

VENTILACIÓN MECÁNICA CONVENCIONAL en el NEONATO



Antonio Cuñarro Alonso, 29 de Noviembre de 2012.

INTRODUCCIÓN

Técnicas que introducen artificialmente a través de un tubo en tráquea, un volumen de gas al pulmón...
... mayor que el espacio muerto anatómico y a <150 cpm: VMC.
... menor y a >150 rpm: VAF.

- La ventilación convencional (VMC) sigue siendo la **base fundamental** en el cuidado del fallo respiratorio neonatal...
 - ... a pesar de alternativas como la ventilación de alta frecuencia (VAFO), los oxigenadores de membrana (ECMO), el óxido nítrico (ONi) o la ventilación líquida.
- **No se conoce cuál es el mejor método de ventilar mecánicamente a un recién nacido.**
- Objetivo:
 - asegurar la realización de un adecuado intercambio gaseoso,
 - evitar el daño del tejido pulmonar y de las vías aéreas, y
 - el mantenimiento de una adecuada circulación pulmonar y sistémica.
- La mayoría de las **recomendaciones** pueden usarse como guía pero **nunca deben seguirse a ciegas o como dogma.**

CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR.

■ **VOLUMEN CORRIENTE (VT):**

- Volumen de gas movilizado en cada ciclo respiratorio (**4-6mL/Kg**)

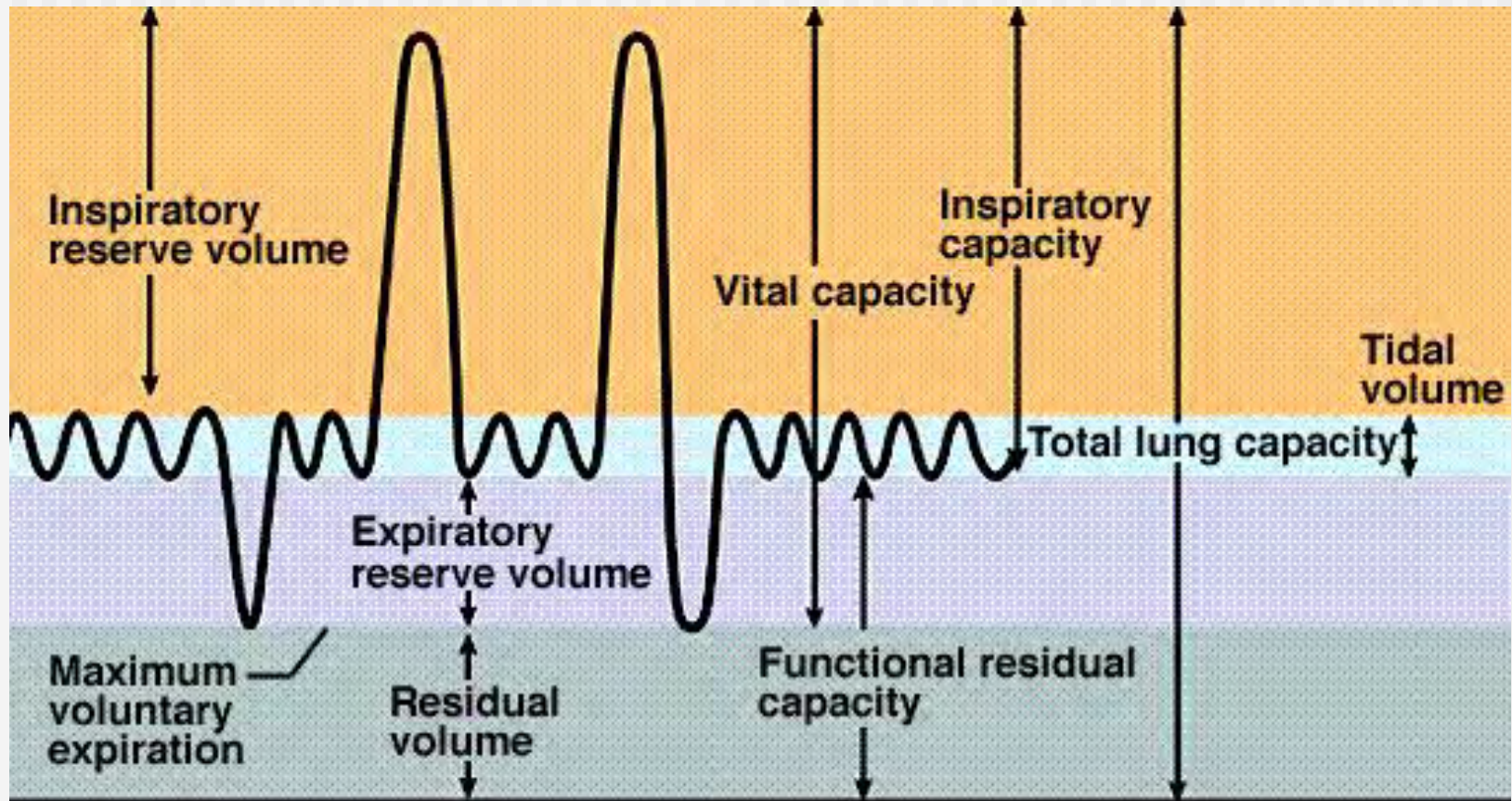
■ **VOLUMEN DEL ESPACIO MUERTO (VD):**

- Volumen de gas movilizado en cada ciclo, que no realiza intercambio gaseoso.
 - Suele ser 1/3 del VT (**1,5-2ml/Kg**)

■ **VOLUMEN MINUTO (VM):**

- $VM = (VT - VD) \times FR$
- En los respiradores que miden este valor, el cálculo se realiza por el producto del VT por FR (ya que el VD no es conocido).

Conceptos Básicos



CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR.

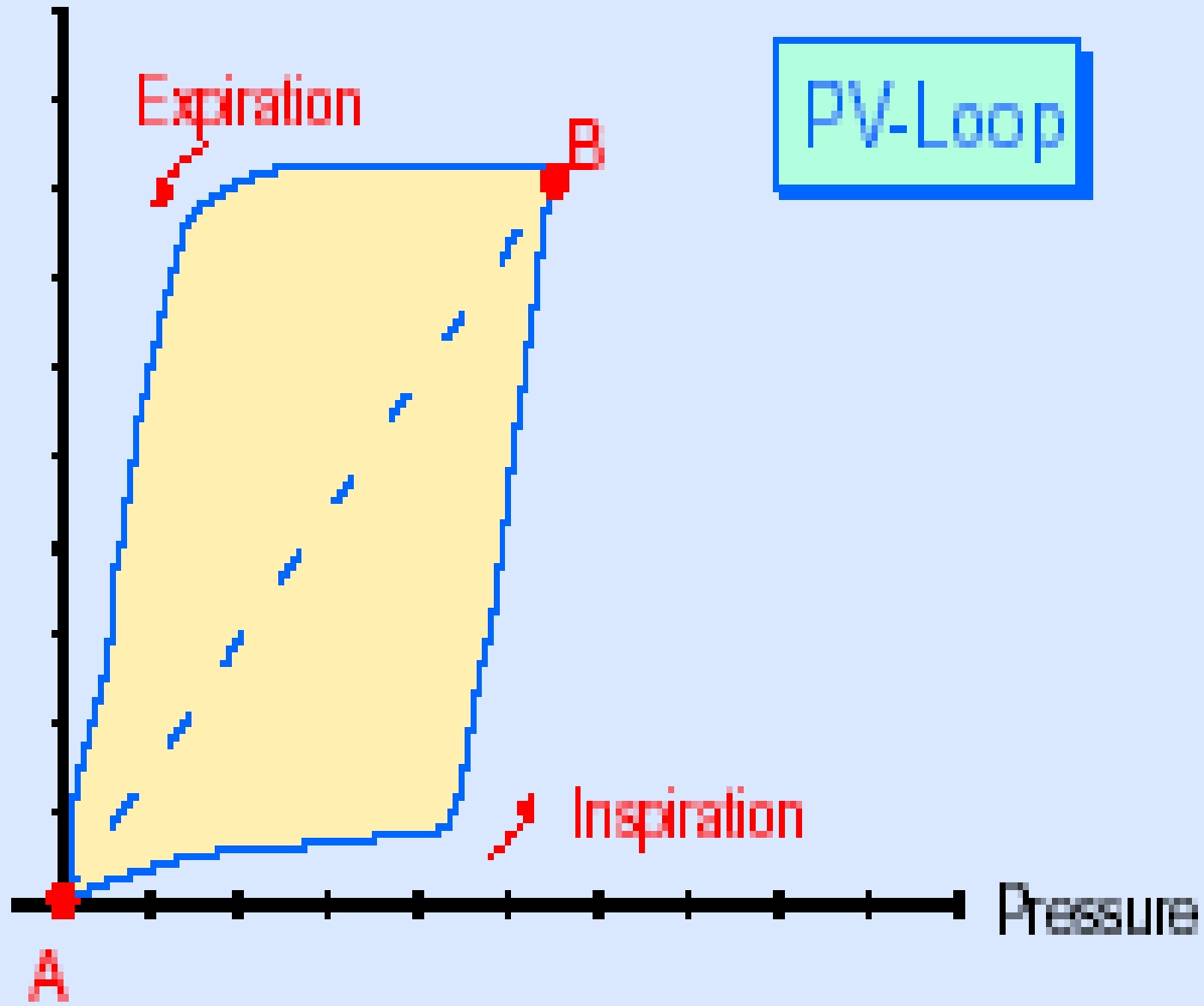
■ COMPLIANCE O DISTENSIBILIDAD (CL):

