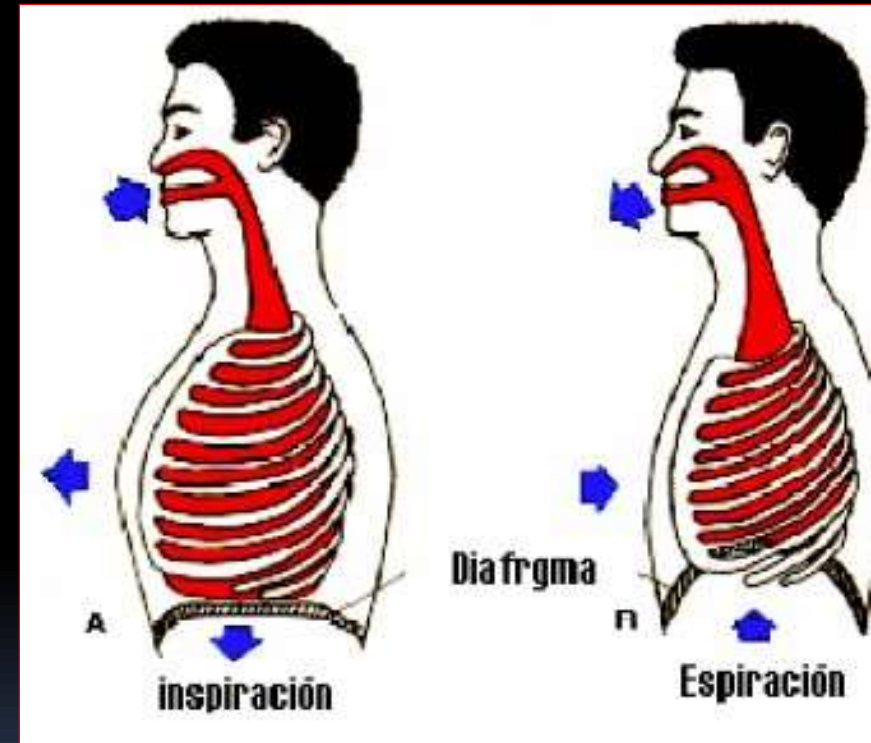
# CONCEPTOS BÁSICOS DE FISIOLOGÍA RESPIRATORIA






# VENTILACIÓN PULMONAR

- La ventilación es el *proceso que lleva el aire inspirado a los alvéolos.*
  - **a. Inspiración:** Se contraen el diafragma y los músculos intercostales.
  - **b. Espiración:** Los músculos inspiratorios se relajan.





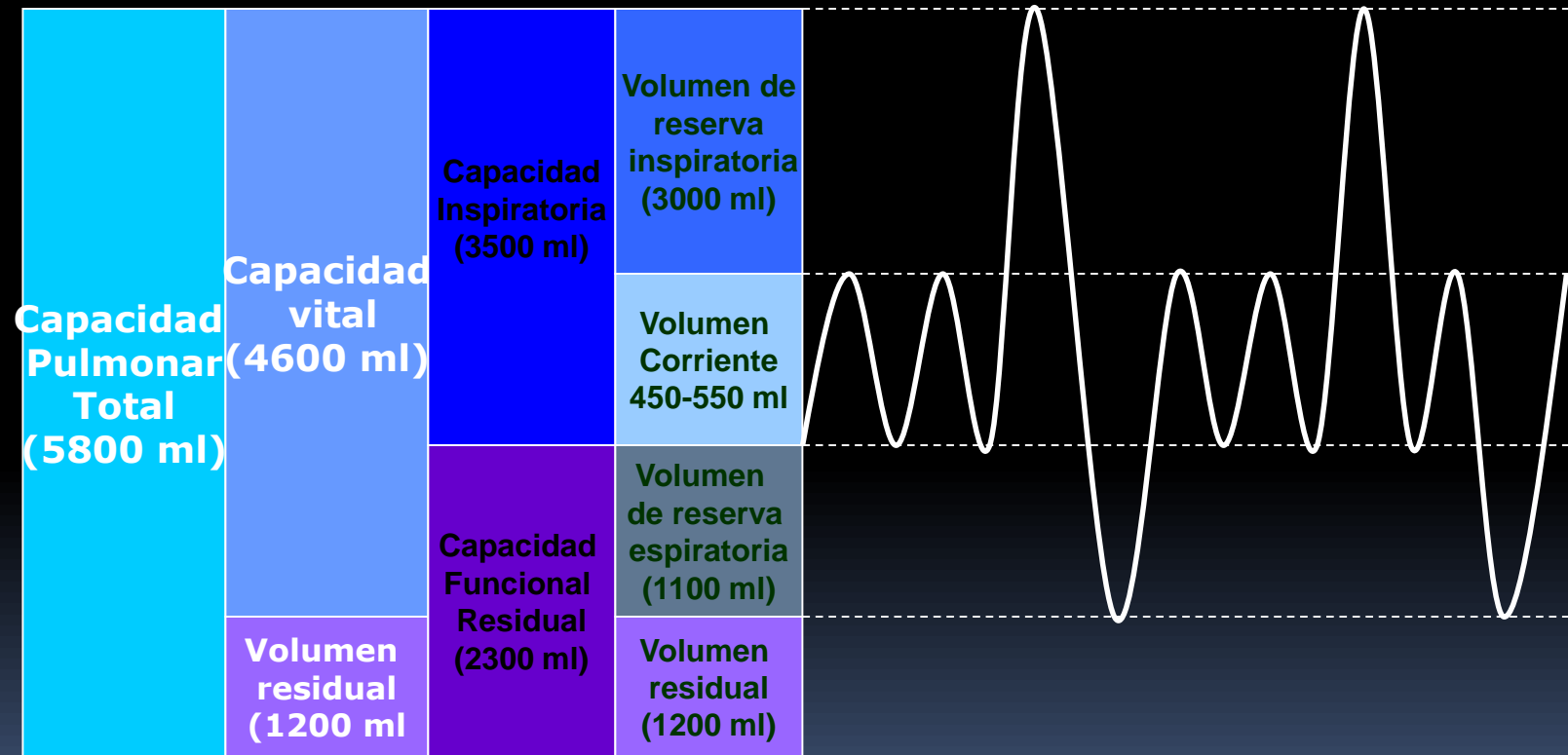
# VOLÚMENES

- **Volumen corriente (VC):** Volumen de una respiración normal.
  - **Volumen de reserva inspiratoria (IRV):** Volumen “extra” que aún puede ser inspirado sobre el VC.
  - **Volumen de reserva espiratoria (ERV):** Volumen que puede ser espirado en espiración forzada.
  - **Volumen residual (RV):** Volumen que permanece en los pulmones después de una espiración máxima.
- 

# CAPACIDADES PULMONARES

- **Capacidad inspiratoria (IC):** Volumen de distensión máxima de los pulmones. Es la suma de VC + IRV.
- **Capacidad residual funcional (FRC):** Cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración normal. Es la suma de ERV + RV.
- **Capacidad vital (VC):** Volumen máximo de una respiración (máxima inspiración + máxima espiración). VC + IRV + ERV.
- **Capacidad pulmonar total (TLC):** Volumen máximo que los pulmones pueden alcanzar en el máximo esfuerzo inspiratorio. VC + IRV + ERV + RV.

# Volúmenes y Capacidades





# Principios físicos de la VM

## (Ecuación de Movimiento)

- Un respirador es un **generador de presión positiva** en la vía aérea durante la inspiración para suplir la fase activa del ciclo respiratorio.
- A esta presión creada por la máquina se opone otra de diferente magnitud, relacionada por una parte con la **resistencia al flujo aéreo** ofrecida por el árbol traqueobronquial, y por otra con la fuerza de **retracción elástica** del parénquima pulmonar y la pared torácica.
- Las interacciones del ventilador y el paciente están gobernadas por la ecuación de movimiento, la cual establece que **la presión requerida para insuflar los pulmones (PT) depende de las propiedades resistivas (PR) y elásticas (PE) del sistema respiratorio.**



# HISTORIA

*"...Se debe practicar un orificio en el tronco de la tráquea, en el cual se coloca como tubo una caña: se soplará en su interior, de modo que el pulmón pueda insuflarse de nuevo... El pulmón se insuflará hasta ocupar toda la cavidad torácica y el corazón se fortalecerá..."*

Andreas Vesalius  
(1555)



# HISTORIA

- **800 AC:** Anónimo: los pulmones son el centro del universo.
- **400 AC:** Eliseo: Respiración boca a boca a un niño muerto reviviéndolo.
- **175:** Hipócrates: Tratado sobre el aire “Intubación traqueal” – Galeno: Infla pulmones con un fuelle.
- **1555:** Vesalius.
- **1776:** John Hunter usa sistema de doble fuelle.
- **1864:** Alfred Jones introduce tanque ventilador.
- **1876:** Woillez, prototipo de pulmón de acero.
- **1928:** Drinker y Shaw, primer pulmón de acero.
- **1931:** JH Emerson perfecciona pulmón de acero.
- **1950:** Epidemia de poliomielitis.
- **1952:** Engstrom introduce ventilación a presión positiva.



# VENTILACIÓN MECÁNICA



# DEFINICIÓN DE VM

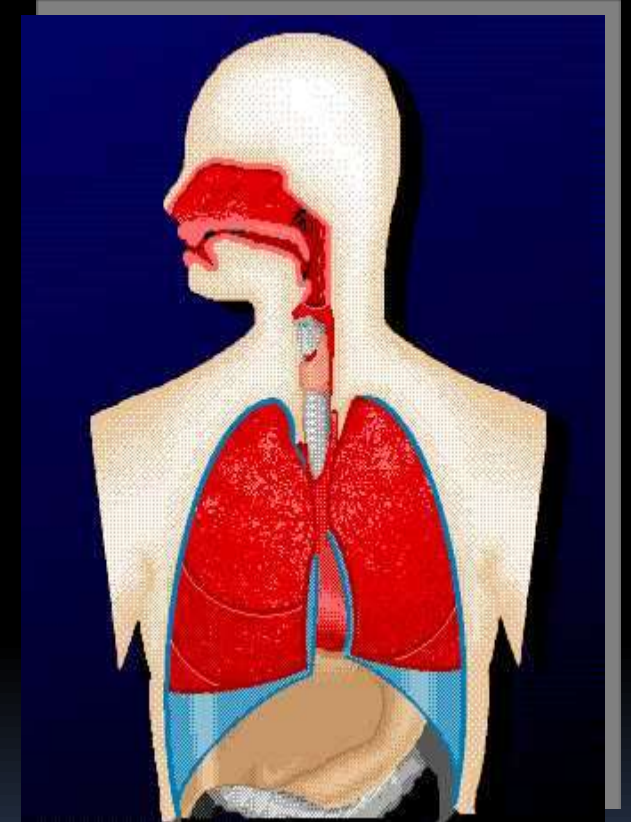
- ❑ Todo procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato mecánico para ayudar o sustituir la función respiratoria, pudiendo además mejorar la oxigenación e influir en la mecánica pulmonar.
- ❑ La VM no es una terapia, sino una prótesis externa y temporal que pretende dar tiempo a que la lesión estructural o la alteración funcional por la cual se indicó se repare o recupere.

- **Ventilación.**

- Entrada y salida de aire de los pulmones.

- **Ventilación mecánica.**


- Es el producto de la interacción entre un ventilador y un paciente
  - Volumen.
  - Flujo.
  - Presión.
  - Tiempo.





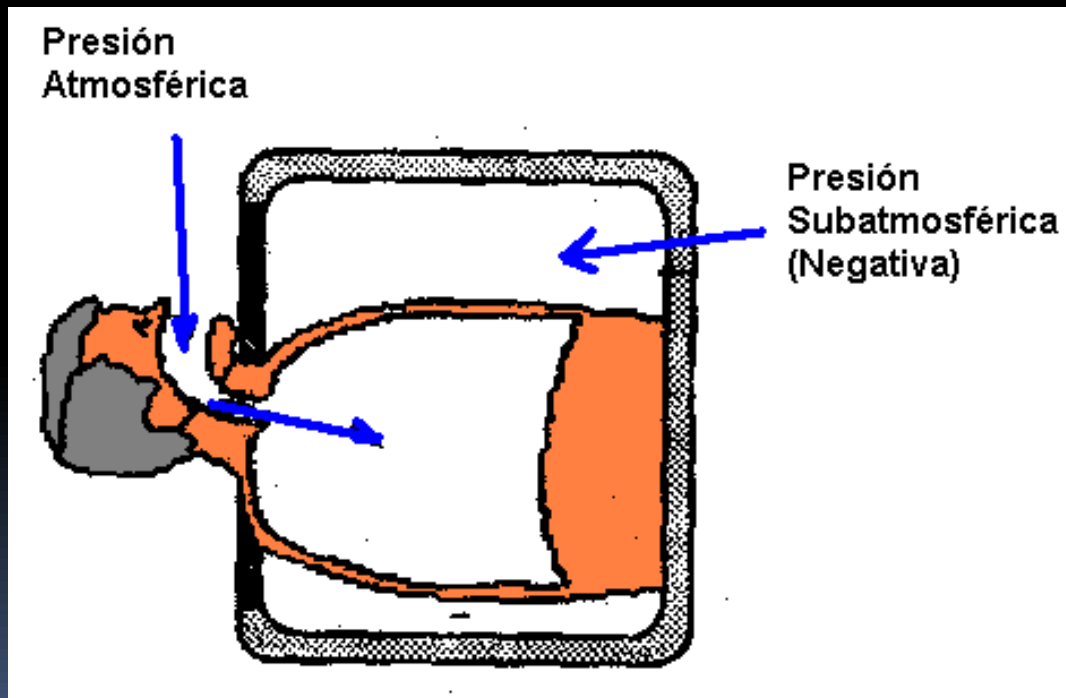


# OBJETIVOS DEL DISEÑO DE UN VENTILADOR MECÁNICO

- Suplir el control de la Ventilación:
    - Proveer una mezcla de gases determinada según condiciones de tiempo, volumen, flujo, presión, etc.
    - Acondicionar dicho gas, filtrándolo, adecuando su temperatura y humedad, etc.
  - Permitir entregar medicación por vía respiratoria (nebulización, etc).
  - Reducir el trabajo respiratorio.
  - Monitorizar la ventilación del paciente y su mecánica ventilatoria.
  - Debe poseer sistemas de seguridad para situaciones anormales que puedan surgir (apnea, etc).
  - Detectar y alertar al operador mediante alarmas tanto auditivas como visuales toda situación anormal.
- 

# Tipos y generaciones de ventiladores

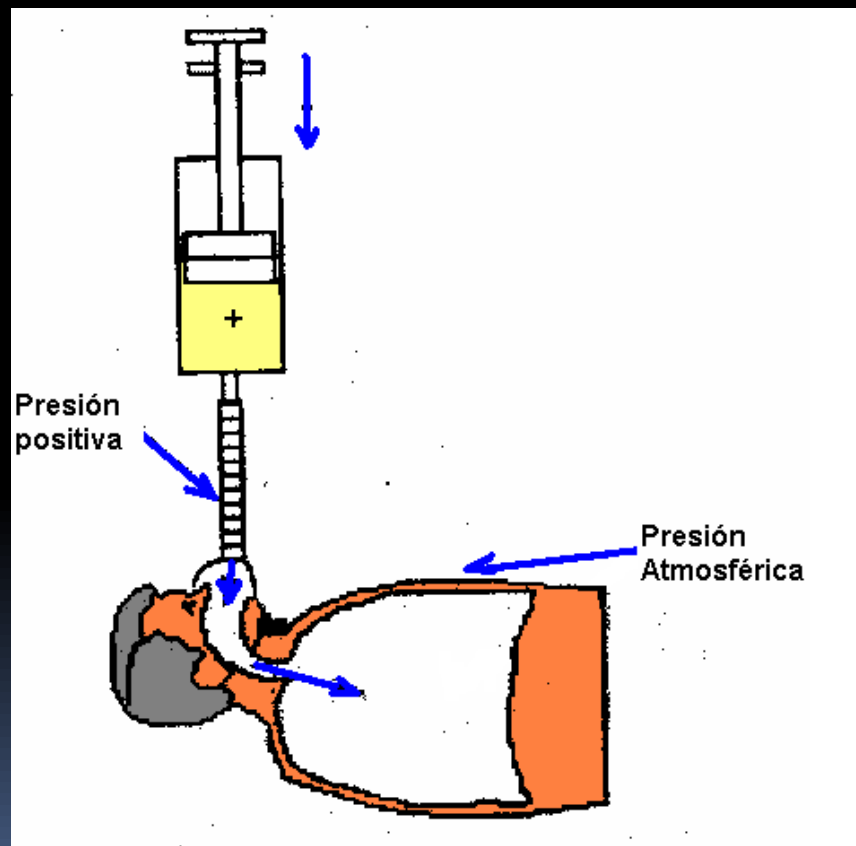
- De presión negativa extratorácica, el pulmón de acero:



# Pulmón de acero en epidemia de Polio



- De Presión Positiva Intermitente (IPPV) (VMC):



## ■ Primera generación (60's)

- Eran muy simples.
- Enteramente neumáticos, dependían de una fuente de aire comprimido externa.
- Ciclados solo por presión.
- No poseían modos ventilatorios ni alarmas.



PR2 – Puritan Bennett



## ■ Segunda generación (70's)

- Poseen electrónica discreta.
- Tienen blenders o mezcladores externos (Aire, O<sub>2</sub>).
- Poseen algún tipo de monitoreo y pocas alarmas.
- Aparecen los modos ventilatorios (SIMV, CPAP, etc)



MA1 – Puritan Bennett



Servo 900 – Siemens



## ■ Tercera generación (80's)

- Son controlados por microprocesadores (permite agregado de nuevos modos ventilatorios y updates de software).
- Válvulas solenoidales y sensores de flujo y presión.
- Pueden ser ciclados por tiempo, presión, volumen o flujo.
- Mezcladores Aire, O<sub>2</sub> internos.
- Monitorización de múltiples parámetros y despliegue de curvas de flujo, presión, volumen, bucles, etc.
- Potentes sistemas de alarmas y controles de seguridad con múltiples alarmas.



7200 – Puritan Bennett



Servo 300 - Siemens



Graph - Neumovent

## ■ Cuarta generación (2000 hasta hoy)

- Se agrega medición de presión esofágica, presión traqueal, presión pleural, presión alveolar, transtorácica, distensibilidad, capnografía volumétrica.
- Otros incluyen NAVA (Neurally Adjusted Ventilatory Assist).
- Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria (VAFO): Sensormedics 3100B.



HAMILTON



AVEA



Sensormedics 3100B

# INDICACIÓN DE VM

- Apnea.
- Hipoxemia grave a pesar de oxigenoterapia adecuada.
- Hipercapnia.
- Trabajo respiratorio ( $> 35$  rpm).
- Capacidad vital ( $< 10$  ml/kg o fuerza inspiratoria  $< 25$  cm de  $H_2O$ ).
- Fatiga m respiratorios; agotamiento.
- Deterioro de nivel de conciencia.

# INDICACIÓN DE VM

## □ **Ventilación:**


- Disfunción de músculos respiratorios
  - Fatiga de músculos respiratorios
  - Alteraciones de la pared torácica
- Enfermedad neuromuscular
- Disminución del impulso ventilatorio
- Aumento de R de la vía aérea y/o obstrucción


## □ **Oxigenación:**

- Hipoxia refractaria
- Precisión de PEEP
- Trabajo respiratorio excesivo




# INDICACIÓN DE VM: Otras

- ▣ Para permitir sedación y bloqueo neuromuscular.
  - ▣ Para disminuir el consumo de oxígeno miocárdico.
  - ▣ Para reducir la PIC.
  - ▣ Para prevenir atelectasias.
- 



Cuando la IRA hipóxica o hipercárbica no puede ser tratada con otros medios no-invasivos se debe proceder a intubar y ventilar mecánicamente al paciente



La VM es un medio de soporte vital que tiene como fin el sustituir o ayudar temporalmente a la función respiratoria