- Elasticidad o adaptabilidad del tejido pulmonar (cambios de volumen producidos por cambios de presión determinados):

$$\frac{\text{Incrementos de volumen (ml)}}{\text{Incrementos de presión (cm H}_2\text{O)}} = \text{(ml/cm H}_2\text{O)}.$$

- Con una compliance normal se necesitan sólo pequeños cambios de presión para movilizar grandes volúmenes de gas.
 - Con una CL baja, se necesitan grandes cambios de presión para movilizar pequeños volúmenes.
- La CL de un recién nacido a término es de unos **3-6mL/cm H₂O**.
 - En un prematuro con distress la CL disminuye hasta **0,5-1mL/cm H₂O**.

Volume



PV-Loop

Expiration

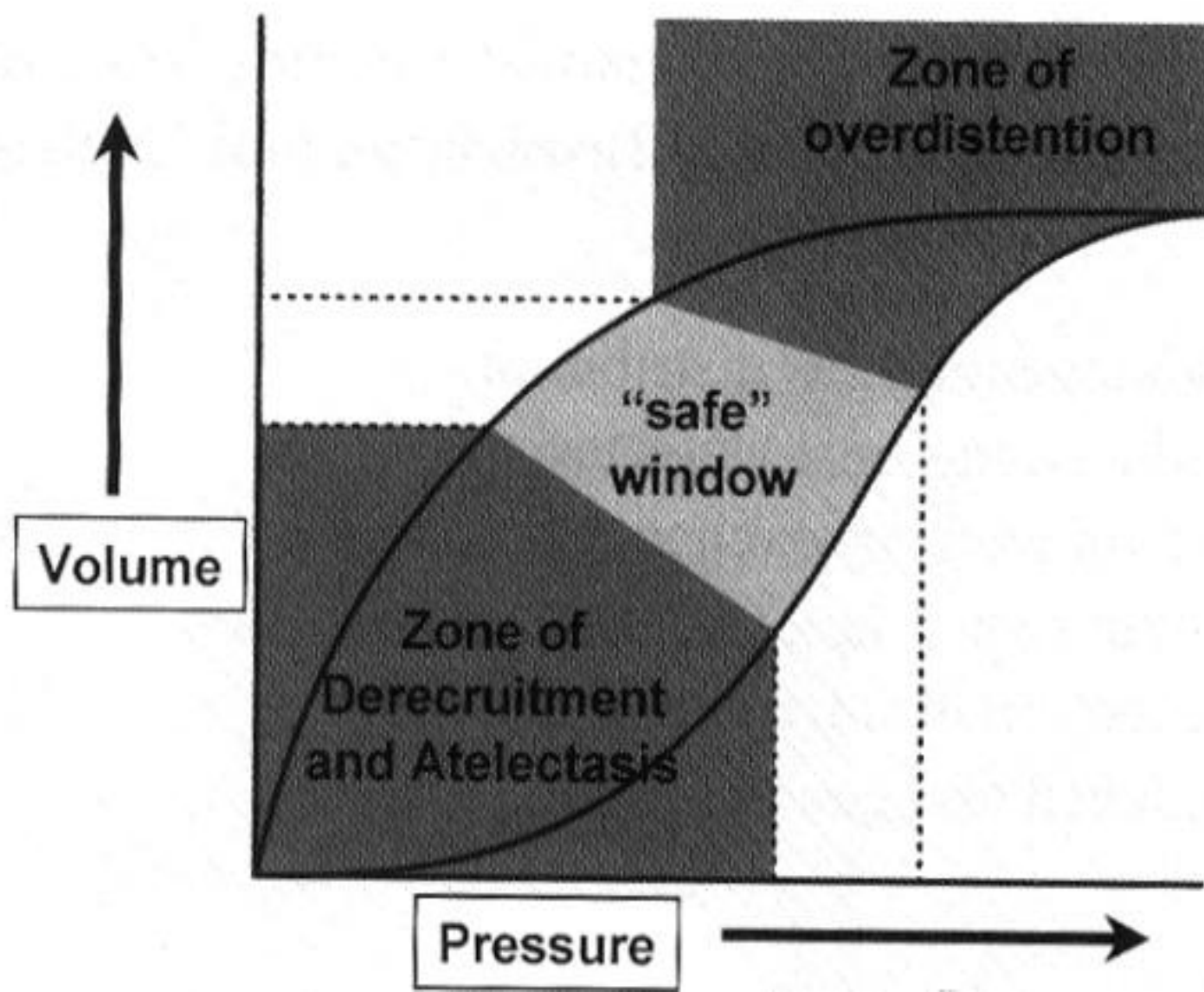
Inspiration

A

B

Pressure

Optimal Lung Volume: “Safe Window”



CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR.

- **RESISTENCIA DEL SISTEMA RESPIRATORIO (R):**
 - Dificultad que encuentra el gas al pasar por la vía aérea.
 - Es el roce o incremento de presión que se origina ante el paso de un volumen determinado de gas en un tiempo determinado.
 - La **R** se debe a las paredes de la **propia vía aérea** (R de las vías respiratorias) más las **resistencias viscosas** del tejido pulmonar circundante (R tisular).
 - Se expresa como incrementos de presión producidos por incrementos de flujo de gas por unidad de tiempo.

Incrementos de presión (cm H₂O).

= **cm H₂O/L/seg.**

Incrementos de flujo (L/seg.)

CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR.

- En recién nacidos normales así como en fases iniciales del SDR, la R es de **20-40 cm H₂O/L/seg.**
- En la aspiración meconial o en la displasia broncopulmonar puede llegar a ser de **50-400 cm H₂O/L/seg.**
- En todo niño intubado, sólo por este hecho, aumentan las resistencias de la vía aérea hasta **50-80 cm H₂O/L/seg,** según el calibre del tubo; aunque el pulmón sea normal.