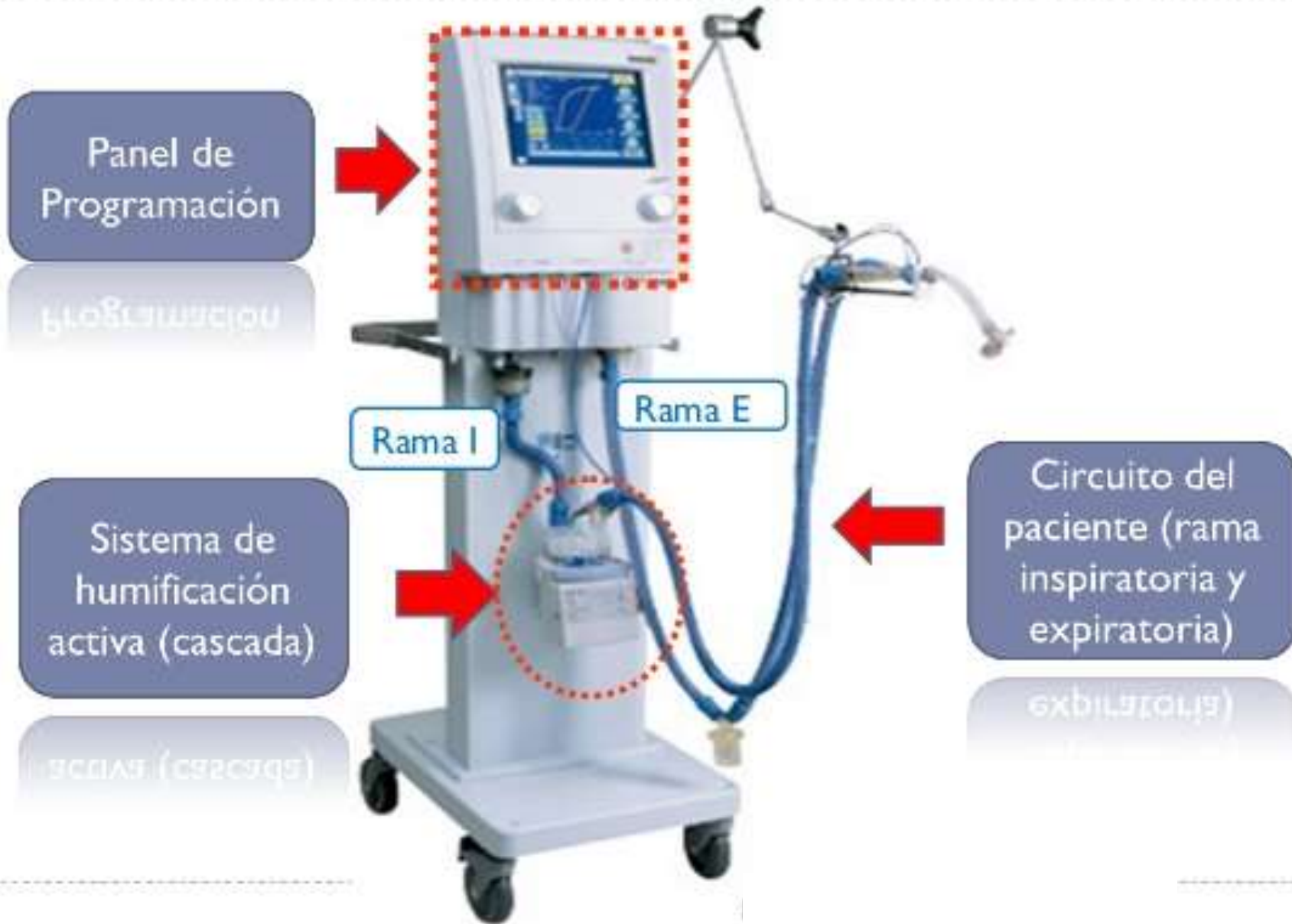


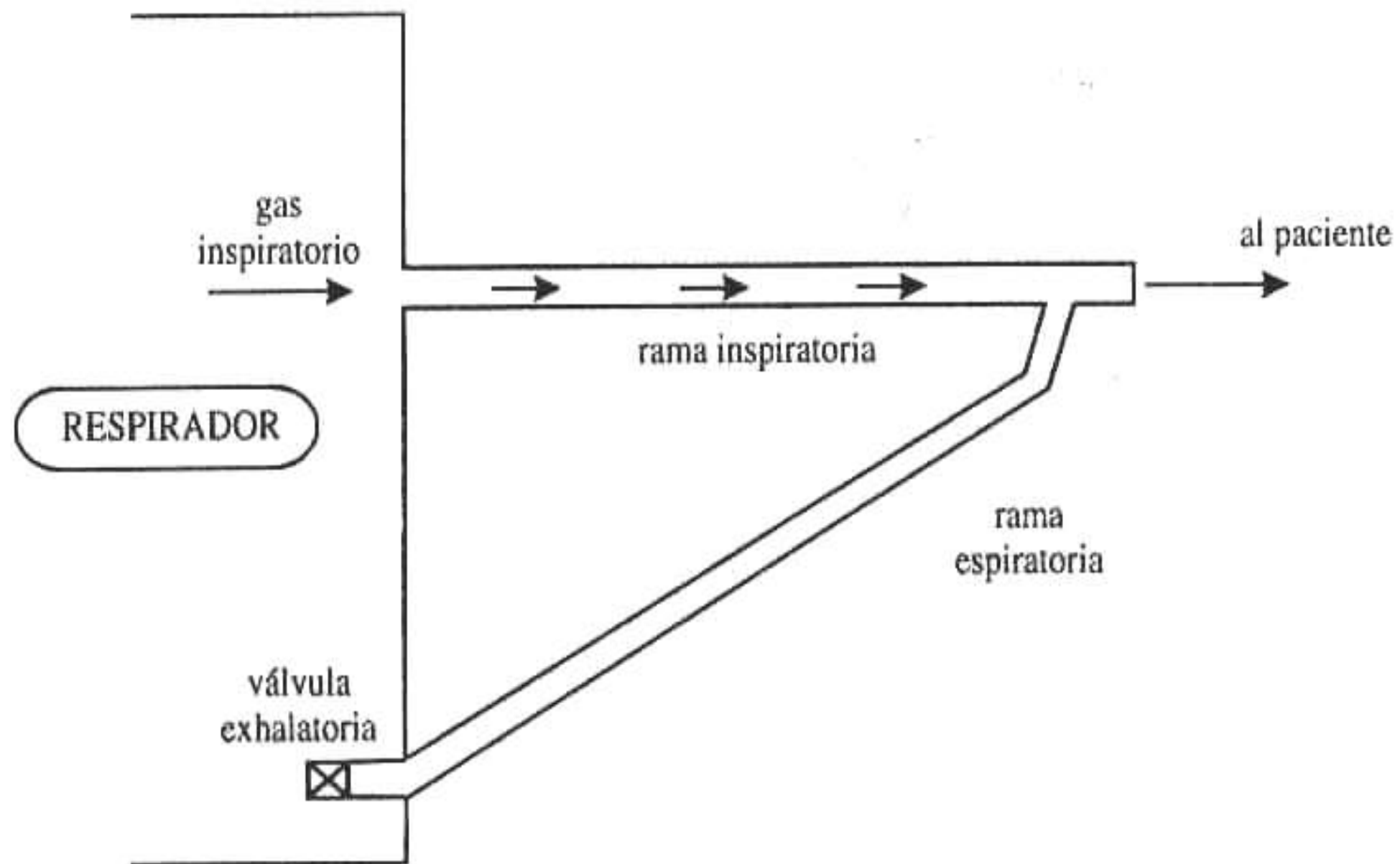


# **PARTES DEL VENTILADOR MECANICO Y VARIABLES DE SETEO**

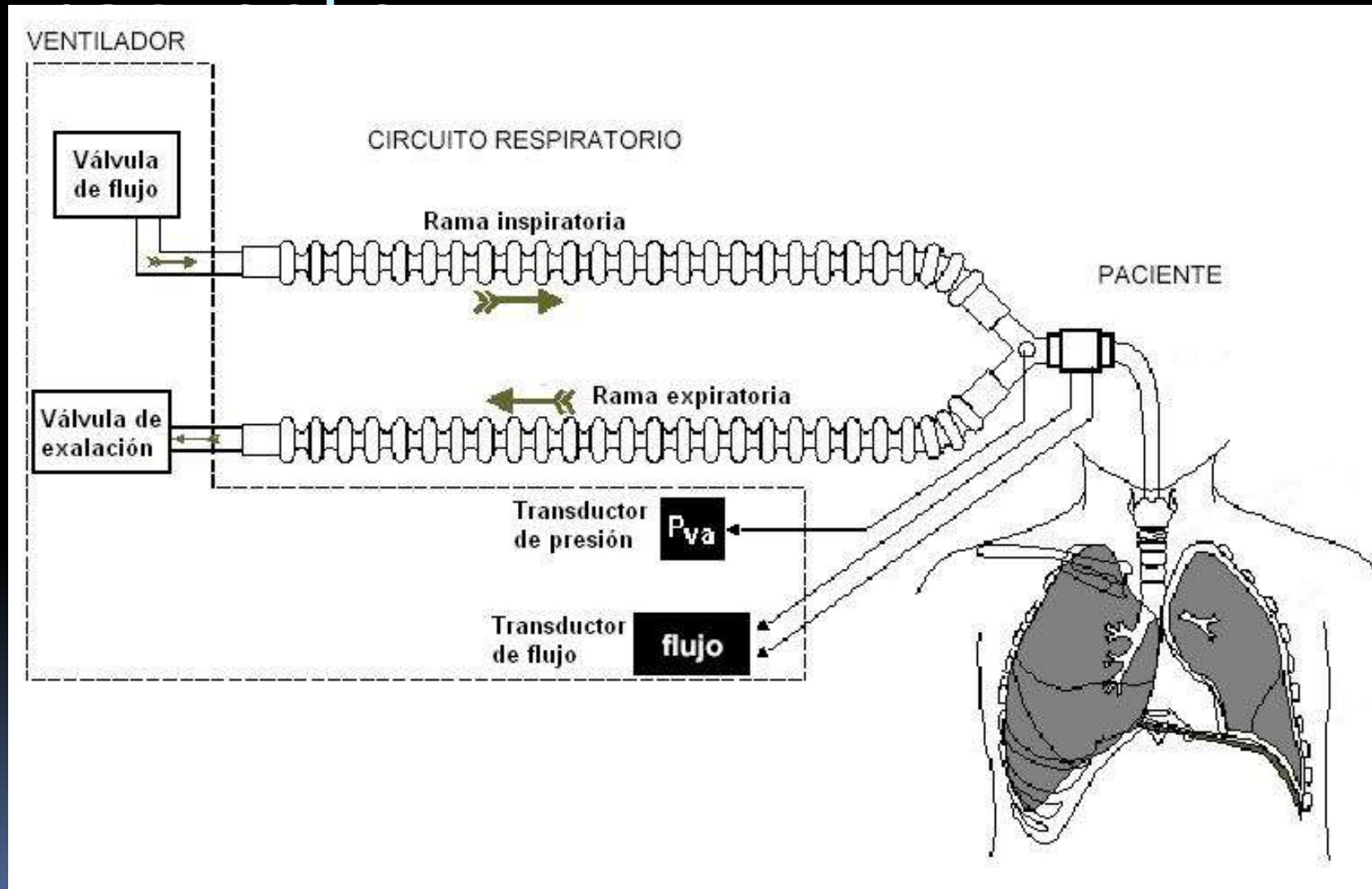


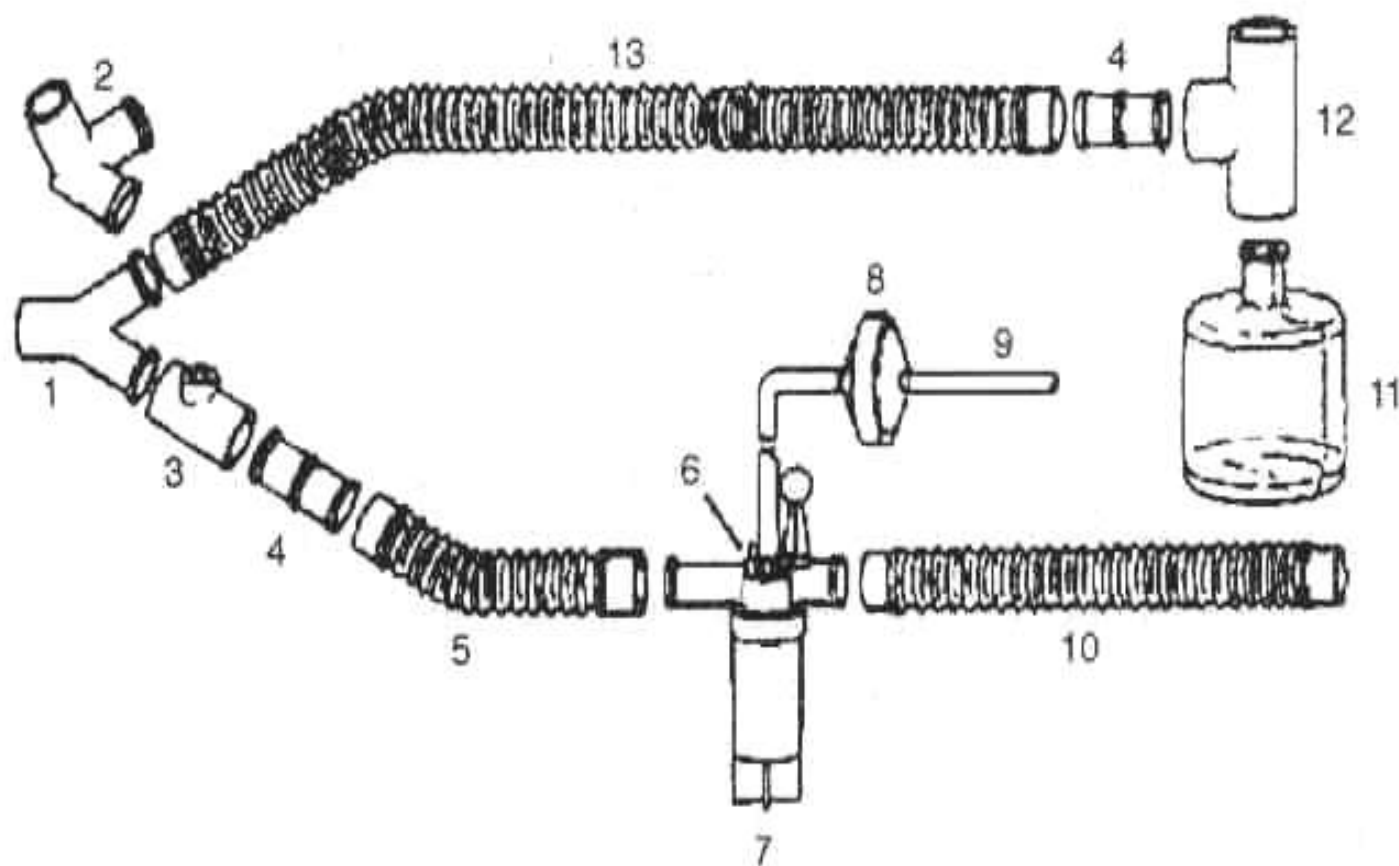
# Partes del Ventilador Mecánico





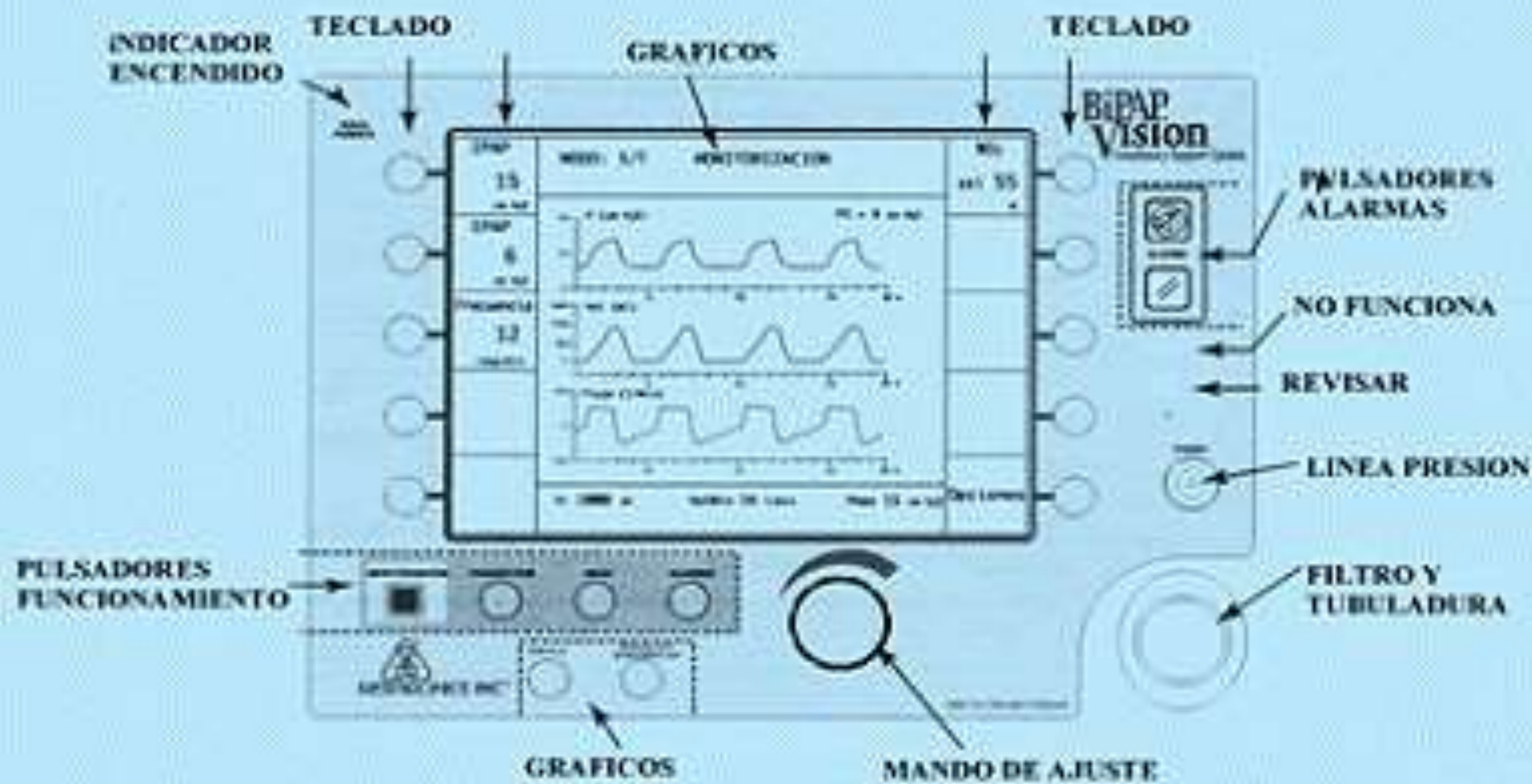
# Ventilador, circuito y





**Fig. 8.** Componentes de un circuito-paciente. 1. Conector en Y recto. 2. Conector en Y a 90°. 3. Acople para sensor de temperatura. 4. Conector de 22/22 mm ID. 5. Tubo flexible. 6. Sostén de tubuladura. 7. Nebulizador. 8. Filtro de bacterias para nebulizador. 9. Tubuladura del nebulizador. 10. Tubo flexible. 11. Vaso colector. 12. Adaptador en T. 13. Tubo flexible.







# SETEO INICIAL

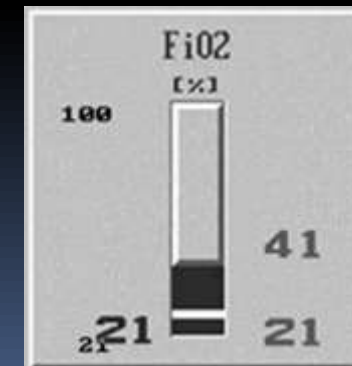
- $\text{FIO}_2$
- Frecuencia respiratoria
- Volumen corriente ( $V_t$ )
- PEEP
- Pico flujo
- Sensibilidad
- Tiempo inspiratorio (Relación I:E)
- Alarmas

# FiO<sub>2</sub>

- Apenas ingresa  $\Rightarrow$  100%
- Luego bajarlo hasta llegar al 0,5 manteniendo una saturación  $> 90\%$

$> 0,5$  probable y  $> 0,6$   
seguro por más de 1 hora  
da toxicidad por O<sub>2</sub>

**(Desnitrogenación alveolar:** vaciar a los alveolos de N y llenarlos de O<sub>2</sub>, en una sangre ávida de O<sub>2</sub>, por lo que lo extrae por completo y genera atelectasias)



# FRECUENCIA RESPIRATORIA

- **Normal: 12-16 por minuto**

- Patología restrictiva: Requieren Fcias. altas
- Patología obstructiva: Requieren Fcias. más bajas (para evitar el atrapamiento aéreo)

- En niños hasta 20 rpm

- En lactantes hasta 30 rpm



**En pacientes que gatillan al ventilador, la FR se programa algo menor a la espontánea como medida de seguridad.**

# VOLUMEN CORRIENTE

- ⊙ 12-15 ml.kg  $\Rightarrow$  Enf. neuromuscular
- ⊙ 8-10 ml.kg  $\Rightarrow$  Pulmón normal
- ⊙ 6-8 ml.kg  $\Rightarrow$  Asma, EPOC, distress

**Tendencia actual: Usar  $V_t$  bajos y permitir hipoventilación para evitar la sobredistensión alveolar (hipercapnia permisiva)**

Si se dan altos volúmenes se hiperinsufla el alveolo, éste presiona al vaso aumentando el espacio muerto y por ende, no permitiendo que se produzca la hematosis.