CONCEPTOS BÁSICOS DE MECÁNICA PULMONAR

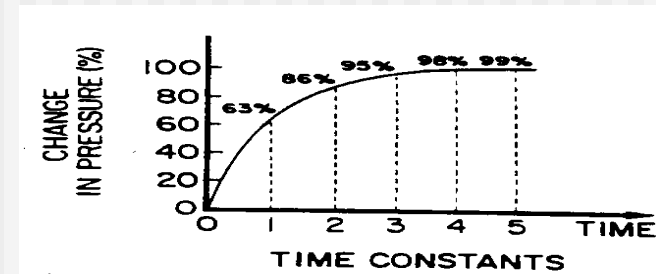
■ **CONSTANTE DE TIEMPO (Kt):**

- Intercambio gaseoso: al equilibrarse de presiones alveolo-vía aérea proximal.
- Es el tiempo necesario para que la presión alveolar alcance el 63% de ese "momento". Mide el tiempo que se tarda en alcanzar un volumen.

1 cte de tiempo: tiempo necesario para alcanzar el 63% del Vt.

3 ctes de tiempo: tiempo necesario para alcanzar el 95% del Vt.

5 ctes de tiempo: tiempo necesario para alcanzar el 99% del Vt.



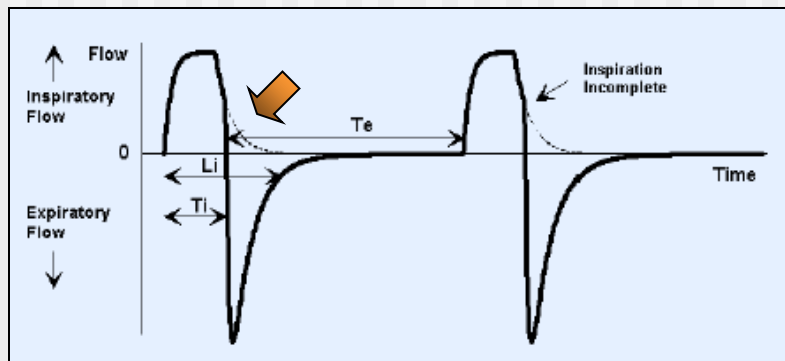
- Existe un equilibrio entre las presiones del sistema al cabo de 3-5 Kt. Esto quiere decir que tanto la fase inspiratoria como la fase espiratoria del ciclo respiratorio se habrán completado (igualdad de presiones y ausencia de flujo), cuando hayan transcurrido 3-5 **Kt** para cada una de las fases.

$$Kt \text{ (seg.)} = CL \text{ (L/cm H}_2\text{O)} \times R \text{ (cm H}_2\text{O/L/seg)}$$

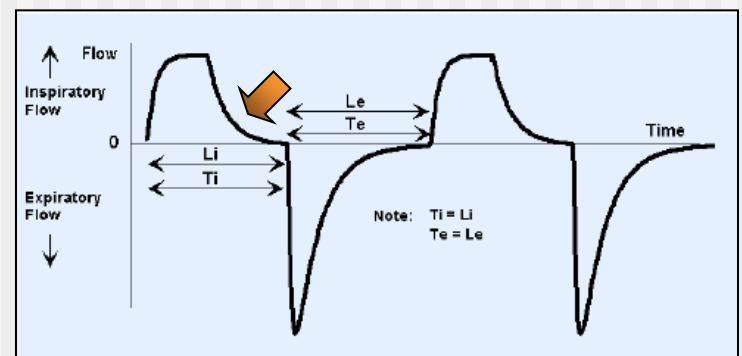
- Este concepto es muy importante en ventilación mecánica neonatal: ante un número de ciclos elevado en el respirador, el Te puede ser insuficiente para permitir un vaciado alveolar completo, lo que puede producir sobredistensión y escape aéreo.

Conceptos Básicos

- Constante de tiempo. Ejemplo:
 - Complianza = 1,5 ml/cmH₂O
 - Resistencia = 80 cmH₂O/l/seg
 - **KT = CL x R** = 120 ms = 0.12 seg



$$T_i = 0.12$$



$$T_i = 0.36$$

INDICACIONES DE SOPORTE RESPIRATORIO.

No existen criterios universales para la indicación de la asistencia respiratoria invasiva en el periodo neonatal.

- La ventilación no invasiva o el tratamiento con surfactante han **modificado** sus indicaciones. Algunos criterios gasométricos propuestos serían:

Grupo Respiratorio y Surfactante de la Sociedad Española de Neonatología. Recomendaciones para la asistencia respiratoria en el recién nacido (I). An Pediatr (Barc). 2008;68: 516---24.

- **Hipoxemia grave:**

- $\text{PaO}_2 < 50\text{-}60$ mmHg con $\text{FiO}_2 \geq 0,6$ en RNT;
- $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg con $\text{FiO}_2 > 0,4$ en prematuros < 1.250 g.

- **Hipercapnia grave** ($\text{PaCO}_2 > 65$ mmHg con $\text{pH} < 7,25$).

- **Apnea** o **dificultad respiratoria** que precise **reanimación** tras el fracaso de la ventilación no invasiva

INDICACIONES DE SOPORTE RESPIRATORIO.

- **La regla de oro es intentar que las medidas sean lo menos agresivas posibles y mantenerlas el mínimo tiempo necesario.**

OBJETIVOS GASOMÉTRICOS:

- **RECIÉN NACIDO PRETÉRMINO:**

- **PaO₂** 50-60 mmHg
- **SatO₂** 90-95%.
- **PaCO₂** 45-55 mmHg.

Considerar **"hipercapnia permisiva"**:

Ventilatory Strategies in the Prevention and Management of Bronchopulmonary Dysplasia

Namasivayam Ambalavanan, MD, and Waldemar A. Carlo, MD

Semin Perinatol 30:192-199 © 2006

In the early phase of RDS, it is appropriate to maintain a PaCO₂ of 45 to 55 mm Hg with a pH above 7.2 to 7.25.

By **postnatal day 3-4**, metabolic compensation gradually develops, which permits a higher PaCO₂ for the same pH.

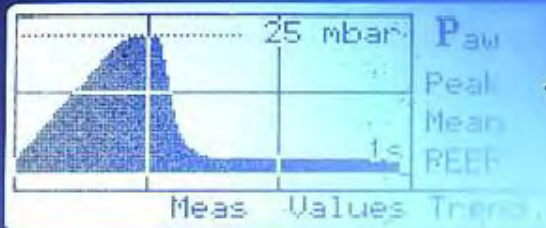
- **RECIÉN NACIDO A TÉRMINO:**

- **PaO₂** 50-70 mmHg.
- **SatO₂** 92-95%.
- **PaCO₂** 45-55 mmHg.

Considerar también hipercapnia permisiva.

MODOS DE VENTILACIÓN.

- Presión positiva **continua** (PPC o CPAP).
- Ventilación con presión positiva **intermitente**:
 - Controlada (PPI o IMV).
 - Asistida/controlada (A/C).
 - Ventilación mandatoria intermitente sincronizada (SIMV).
 - Ventilación con volumen garantizado (VG).
 - Ventilación con soporte de presión (PSV).



PRESIÓN POSITIVA CONTINUA (PPC, CPAP).

- Se emplea con **respiración espontánea** aplicando una **presión positiva y un flujo de gases constantes, manteniéndolos a lo largo de todo el ciclo respiratorio.**
 - Aumenta la capacidad residual funcional (CRF) evitando el colapso alveolar
 - Mejora la relación V/Q y oxigenación disminuyendo el trabajo respiratorio.
 - Estimula además reflejos pulmonares que activan el centro respiratorio.

■ INDICACIONES:

- SDR (en fase temprana para evitar intubación, tras extubación, o después de administrar surfactante -INSURE-).
- Tras extubación en <1000-1250g, y/o intubación prolongada.
- Apnea recurrente que no responde a tratamiento farmacológico.
- Traqueo-broncomalacia u otras obstrucciones de la vía aérea.
- Edema pulmonar leve y moderado.
- Eventración diafragmática o parálisis frénica.