# VOLUMEN CORRIENTE

- Se debe medir por el peso teórico (SECO), o sea un hombre de 1,78 y que pesa 130 kg se lo toma como si pesase 70-80 kg.

PESO IDEAL	
HOMBRES	Peso ideal = $0,75 \times \text{altura (cm)} - 62,5$
MUJERES	Peso ideal = $0,675 \times \text{altura (cm)} - 56-25$



## Broca

Peso Ideal = Talla cm - 100  
Paso Ideal = 178 - 100  
Peso Ideal = 78Kg

## West

Peso Ideal =  $22,1 \times (\text{Talla cm})^2$   
Peso Ideal =  $22,1 \times (178 \text{ cm})^2$   
Peso Ideal = 70,02Kg

# PICO FLUJO

- Velocidad pico a la que ingresa el aire en la inspiración

## Persona normal

100-120 l/min

## En ARM

Despierto: > 80 l/min

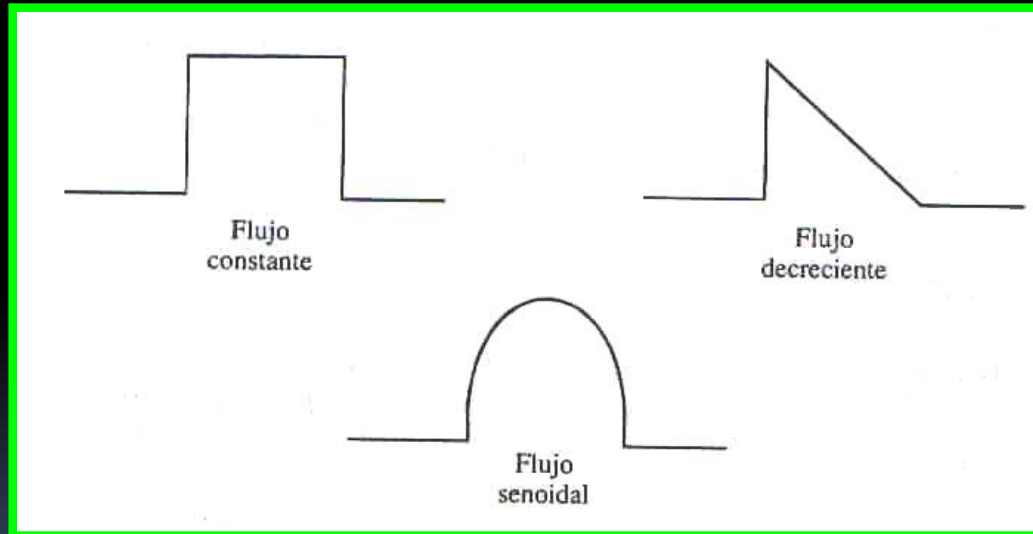
Dormido: 60-70 l/min



# PICO FLUJO

- PF alto, aumenta la  $P_r$  máx en la vía aérea y **NO** modifica el resto de las presiones
- PF muy altos puede dar injuria pulmonar

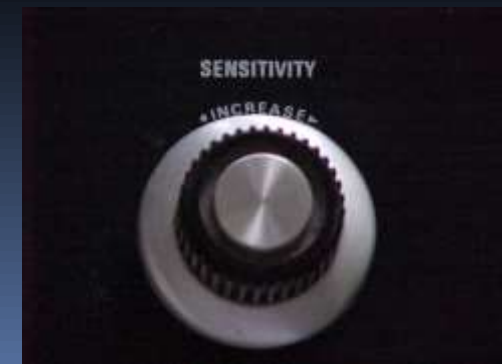
## Curvas



El ser humano tiene una curva de espiración exponencial, por ello, la curva más fisiológica es la desacelerada (decreciente).

# SENSIBILIDAD (TRIGGER)

- Es la capacidad del respirador de **captar el esfuerzo del paciente.**
- Valores -0,1/-0,5/-2 cm H<sub>2</sub>O.
- El ideal es el valor mínimo para que al detectarlo el respirador trabaje y no aumente el trabajo respiratorio el paciente.
- Ajustar de tal forma que se evite el autociclado (temblores).
- En Ventilación asistida, al paciente se le relaja y seda, lográndose INHIBIR el ESFUERZO INSPIRATORIO.





# Tiempo Inspiratorio (Relación I:E)

- Tiempo que duran las fases inspiratoria y espiratoria del ciclo.
- Se expresa en segundos o por una relación I:E, éste parámetro define la frecuencia respiratoria en el modo controlado.

**En general**

**Tiempo inspiración: 1-1,5 seg**

**Relación I:E 1:2 ó 1:3**

# PEEP

- Es la Presión Positiva al Final de la Espiración.
- Aumenta la capacidad residual funcional a través del reclutamiento alveolar (mantiene a los alveolos distendidos).
- Varía paulatinamente de 3-5 cmH<sub>2</sub>O.
- Monitorear la TA y la SatO<sub>2</sub>, luego de cada variación.
- Si shock: Líquidos y si persiste inotrópicos.

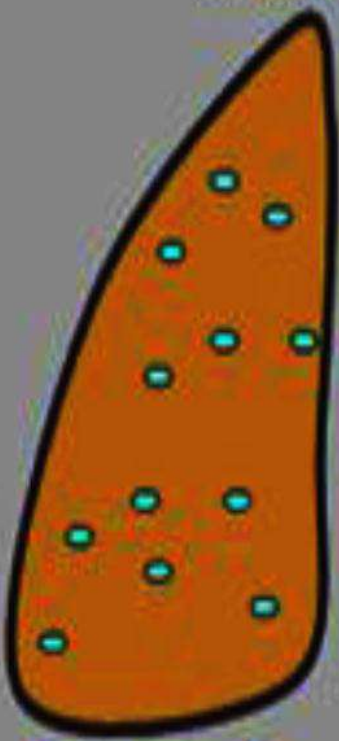
# PEEP

Hay 2 tipos de PEEP:

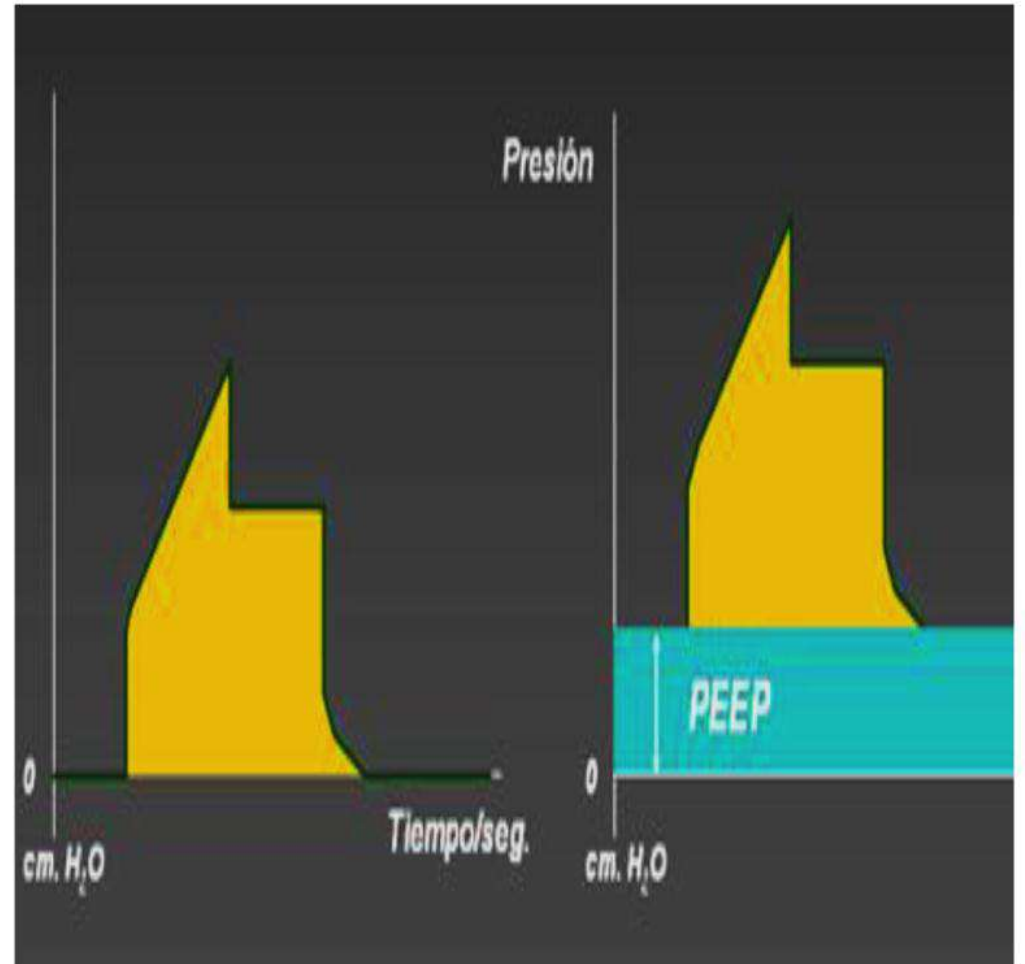
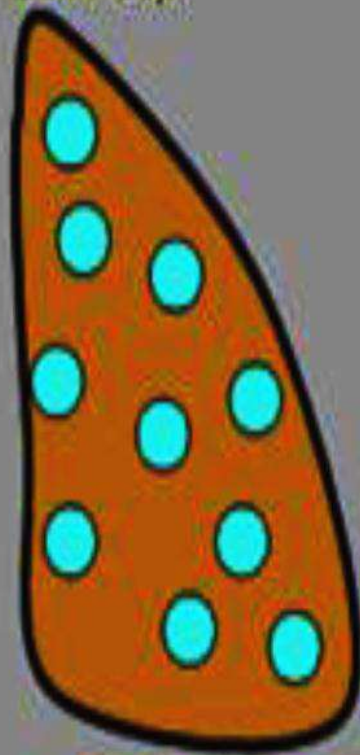
- **PEEP EXTERNA:** Generada fuera del paciente por el ventilador a través de válvulas con resistencia.
- **PEEP INTRINSECA O AUTOPEEP:** es originada por el propio sistema respiratorio del paciente.
  - Se puede cuantificar como la presión que marca el manómetro tras ocluir la vía espiratoria al final de la espiración, en pacientes sin actividad respiratoria.

## ALVEOLOS AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN

Sin PEEP



Con PEEP



# PEEP

## Objetivos

- $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$  o  $\text{Sat} > 90\%$  con  $\text{FIO}_2 < 0,5$
- Pr meseta (presión de pausa inspiratoria)  $< 35 \text{ cm H}_2\text{O}$
- $\text{pH} > 7,25$  sin shock ni barotrauma

## PEEP óptima

**La menor posible para mayor  $\text{PaO}_2$   
con el menor descenso del IC ni  
barotrauma.**

# PEEP

## BENEFICIOS

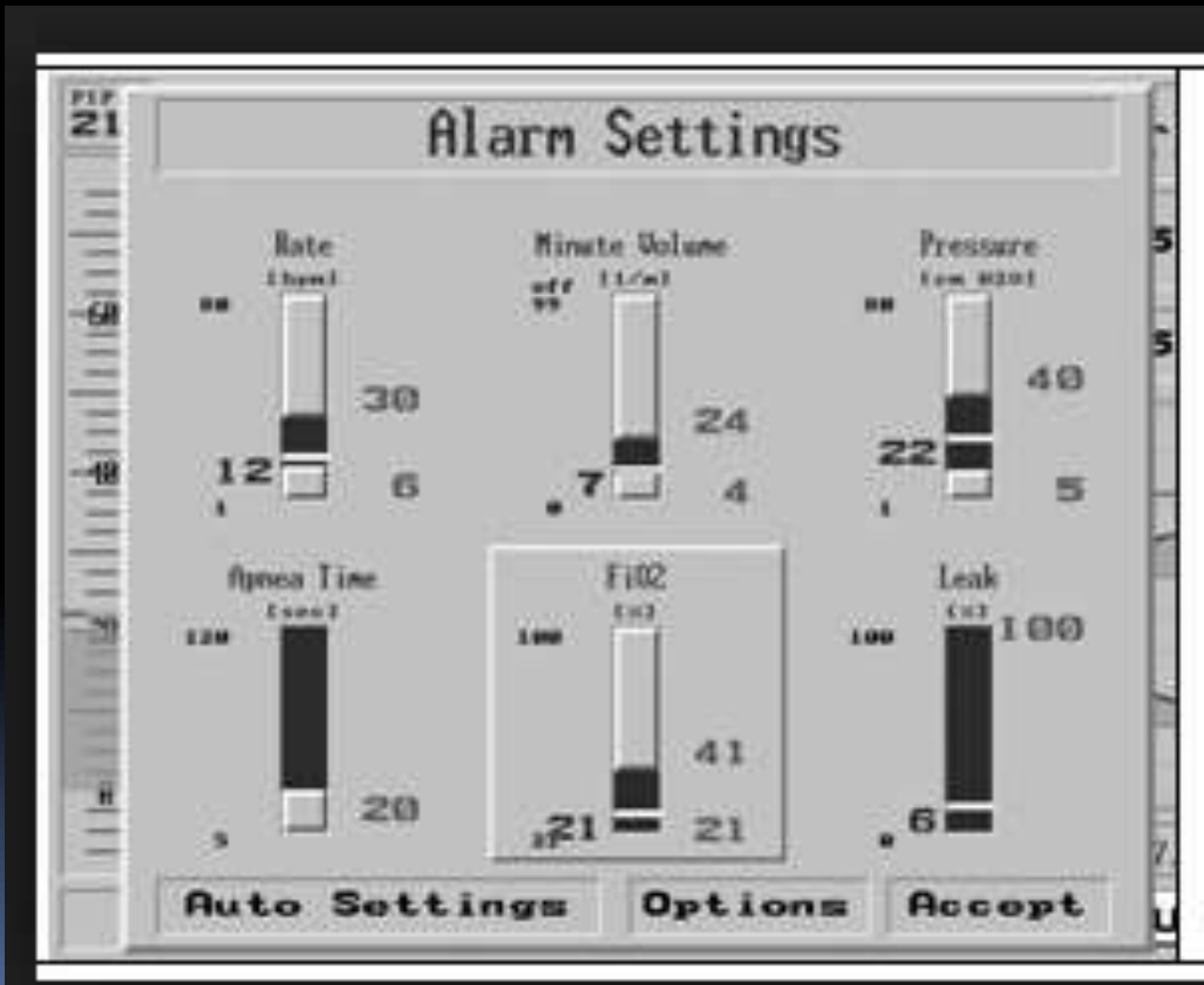
- Aumenta  $\text{PaO}_2$  en daño pulmonar e hipoxemia grave por:
  - Incremento de CFR.
  - Reapertura alveolar.
  - Reclutamiento de alveolos no ventilados (reclutamiento alveolar).
  - Mejora la relación  $V/Q$  y disminuye shunt intrapulmonar (disminución de la perfusión en alveolos no ventilados).
- Disminuye el trabajo inspiratorio en los que tienen hiperinsuflación dinámica pulmonar (EPOC, asma y PEEPi alta).

# PEEP

## DESVENTAJAS

- Disminución del IC (  $\downarrow$ RV y precarga,  $\downarrow$  volumen minuto cardiaco).
- Aumenta probabilidad de Barotrauma (mayor riesgo en pacientes con bullas o quistes).
- Aumento de la Hiperinsuflación Dinámica.
- Descenso de la PPC (PAM – PIC), ya que  $\uparrow$  la PIC y  $\downarrow$  la PAM.

# ALARMAS






# MECÁNICA VENTILATORIA





# CLASIFICACIÓN DE LOS VENTILADORES

- **Ciclados por presión:** ocurre y termina cuando se alcanza una presión preseleccionada dentro del circuito del ventilador.
  - **Ciclados por volumen:** Se finaliza la insuflación cuando se ha entregado el volumen programado.
  - **Ciclados por tiempo:** se mantiene constante el tiempo inspiratorio, variando por tanto el volumen que se entrega y la presión que se genera.
  - **Ciclados por flujo:** el paso a la fase espiratoria ocurre cuando el flujo cae por debajo de un valor determinado.
- 

# FASES EN EL CICLO VENTILATORIO

- **Insuflación.-** El aparato genera una presión sobre un volumen de gas y lo moviliza insuflándolo en el pulmón (volumen corriente) a expensas de un gradiente de presión. La presión máxima se llama **presión de insuflación o presión pico (Ppico)**.
- **Meseta.-** El gas introducido en el pulmón se mantiene en él (pausa inspiratoria) durante un tiempo para que se distribuya por los alvéolos; la presión que se mide en la vía aérea se denomina **presión meseta o presión pausa**.
- **Deflación.-** es un fenómeno pasivo, sin intervención del VM, causado por la retracción elástica del pulmón insuflado.

# PARAMETROS DEL VM

- **Modos de ventilación:** Relación entre los diversos tipos de respiración y las variables que constituyen la fase inspiratoria de cada respiración (sensibilidad, límite y ciclo). Dependiendo de la carga de trabajo entre el ventilador y el paciente hay cuatro tipos de ventilación: **mandatoria, asistida, soporte y espontánea.**
- **Volumen:** En el modo de ventilación controlada por volumen, se programa un volumen determinado (circulante o tidal) para obtener un intercambio gaseoso adecuado. Habitualmente se selecciona en adultos un volumen tidal de 5-10 ml/Kg.
- **Frecuencia respiratoria:** Se programa en función del modo de ventilación, volumen corriente, espacio muerto fisiológico, necesidades metabólicas, nivel de PaCO<sub>2</sub> que deba tener el paciente y el grado de respiración espontánea. En los adultos suele ser de 12 a 16/min.
- **Tasa de flujo:** Volumen de gas que el ventilador es capaz de aportar al enfermo en la unidad de tiempo. Se sitúa entre 40-100 l/min, aunque el ideal es el que cubre la demanda del paciente.

# PARAMETROS DEL VM

- **Patrón de flujo:** Los ventiladores nos ofrecen la posibilidad de elegir entre cuatro tipos diferentes: acelerado, desacelerado, cuadrado y sinusoidal. Viene determinado por la tasa de flujo.
- **Tiempo inspiratorio. Relación inspiración-espriación (I:E):** El tiempo inspiratorio es el período que tiene el respirador para aportar al enfermo el volumen corriente que hemos seleccionado. En condiciones normales es un tercio del ciclo respiratorio, mientras que los dos tercios restantes son para la espiración. Por lo tanto la relación I:E será 1:2.
- **Sensibilidad o Trigger:** Mecanismo con el que el ventilador es capaz de detectar el esfuerzo respiratorio del paciente. Normalmente se coloca entre 0.5-1.5 cm/H<sub>2</sub>O.
- **FiO<sub>2</sub>:** Es la fracción inspiratoria de oxígeno que damos al enfermo. En el aire que respiramos es del 21% o 0.21. En la VM se seleccionará el menor FIO<sub>2</sub> posible para conseguir una saturación arterial de O<sub>2</sub> mayor del 90%.

# PARAMETROS DEL VM

- **PEEP:** Presión positiva al final de la espiración.
- **PAUSA INSPIRATORIA:** Técnica que consiste en mantener la válvula espiratoria cerrada durante un tiempo determinado; durante esta pausa el flujo inspiratorio es nulo, lo que permite una distribución más homogénea. Esta maniobra puede mejorar las condiciones de oxigenación y ventilación del enfermo, pero puede producir aumento de la presión intratorácica.
- **Suspiro:** Es un incremento deliberado del volumen corriente en una o más respiraciones en intervalos regulares. Pueden ser peligrosos por el incremento de presión alveolar que se produce.
- **Humidificación:** la temperatura puede elevarse por este sistema a 37 grados y humidifica 30mg de vapor de agua (normal 44=100%). Si no hay una adecuada humidificación esta tiene que ser suplida por la mucosa de las vías respiratorias provocando que la capa de moco que las recubre se reseque lo que ocasiona retención de secreciones que se tornan viscosas y pegajosas, atelectasias, colonización bact y neumonías.