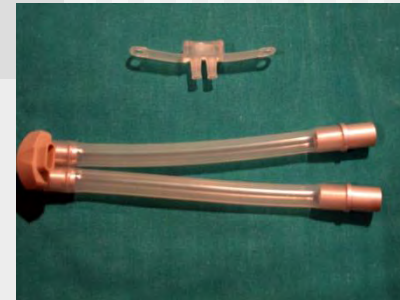
CPAP

FORMAS DE APLICACIÓN

- Vía nasal / naso-faríngea (No invasiva)
 - Vía traqueal (Invasiva): tubo endotraqueal
- piezas binasales
 - sonda mononasal
 - tubo endotraqueal

METODOS

- Ventilador convencional: **Modo CPAP: BabyFlow®**
- Sistemas de CPAPn: **Infant Flow®**



Características de uso

FLUJO : Entre **5-10 L/min** (< Flujo a < peso)

PRESION(CPAP): Entre **4-10 cmH₂O**.

!!! Cuidado CPAP >10 !!!

FiO₂: Según necesidades. Húmedo y caliente

*El descenso y **retirada** debe hacerse de forma **gradual**.*

Se puede ensayar desde presión de 4 cm H₂O y FiO₂<0,3-0,35.

Objetivo: mantener una presión espontánea regular con valores gasométricos adecuados (vigilar y evaluar la necesidad de incrementos de O₂)

Fracaso



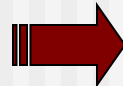
FiO₂ > 0,4 – 0,6

PEEP > 8-10

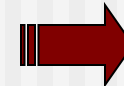
↑↑ PaCO₂* con pH < 7,25

Apnea grave

* - 40-45 mmHg en pretérmino
- 60 mmHg en RNT



NIPPV



VMC

CPAP: COMPLICACIONES

- Puede aumentar el espacio muerto en relación al volumen corriente si la presión es excesiva.



Sobredistensión

- Puede producir aumento del shunt intrapulmonar



Disminución V / Q

- Repercusión cardiovascular
- Aumento de aire ectópico
- Distensión gástrica, rotura gástrica, distención abdominal
- Erosiones / sangrado fosas nasales
- Deformidades fosas nasales
- Necrosis de tabique nasal
- ¿Facilita reflujo gastroesofágico?





CONTROLADA NO SINCRONIZADA

Ventilación mandatoria intermitente (IMV)

Ventilación con presión positiva inspiratoria (IPPV)

- Es la **forma básica de VMC.**

Flujo continuo, ciclado por tiempo y limitado por presión.

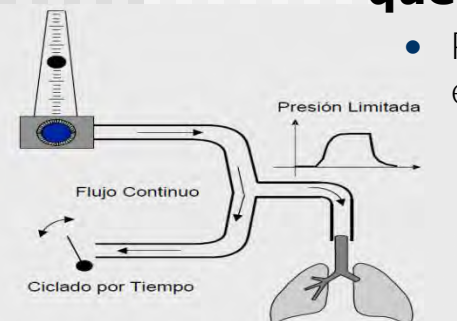
Se fija frecuencia (T_i), PIP y PEEP.

- **El ritmo es automático y continuo, marcado por el respirador e independiente del niño.**

- Durante la misma el recién nacido puede respirar espontáneamente

- Estas **respiraciones espontáneas pueden coincidir con las fases ins-espíricas de la ventilación mandatoria generando una inadaptación a la ventilación mecánica que puede ser perjudicial.**

- Por ello puede requerir sedación, al menos en fases iniciales, para evitar desacoplamiento respirador-niño.



Inspiration

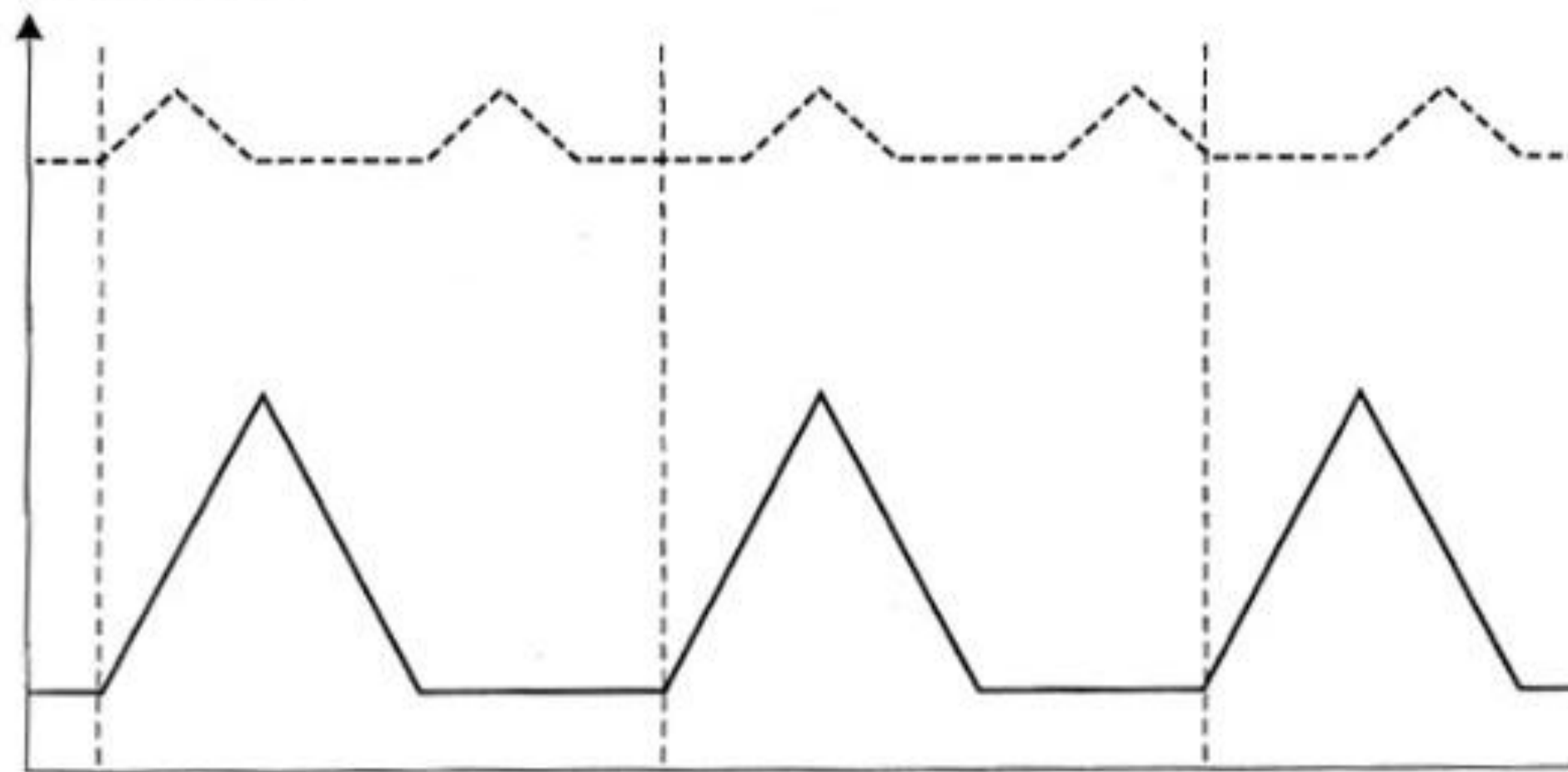


Figure 11-1. IMV. The *upper graph* represents spontaneous patient breaths, and the *lower graph* represents mechanical ventilator breaths. Note the random occurrence of synchrony, since patient and ventilator essentially function independently of one another. (Courtesy of David Durand, MD.)

Ventilación mecánica convencional

SINCRONIZADA

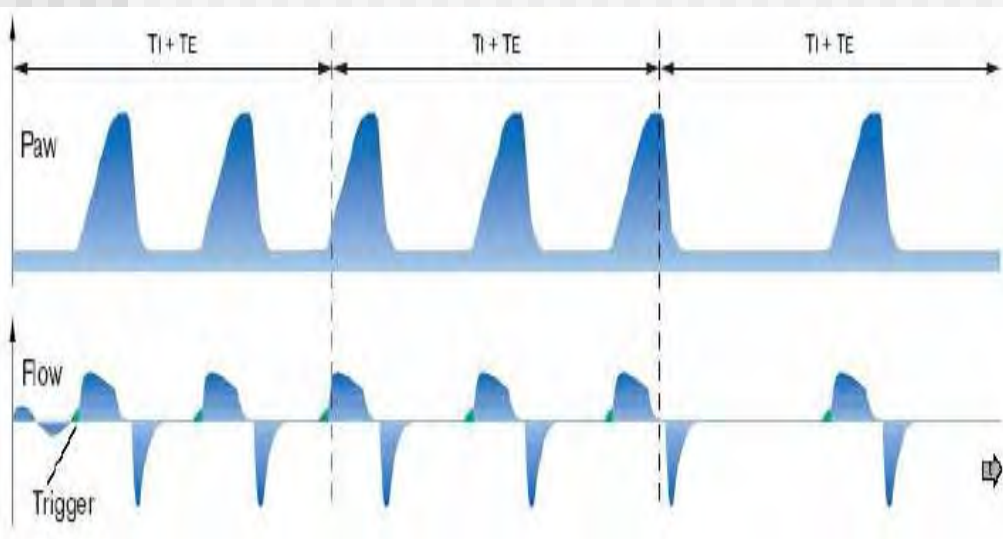
- Se refiere a modalidades ventilatorias en las que el ciclo del respirador comienza en respuesta al esfuerzo inspiratorio del niño, detectado según el modelo, mediante:
 - Cambios de flujo (lo más frecuente), o
 - cambios de presión en la vía aérea proximal.
 - Impedancia torácica.
 - Movimientos abdominales.
- El **éxito de la sincronía** depende de:
 - Alta sensibilidad del trigger (0,02 -3 ml) y
 - reducido tiempo de respuesta (30 -40 ms) entre la respiración espontánea del niño y la respuesta del respirador.

Modos	Características				
	Trigger	Asistencia inspiratoria en cada respiración	FR ventilador	Ti	PIP
SIMV	Sí	No	Fijo	Fijo	Fijo
A/C	Sí	Sí	Variable	Fijo	Fijo
PSV	Sí	Sí	Variable	Variable	Fijo

A/C: ventilación asistida controlada; FR: frecuencia respiratoria; PSV: ventilación con presión de soporte; SIMV: ventilación mandataria intermitente sincronizada.

Ventilación asistida/controlada (A/C), o Presión positiva intermitente sincronizada (SIPPV) o Iniciada por el paciente (PTV)

- El respirador garantiza un **ritmo mínimo programado por el neonatólogo**, para impedir la apnea.
- Cuando la frecuencia espontánea del bebé es superior a la programada, el **respirador asiste todas y cada una de las inspiraciones del niño**.
- El **inicio de la inspiración del niño es detectado poniendo en marcha cada ciclo del respirador**.



El respirador detecta la respiración espontánea y entrega la respiración mandatoria si:

- El esfuerzo inspiratorio se inicia tras la finalización del Periodo de Refracción (200 ms)
- y
- Se alcanza el umbral de trigger ajustado

ASISTIDA/CONTROLADA (A/C, PTV, SIPPV).

- Si la frecuencia es elevada, debe ajustarse el Ti a la frecuencia real del niño para evitar PEEP inadvertida. Hacer que el tiempo espiratorio (Te) sea más largo que el Ti, con una relación $Ti:Te > 1:1,3$.
 - En general, si la frecuencia respiratoria del niño es mayor de 80 rpm, **Ti: 0,27-0,3**.
- La presencia de agua en las asas del respirador, fugas alrededor del tubo o ajustes de sensibilidad muy elevados pueden desencadenar el **autociclado** del respirador con riesgo de baro-volutrauma con aire extralveolar y/o mayor compromiso circulatorio.
- Apnea: debe ajustarse la frecuencia del ventilador alrededor de un 10% inferior a la del recién nacido, para que actúe como frecuencia de rescate.
- **Ventajas:**
 - Administra un Vt más homogéneo
 - Previene la fatiga muscular.

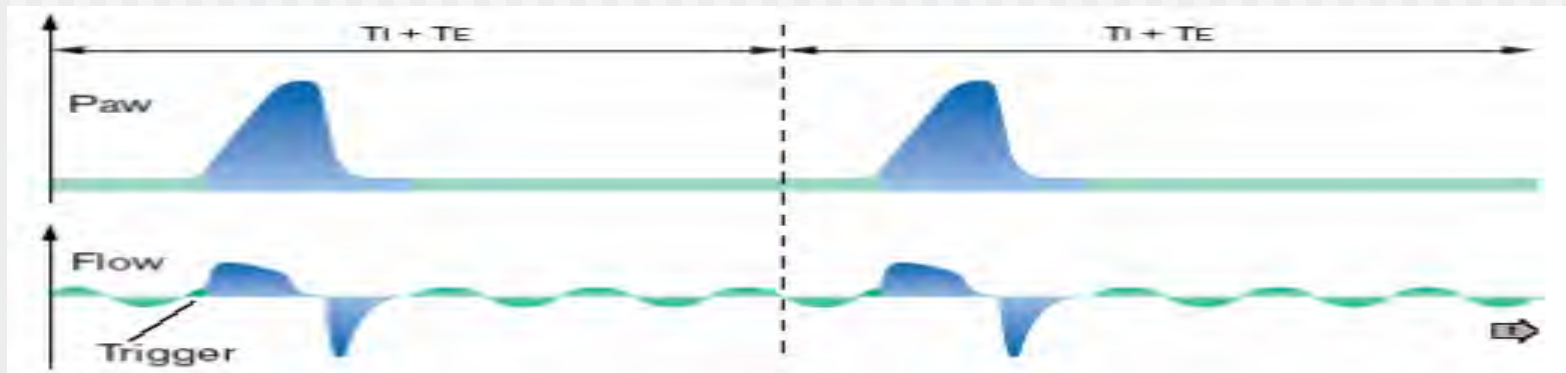
Destete: **A/C** vs SIMV disminuye duración de ventilación y tendencia a menor DBP.

Greenough A, Dimitriou G., Synchronized mechanical ventilation for respiratory support in newborn infants. Cochrane Database Sys Reviews. 2008;1: CD10.100271456/51858.