# Componentes Monitorizados

- **Volumen:** En la mayoría de los respiradores se monitoriza tanto el volumen corriente inspiratorio como el espiratorio. La diferencia depende del lugar de medición, existencia de fugas y volumen compresible (volumen de gas que queda atrapado en las tubuladuras en cada embolada).
- **Presión:** Los respiradores actuales nos permiten monitorizar las siguientes presiones:
  - **Ppico o Peak:** es la máxima presión que se alcanza durante la entrada de gas en las vías aéreas.
  - **Pmeseta o Plateau:** Presión al final de la inspiración durante una pausa inspiratoria de al menos 0.5 segundos. Es la que mejor refleja la P alveolar.
  - **P al final de la espiración:** Presión que existe en el SR al acabar la espiración, normalmente es igual a la presión atmosférica o PEEP.
  - **AutoPEEP:** Presión que existe en los alveolos al final de la espiración y no visualizada en el respirador.





# CLASIFICACIÓN – MODOS VENTILATORIOS





# VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA

## MODOS CONVENCIONALES



## Modos de VM

(Para una situación clínica dada y según necesidades específicas del paciente)

- CMV: continua.
- ACVM: asistida-controlada.
- SIMV: sincrónica-intermitente.
- PSV: presión de soporte (PPV)
- CPAP: presión positiva continua de vía aérea.

El principal objetivo de la VM es la reducción del trabajo respiratorio, el confort del paciente y su sincronía con el respirador

# VM CONTROLADA o CONTINUA (VCM, CMV)

- El nivel de soporte ventilatorio es completo, las respiraciones se inician automáticamente y el patrón de entrega de gases está programado.

## **Indicaciones:**

- Disminución del impulso ventilatorio.
- Necesidad de suprimir el impulso ventilatorio.

## **Limitaciones:**

- Hay que eliminar el impulso ventilatorio del paciente para evitar asincronías con el respirador.

# TIPOS

## VENTILACION CON VOLUMEN CONTROL

Se entrega un volumen de gas programado en cada respiración.

## VENTILACION CON PRESION CONTROL

Se programa un nivel de presión constante en cada inspiración.



# CMV – VENTAJAS Y DESVENTAJAS

## □ **Ventajas:**

- Garantiza la Oxemia.
- Control del Estado Acido Base.
- Músculos respiratorios en reposo (disminuye el trabajo respiratorio)

## □ **Desventajas:**


- Necesidad de suprimir el impulso ventilatorio del paciente para evitar asincronías, utilizando sedación/bloqueo neuromuscular.
- No interacción paciente-ventilador.
- Potenciales efectos hemodinámicos adversos.
- Atrofia de músculos respiratorios.
- Hiper o Hipoventilación.

# VMAC: VENTILACION MECANICA ASISTIDA - CONTROLADA

- Es un modo de ventilación mecánica con presión positiva en la que el respirador entrega un flujo de gas programado **en respuesta a un esfuerzo inspiratorio del paciente.**
- Si este esfuerzo no ocurre en un período de tiempo llamado **PERÍODO CONTROL**, el flujo de gas es entregado automáticamente por el respirador.
- Tipos: Por VOLUMEN y por PRESION.




# CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE VMAC

- La Frecuencia Respiratoria total: FR programada + FR por Esfuerzo del paciente.
  - Patrón de entrega de gases programado. En este caso, el operador seleccionara el tipo, cuantía y duración del flujo inspiratorio.
  - Las variables que más afectan al trabajo respiratorio en VMa/c son la sensibilidad del **TRIGGER Y EL PICO DE FLUJO INSPIRATORIO.**
- 





## VENTAJAS DE VMAC

- Ventilación Minuto y Volumen Garantizado asegurado: asegura soporte respiratorio en cada respiración.
  - Mejor Posibilidad de Sincronización de la Respiración del paciente y el ventilador.
  - Reduce la Necesidad de Sedación.
  - Disminuye el trabajo respiratorio.
  - Previene la atrofia de los músculos respiratorios (por su carácter asistido) facilitando el proceso de retiro de VM.
  - Facilita el destete.
- 




## DESVENTAJAS DE VMAC

- Trabajo excesivo (fatiga de músculos respiratorios) si el impulso respiratorio es alto y el pico de flujo o sensibilidad no es adecuado.
  - Atrofia muscular si la ventilación se prolonga.
  - En pacientes despiertos la duración de los ciclos respiratorios puede no coincidir con la programada en el respirador, por lo que a veces hay que sedar al paciente.
  - Cuando se usa en pacientes taquipneicos puede desarrollarse situación de alcalosis respiratoria.
  - Puede aumentar la PEEP.
- 



## SIMV: VENTILACION MECANICA MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA

- Combinación de respiración del ventilador y espontánea del paciente.
  - La respiración mandatoria se entrega cuando se sensa el esfuerzo del paciente.
  - El paciente determina el volumen tidal y la frecuencia de la respiración espontánea, con una frecuencia respiratoria base.
- 

# SIMV

## □ Ventajas:

- Buena interacción paciente-respirador.
- Baja interferencia con la función cardiovascular normal: Produce menor presión en las vías aéreas con aumento de Retorno Venoso, mejoría de volumen minuto cardiaco y oxigenación tisular.
- Método de retiro del ventilador.
- Ayuda a prevenir la atrofia muscular respiratoria.

## □ Desventajas:

- En comparación con AC aumenta el trabajo respiratorio.
- Aumenta el riesgo de Hipoventilación e Hipercapnia.
- Puede incrementar el trabajo y fatiga muscular respiratoria.



# CPAP: PRESION POSITIVA CONTINUA DE LA VIA AEREA

- Es la aplicación de una presión positiva constante en las vías aéreas durante en un **ciclo respiratorio espontáneo**.
- La CPAP es una forma de elevar la presión al final de la espiración por encima de la atmosférica con el fin de incrementar el volumen pulmonar y la oxigenación.
- **Siempre se utiliza en respiración espontánea:** el aire entra en los pulmones de forma natural por acción de los músculos respiratorios y gracias a una válvula en la rama espiratoria se evita que el pulmón se vacíe del todo al final de la espiración. PEEP sin ventilador.

# CPAP

## INDICACIÓN:

- Retiro de VM.
- IR aguda capaz de mantener una ventilación espontánea efectiva.
- Apnea Obstructiva del Sueño.

## VENTAJAS CPAP:

- Aumenta la CRF.
- Previene el colapso alveolar espiratorio.
- Disminución de cortocircuito intrapulmonar.
- Mejora la distensibilidad pulmonar por reclutamiento alveolar.

## NO INDICADA:

- Paciente no orientado ni colaborador.
- Arritmias, dificultad de expectorar, hipotenso.
- Distensión gástrica o aspiración.

## PSV: PRESION SOPORTE

- Es la aplicación de una presión positiva programada a un **esfuerzo inspiratorio espontáneo**.
- Es limitado por presión y ciclado por flujo.
- **ESTÍMULO RESPIRATORIO INTACTO.**
- En este modo el paciente determina la frecuencia respiratoria, el tiempo inspiratorio, flujo pico y volumen tidal.




# PSV

## VENTAJAS PSV


- Mejorar la sincronía paciente con el ventilador y aumentar el volumen tidal espontáneo.
- Se utiliza como modo de retiro de la VM.
- Disminuye el trabajo respiratorio espontáneo y el trabajo adicional debido al tubo endotraqueal y los circuitos.

## DESVENTAJAS

- Necesita un impulso respiratorio conservado.
  - Alteraciones en Equilibrio Acido- Base.
  - Hiperinsuflación.
- 




# GUÍA PARA EL INICIO DE VM

- Elegir el modo de respirador (trabajo, sincronía y no alta Ppico)
  - FiO<sub>2</sub> inicial de 1. Después SatO<sub>2</sub> 92-94 %
  - V<sub>T</sub> de 8-10 ml/kg (si SDRA 5-8 ml/kg)
  - Elegir FR y vol min en función de situación clínica. Objetivo: pH vs. CO<sub>2</sub>
  - PEEP para mejorar oxigenación y reducir FiO<sub>2</sub>. No > 15 cm H<sub>2</sub>O
  - Modificar Flujo para evitar turbulencias y atrapamiento (auto-PEEP o PEEP oculta)
  - Considerar la analgesia, sedación, relajación, postura.
- 




# Monitorización de la VM

- Rx de tórax postintubación y para evaluar mala evolución.
  - Gases arteriales al inicio de la VM y en periodos regulares.
  - Oximetría (pulsioxímetro).
  - Vigilancia de signos vitales.
  - Curvas del respirador.
  - Alarmas del respirador y otras alarmas fisiológicas.
- 



# COMPLICACIONES ASOCIADAS A LA VM

## 1. Asociadas a la vía aérea artificial:


- Hemorragias nasales y/o Sinusitis: Suelen darse en la intubación nasal.
  - Infecciones por pérdida de defensas naturales.
  - Lesiones glóticas y traqueales: Aparecen edemas, estenosis, fístulas.
  - Obstrucción: Acodaduras, mordeduras del TET, aumento de secreciones.
  - Colocación inadecuada del TET, retirada accidental.
- 





# COMPLICACIONES ASOCIADAS A LA VM

## 2. Asociadas a Presión positiva:

- **Barotrauma:**
    - Neumotórax.
    - Neumomediastino.
    - Enfisema subcutáneo.
  - **Hemodinámicas:** Fracaso de Ventrículo izquierdo.
  - **Renales:** Disminuye flujo sanguíneo renal. Retención hídrica.
  - **GI:** Distensión gástrica, disminuye motilidad.
  - **Neurológicas:** Aumento de la PIC.
- 



# COMPLICACIONES ASOCIADAS A LA VM

## 3. Toxicidad por O<sub>2</sub>:

- Daño tisular: Se recomienda utilizar FiO<sub>2</sub> menor de 0.60

## 4. Infecciosas:

- **Neumonía:** Por inhibición del reflejo tusígeno, acúmulo de secreciones, técnicas invasivas.
- Sinusitis.



## 5. Por programación inadecuada:

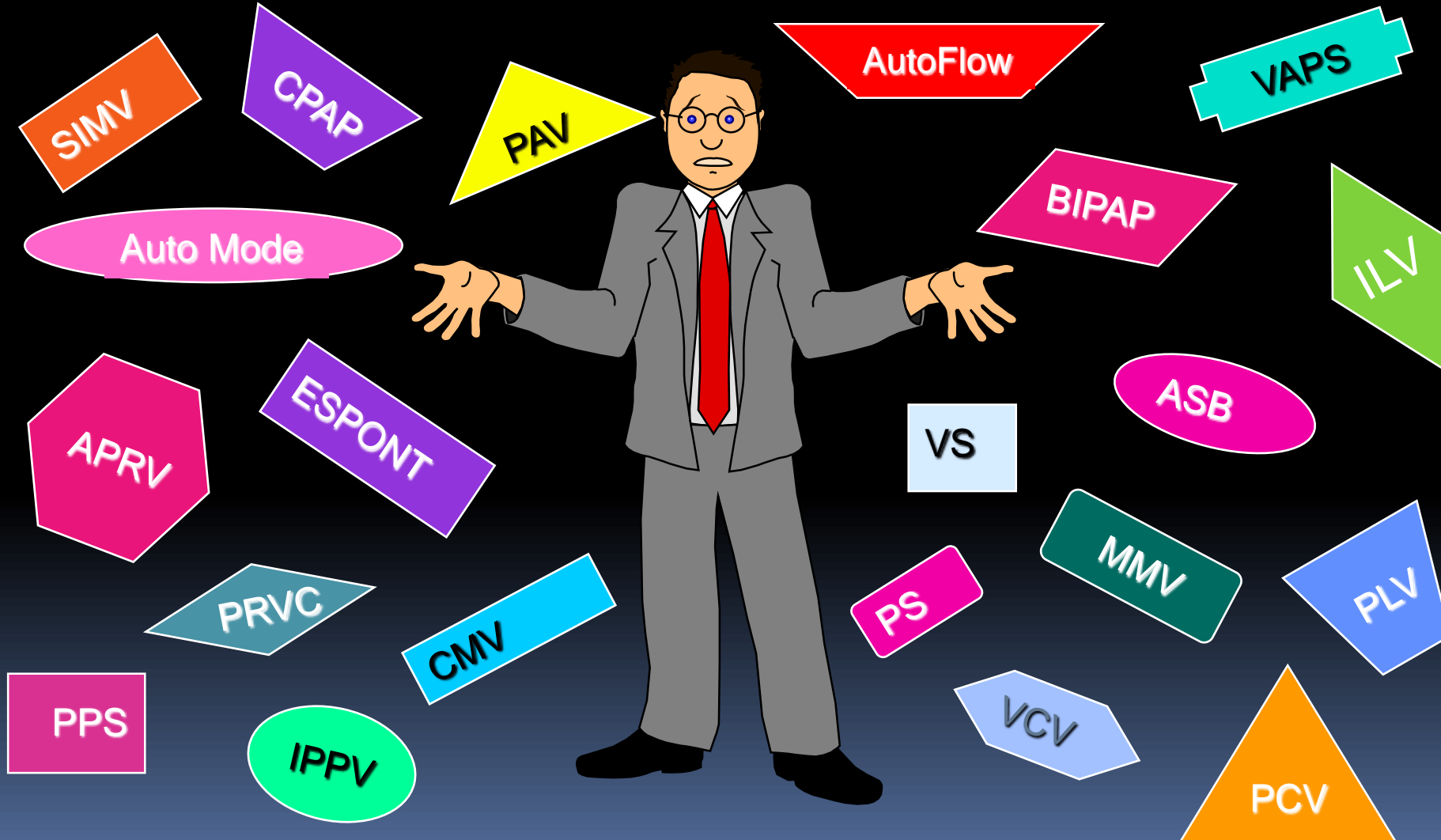
- Hipo o Hiperventilación.
- Aumento del trabajo respiratorio.
- Auto PEEP.



# VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA MODOS NO CONVENCIONALES



# *¿Nuevos Modos?*





# INDUSTRIA MANUFACTURERA

## PROPIEDADES COMUNES



# Modalidades Ventilatorias

## ■ Convencionales


- Volumen control.
- Presión control.
- Asistida /controlada
- CMV (Ventilación mecánica controlada).
- SIMV.(Ventilación mandatoria intermitente sincronizada)
- CPAP.(Presión positiva continua).

## ■ No convencionales

- Ventilación de alta frecuencia.
- Ventilación con soporte de presión.(PS).
- Ventilación con liberación de presión.(APRV) (BiLevel, BIPAP, BiVent, Biphaseic, PCV +DuoPAP)
- Ventilación mandatoria minuto.(MMV).
- Ventilación pulmonar independiente.(ILV).
- Proportional Assist Ventilation.
- Neurally Adjusted Ventilatory Assistance (NAVA)




# DESTETE

- El destete es el proceso gradual de retirada de la VM mediante el cual el paciente recupera la ventilación espontánea y eficaz.
  - Los criterios de destete valoran la función del centro respiratorio, del parénquima pulmonar y de los músculos inspiratorios.
  - El destete debe seguir un método, bien en respiración espontánea (tubo en T, CPAP) o en soporte ventilatorio parcial (SIMV, PS); lo más importante es la indicación del procedimiento, ya que todos presentan ventajas e inconvenientes.
  - Solo intentarlo una vez al día.
- 





# CONDICIONES BÁSICAS PARA INICIAR EL DESTETE

- Curación o mejoría evidente de la causa que provocó la VM.
  - Estabilidad hemodinámica y cardiovascular.
  - Ausencia de sepsis y T<sup>a</sup> menor de 38,5 °C.
  - Ausencia de anemia.
  - Equilibrio ácido-base e hidroelectrolítico corregido.
  - Buena ventana neurológica.
  - Reflejos de protección de vía aérea recuperados.
- 

# DESTETE

- Criterios respiratorios:

- $Fr < 25$
- $Vt > 4\text{ml/kg}$  ( $> 325\text{ ml}$ )
- $V\text{ min} < 15\text{ l/min}$
- $\text{Sat O}_2 > 90\%$
- $\text{Pa O}_2 > 60\text{ mmHg}$
- $\text{Pa CO}_2\ 40 - 45\text{ mmHg}$
- $\text{Fi O}_2 < 40\%$
- $P\text{ ins max} < -15\text{ cmH}_2\text{O}$
- Kyrby 200 - 300
- $\text{Hb} > 8\text{ gr/dl.}$

- Prueba de destete:


- Tubo en T
- CPAP niveles bajos ( $5\text{ cmH}_2\text{O}$ )
- Presion soporte 5-7

- Modos de destete:

- SIMV.
- Presion soporte.
- Tubo en T.



# CRITERIOS DE INTERRUPCIÓN DE DESTETE

- **Criterios gasométricos:** Disminución de SatO<sub>2</sub>, pH arterial menor de 7.30,...
  - **Criterios hemodinámicos:** aumento de TAs más de 20 mmHg sobre la basal, aumento de FC, shock,...
  - **Criterios neurológicos:** disminución del nivel de conciencia, agitación no controlable.
  - **Criterios respiratorios:** FR mayor de 35 rpm, signos clínicos de aumento de trabajo respiratorio (tiraje,...), asincronía,...
- 



# VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA



# DEFINICIÓN

- Cualquier modalidad de ventilación mecánica que no requiera el uso de un tubo endotraqueal ni traqueostomía.
- La interfase entre el paciente y el ventilador es una mascarilla nasal, facial u otro tipo de aditamento que elimine la necesidad de intubar o canular la tráquea del mismo.



# HISTORIA

- 1928: Drinker y Shaw, primer pulmón de acero.
- 1938: Tanque de presión Negativa.
- 1947: Emerge el concepto de presión positiva intermitente sin intubación.
- 1980: Se desarrolla CPAP.




# OBJETIVOS

- Mejorar la oxigenación arterial.
- Aumentar la ventilación alveolar.
- Disminuir el trabajo respiratorio.
- Evitar la intubación orotraqueal.






# INDICACIONES

- EPOC Agudizado.
  - Neumonía en Inmunocomprometidos o en EPOC.
  - Edema Agudo Pulmonar.
  - Facilitación del destete de EPOC.
  - Crisis Asmática Grave.
  - Intoxicación por CO.
  - Post operatorio abdominal o torácico.
  - Parálisis Frénica pos quirúrgica.
  - Enfermedad Intersticial Aguda Pulmonar.
  - Síndrome de Guilláin Barré.
  - Fibrosis Quística, Casi Ahogados, Neumonía en no EPOC, SDRA.
- 





# CONTRAINDICACIONES

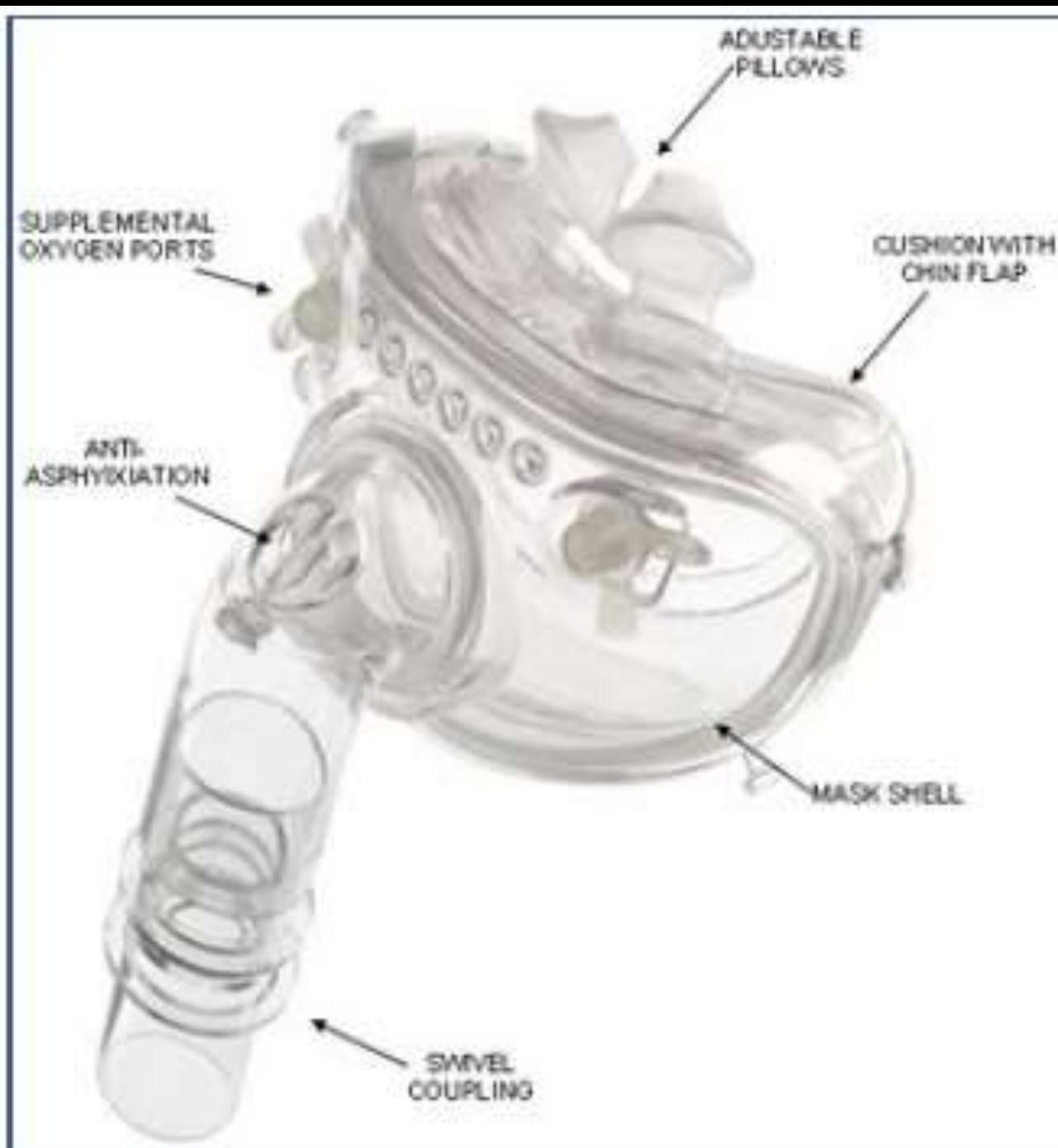
- Falta de cooperación del paciente.
  - Vómito.
  - PCR.
  - Coma.
  - Shock o alteración hemodinámica grave.
- 

# EQUIPO

## **Interfase:** Dispositivo entre aparato y paciente.

- **Máscaras:** parte de interfase que se adapta a cara del pac. Nasal, Oronasal o Facial, Facial Total.
- **Arneses:** elemento que sujeta la máscara a la cara del pac.
- **Circuito:** única tubuladura flexible, de baja resistencia al flujo, anticolapsable.
- **Dispositivos espiratorios:** Puerta espiratoria, Válvula de seguridad antiasfixia, Conector de Oxígeno.
- **Humedificadores:** necesarios si se requiere mas de 24 h de VNI.
- **Nebulizadores:** para administrar medicamentos en aerosoles.





# MODOS DE VMNI - BiPAP

- BiPAP: Presión de soporte binivel.
- Dos niveles de presión: alta presión de inspiración (IPAP) y baja presión de exhalación (EPAP) y alto flujo.
- Es similar al modo PSV (Ventilación con Presión de Soporte)
  - IPAP: 12 cmH<sub>2</sub>O
  - EPAP: 5 cmH<sub>2</sub>O
- Esta se produce como consecuencia de la diferencia de presiones entre la inspiratoria y la espiratoria, permite la sincronización con las respiraciones del paciente.

# BiPAP



## MODOS DE VMNI - CPAP

- CPAP : Presión positiva continua en la vía aérea.
- Se genera un nivel de presión positiva en la vía aérea mediante un flujo continuo (una presión fija durante todas las respiraciones que efectúe el paciente).
- Efectiva solo para respiración espontánea.