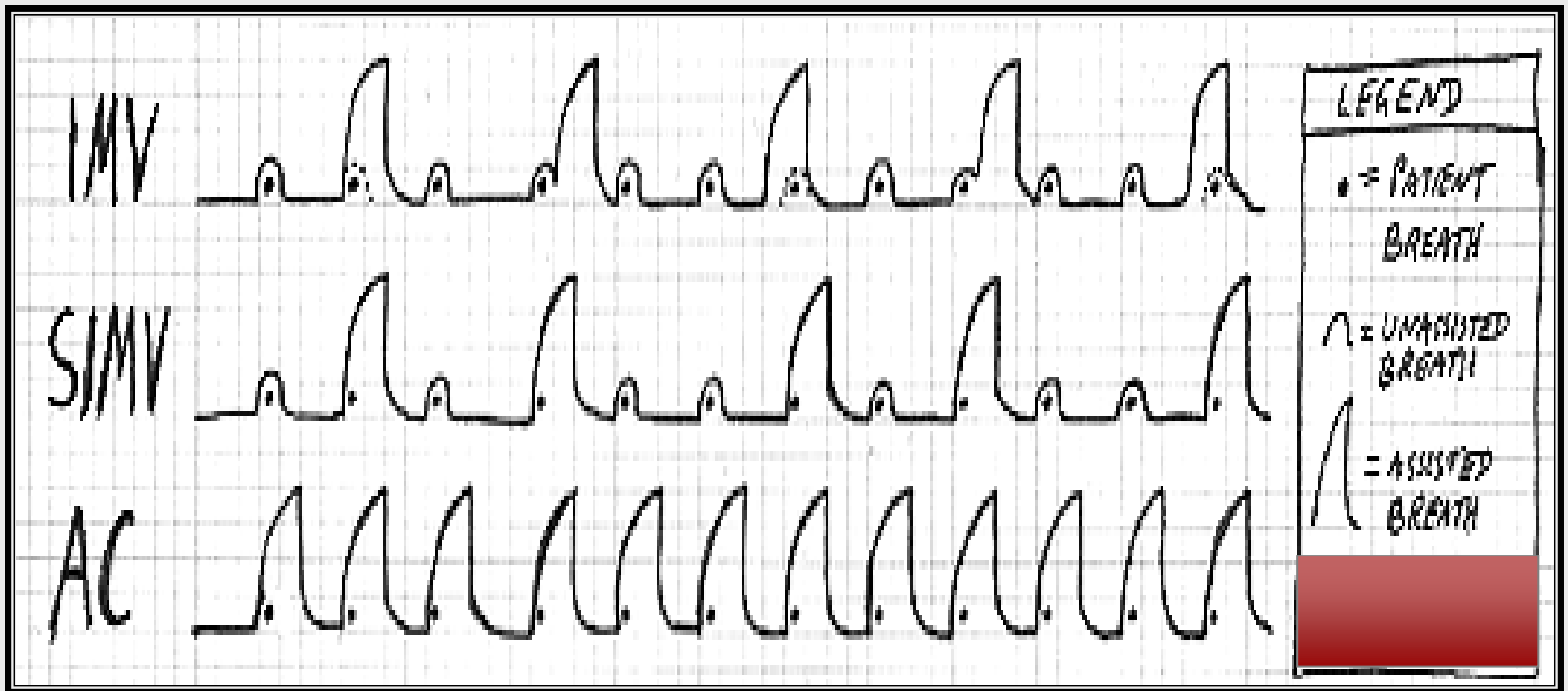
VENTILACIÓN MANDATORIA INTERMITENTE SINCRONIZADA (SIMV)

- El respirador asiste de **forma sincronizada** al paciente con un número de ciclos por minuto fijo seleccionado por el operador.
 - Si la frecuencia espontánea del paciente es superior a la marcada en el respirador, se intercalan respiraciones espontáneas y respiraciones programadas.
- **¿Asincronía?:** sólo si el T_i no es idéntico entre el paciente y el ventilador, aquel puede terminar su esfuerzo respiratorio y empezar la espiración, mientras el ventilador continúa en fase inspiratoria

Las respiraciones espontáneas no asistidas representan un mayor trabajo respiratorio.

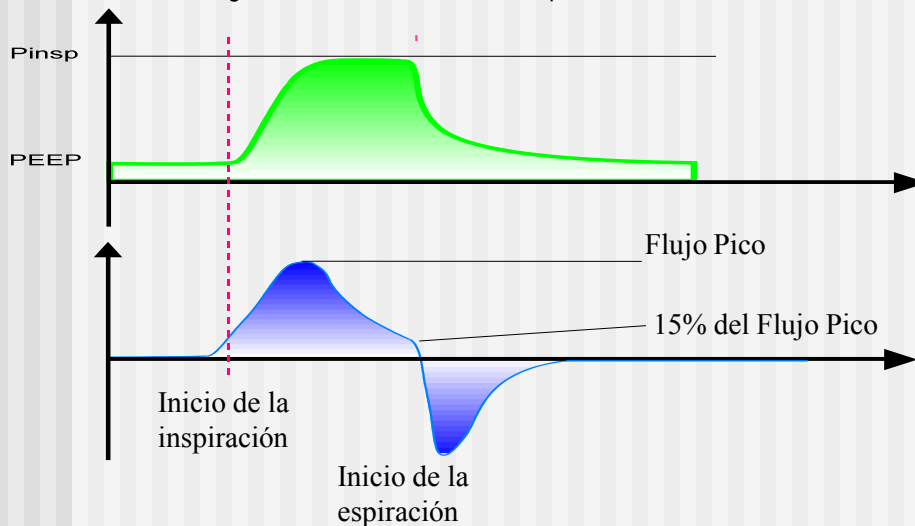


Presión Positiva Intermitente

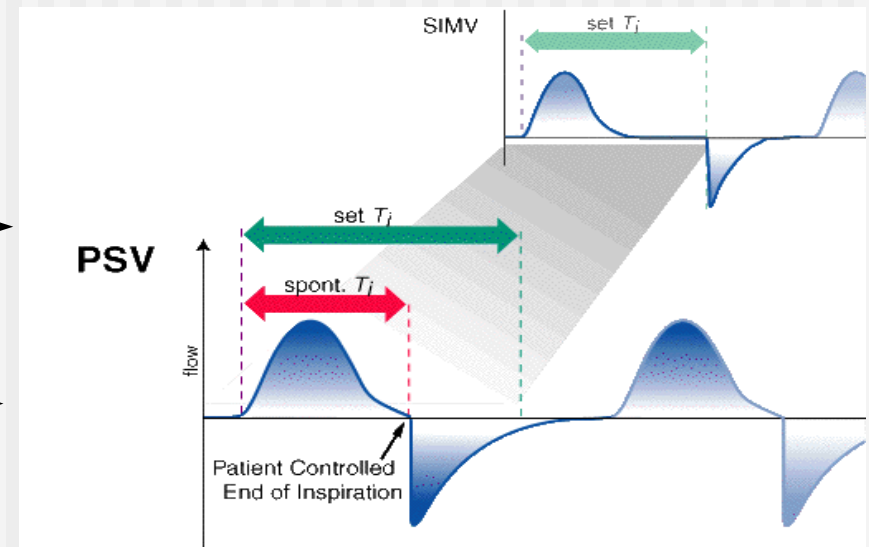


VENTILACIÓN con PRESIÓN de SOPORTE (PSV)

- El ventilador reconoce el inicio de la inspiración y aumenta la presión hasta la PIP programada (nivel de soporte).
- La embolada de ventilación termina (sincronización espiratoria) cuando el flujo de inspiración ha bajado al 15% aproximadamente del flujo pico, y como máximo al terminar el T_i ajustado en el respirador.



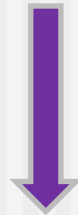
- Se diferencia de la modalidad A/C en que **el niño controla el inicio y el final de la inspiración**.
- Si el paciente queda en apnea se iniciaría la ventilación como en A/C, con la frecuencia determinada por el tiempo inspiratorio y espiratorio



Ventilación con presión de soporte (PSV)

■ Ventilación

- **cyclada por flujo** y
- limitada por presión.



el inicio, la duración, y la frecuencia respiratoria (Volumen minuto) están controlados por el paciente.

Lo que implica:

- Sincronización total entre paciente y respirador.
- Menor “lucha” del paciente con el equipo.
- Menor necesidad de sedación.
- Menores frecuencias ($<T_i$).
- Menor Presión Media (PMA).
- “Ejercitar” la musculatura respiratoria.

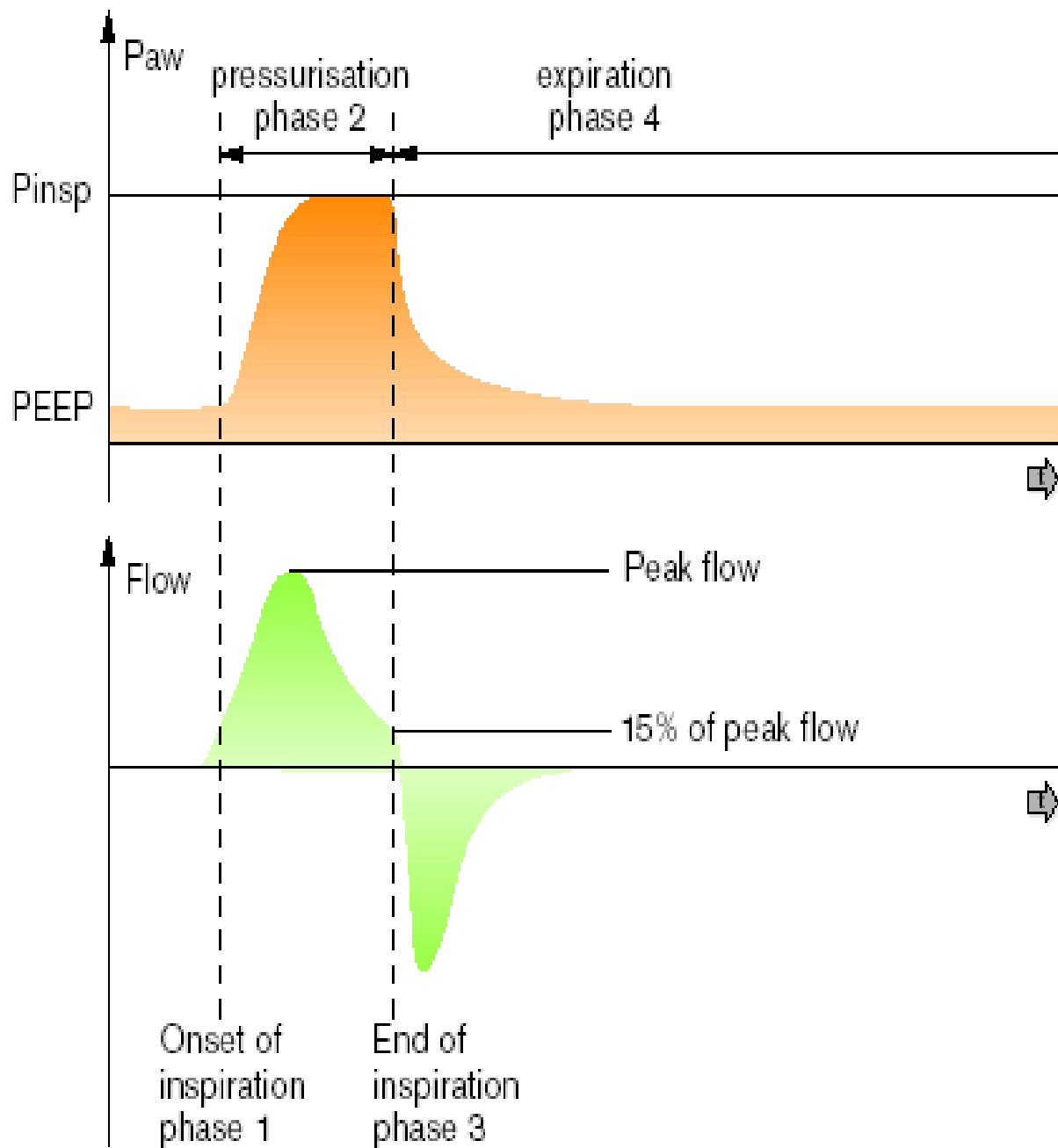
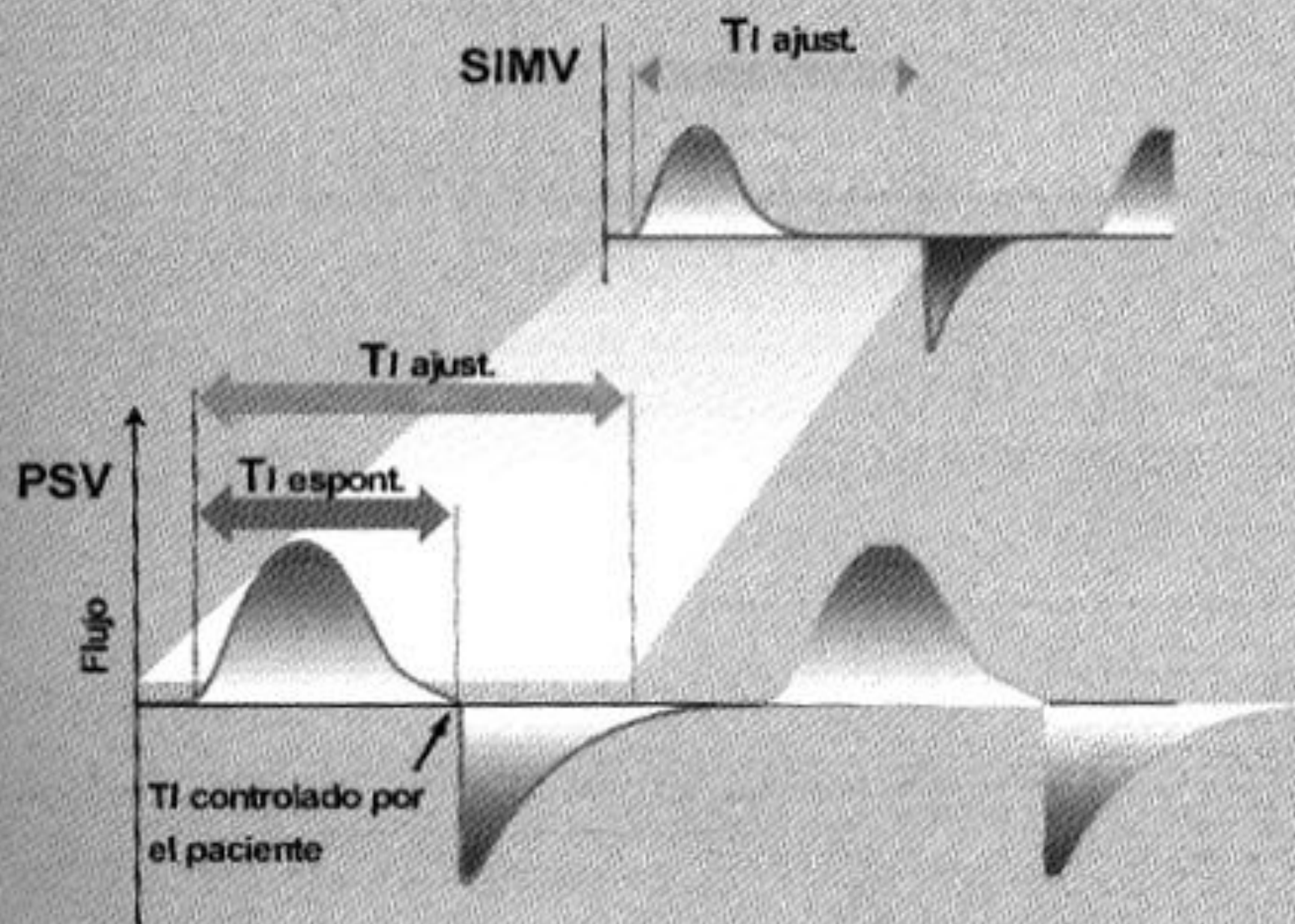


Figure 1:
 Pressure and airway flow signals during a PSV breath, showing the four phases: Recognition of the beginning of inspiration, pressurization, recognition of the end of inspiration and expiration.

PRESION DE SOPORTE Y VOLUMEN GARANTIZADO



Ajuste de PSV

- Ajustar la frecuencia respiratoria mínima de escape (40 rpm).
- Ajustar rampa (0.1-0.15 seg) para que exista meseta.
- T_i 0,4-0,6 seg.
- Si VG, ajustar v_t a 4-6 ml/Kg con PIP limitada a:
 - si <1000 gr.....20 cmH₂O
 - si 1000-1500 gr.....25 cmH₂O
 - si >1500 gr.....25-30 cmH₂O, según patología.
- Si fuga > 40%, puede ser ineficaz (medición incorrecta de $V_{tespirat}$).