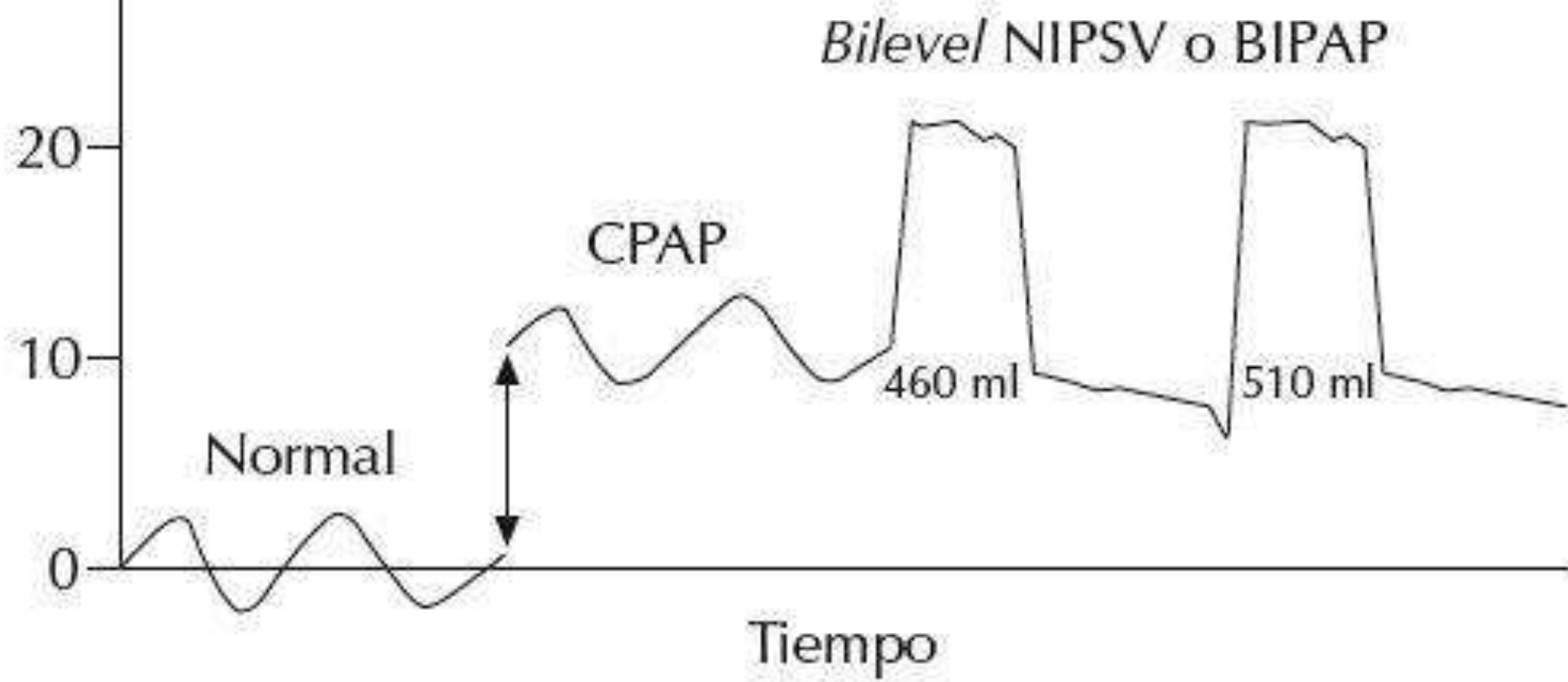


# CPAP





Presión (cmH<sub>2</sub>O)




# TITULACIÓN DE PARÁMETROS

PARÁMETROS	RANGO	INCREMENTOS
IPAP	4 - 40 cm H <sub>2</sub> O.	1 cm H <sub>2</sub> O.
EPAP	4 - 20 cm H <sub>2</sub> O.	1 cm H <sub>2</sub> O.
CPAP	4 - 20 cm H <sub>2</sub> O.	1 cm H <sub>2</sub> O.
FRECUENCIA RESPIRATORIA.	4 - 40 resp x min.	1 resp x min.
TIEMPO INSPIRATORIO	0,5 - 3 seg.	0,1 seg.
IPAP PENDIENTE/RAMPA	0,05 - 0,4 seg.	4 Niveles: 0,05-0,1-0,2-0,4.
[O <sub>2</sub> ]	21-100%.	4% hasta el 25%, luego de 5 en 5%.




# VENTAJAS

- Fácil de colocar y retirar.
  - Reduce necesidad de colocar sondas nasogástricas.
  - Disminuye complicaciones extubación (trauma de hipofaringe, laringe y traquea) y post extubación (disfonía, estridor, estenosis traqueal, edema glotis).
  - Neumonía y barotrauma son menos frec que con invasiva.
  - Permite la tos y eliminación de secreciones, permite el habla y la deglución.
  - No requiere sedación, permite el movimiento del paciente.
  - Evita la atrofia muscular.
  - Facilita el destete.
  - Disminuye el riesgo de complicaciones y estancia Hospitalaria.
- 



# COMPLICACIONES

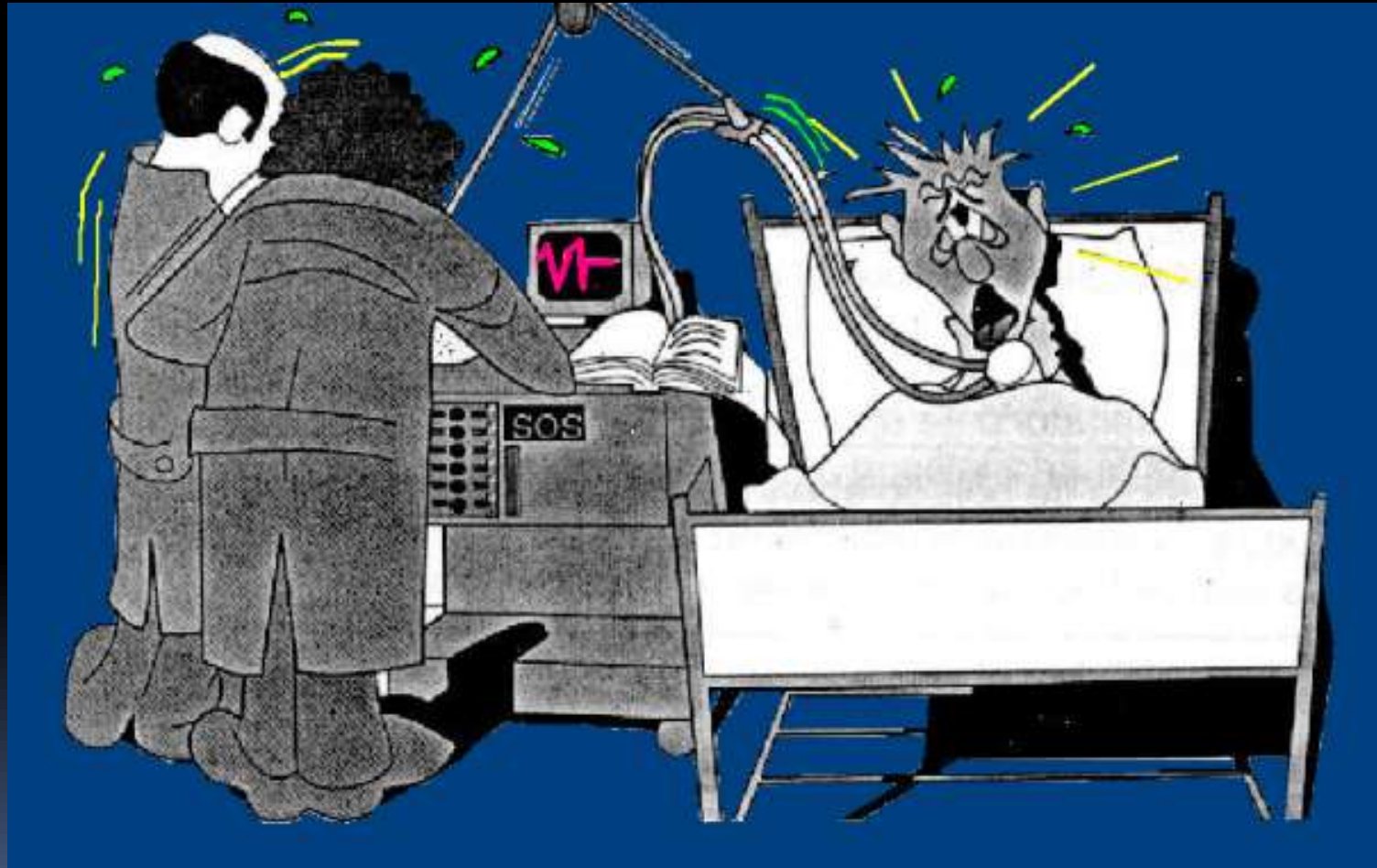
Las complicaciones suceden solo en el 15% de los pacientes y no suelen ser graves:

- Lesiones en piel, sobre todo a nivel nasal, que puede llevar incluso a la necrosis.
  - Distensión gástrica.
  - Conjuntivitis.
  - Neumotórax.
  - Alteración en la anatomía nasal.
- 

# Criterios para suspender la VMNI y pasar a la IOT

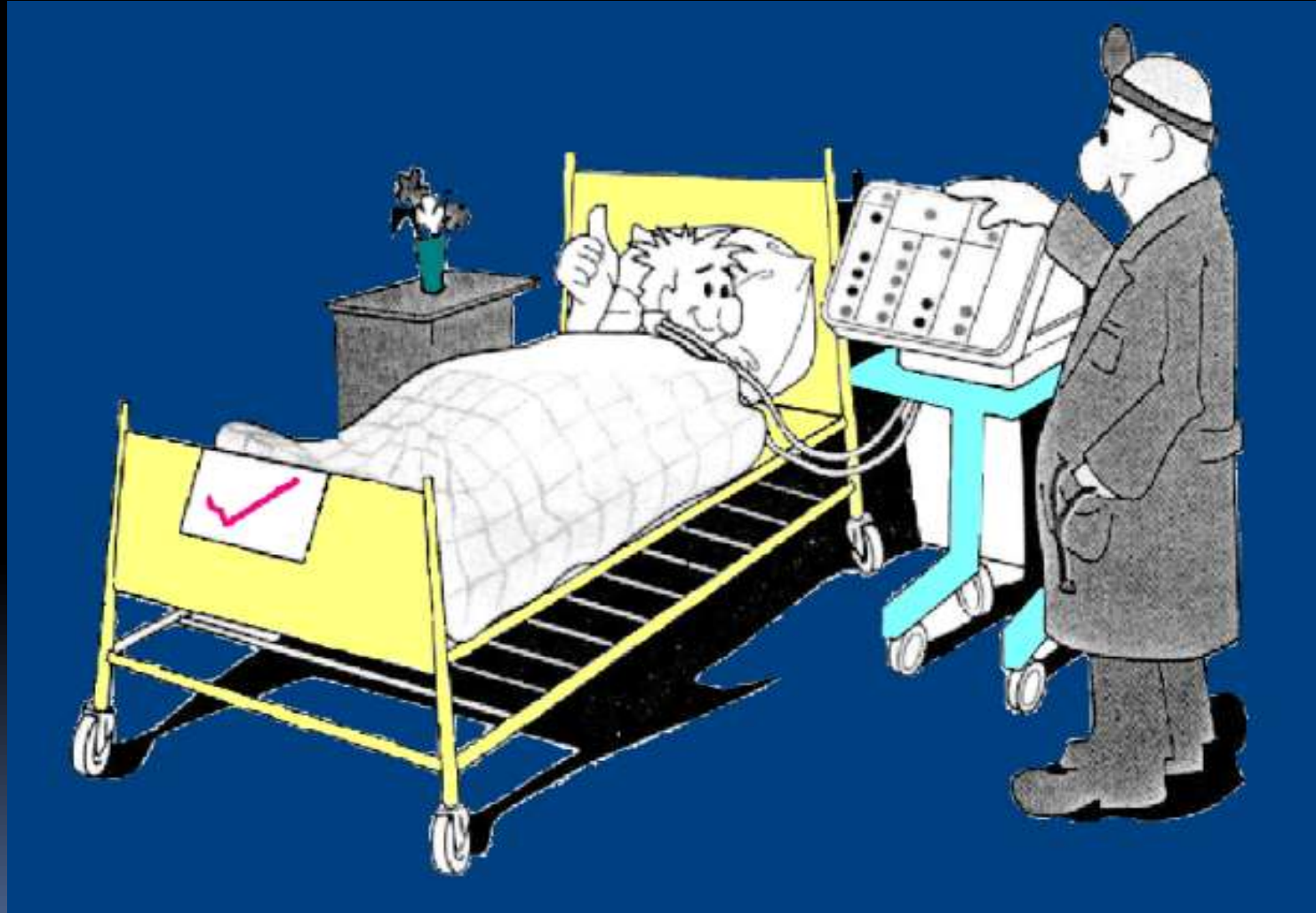
1. Acidosis respiratoria y aumento de la hipercapnia.
2. Hipoxemia resistente ( $PO_2 < 65$   $FiO_2 > 0,6$ ).
3. Patología que precise de aislamiento de la vía aérea (coma, convulsiones).
4. Manejo de secreciones bronquiales abundantes.
5. Inestabilidad hemodinámica o electrocardiográfica (hipotensión arterial, arritmias).
6. Incoordinación toraco-abdominal.
7. Intolerancia a la interfase.


# VISION ANTIGUA DE VENTILOTERAPIA





# VISION ACTUAL DE VENTILOTERAPIA





*“Si buscas resultados  
distintos, no hagas  
siempre lo mismo”*



**MUCHAS GRACIAS!!!!!!**