Evidencia

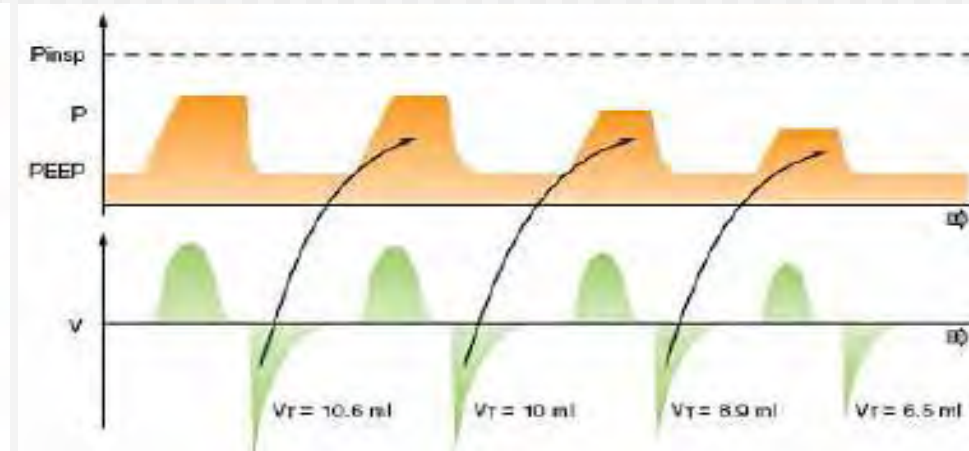
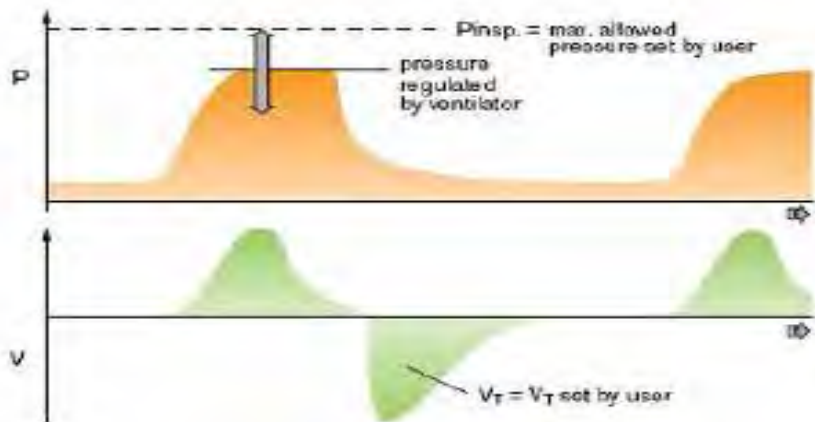
- Los estudios aleatorizados **no indican un beneficio significativo** de la sincronización, comparado con la ventilación convencional en cuanto a la supervivencia o hemorragia cerebral...
- ...pero presenta múltiples ventajas:
 - Disminución de la sobredistensión pulmonar,
 - menor necesidad de parálisis muscular y sedación,
 - mejor intercambio gaseoso,
 - permite utilizar presiones más bajas en la vía aérea,
 - menor fluctuación en la presión arterial,
 - disminuye el riesgo de volutrauma,
 - facilita el entrenamiento muscular,
 - acorta la duración de la ventilación invasiva y
 - facilita el destete
- ¿DBP?
- **No hay consenso sobre cuál es la modalidad de ventilación sincronizada más óptima.**
 - SIMV y A/C, aunque diferentes, en la fase aguda de la enfermedad pulmonar su comportamiento puede ser similar.
 - **Brown MK, Dibiasi RM. Mechanical ventilation of the premature neonate. Respir Care. 2011;56:1298.**
 - **Greenough A, Dimitriou G, Predengast M, Milner AD. Synchronized mechanical ventilation for respiratory support in newborn infants. Cochrane Database Syst Rev. 2008;23:CD000456.**
- Con el uso de PSV se han descrito menor tasa de asincronismo, tiempo en el destete, fuga aérea, menor esfuerzo respiratorio tras intervención cardiaca y una mejoría en la ventilación espontánea.
 - **Dimitriou G, Comparison of airway pressure triggered and airflow triggered ventilation in very immature infants. Acta Paediatr. 1998;87:1256-60.**

VENTILACIÓN CON VOLUMEN GARANTIZADO (VG).

- Modalidad controlada por volumen, ciclada por tiempo y limitada por presión.
 - Puede emplearse en todos los modos de ventilación sincronizada: A/C, SIMV, PSV.
- Demostrados **beneficios:**
 - Menor tasa de muerte,
 - de DBP,
 - Neumotórax
 - N° de episodios de hiper-hipocapnia → menor daño neurológico.
- **Siempre que se precise VMC, usar modalidades con VG.**

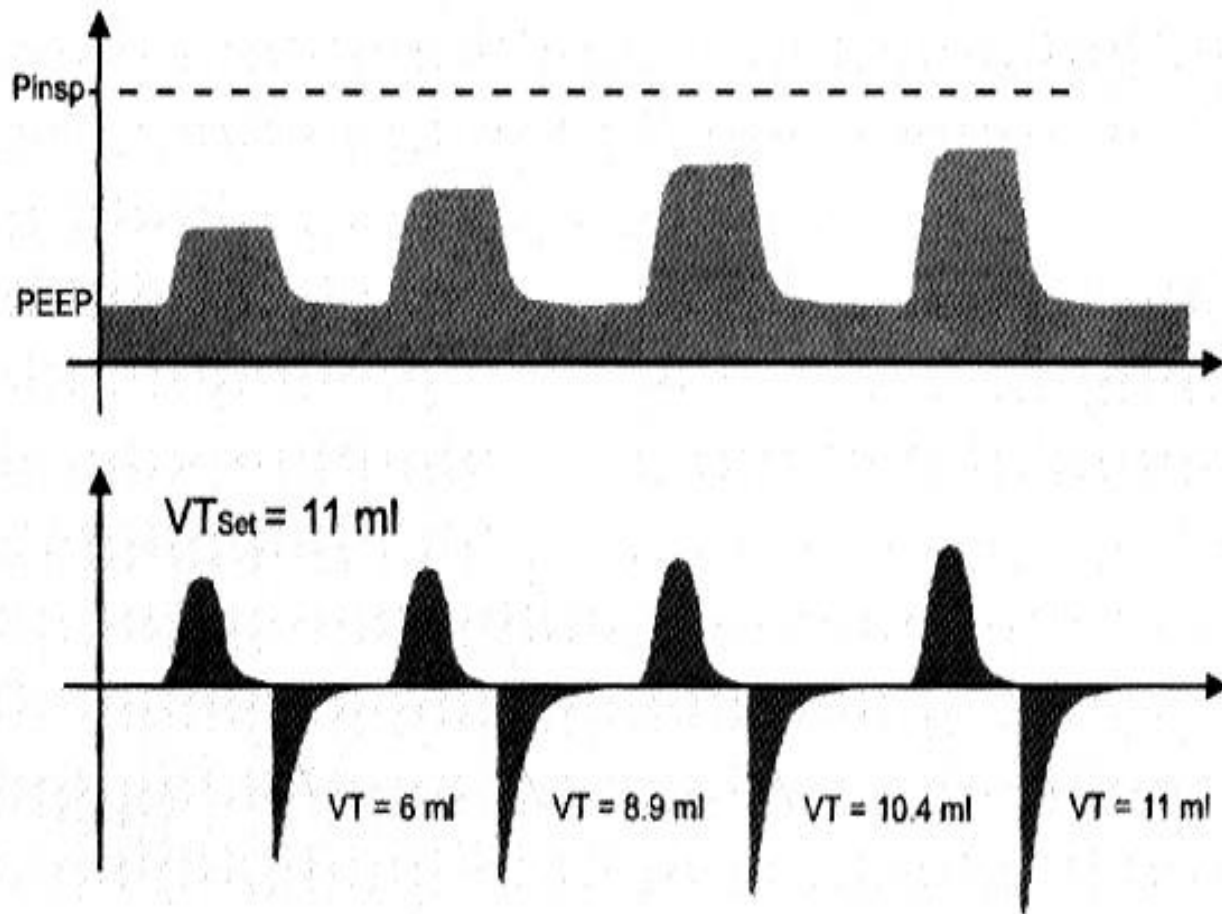
VENTILACIÓN CON VOLUMEN GARANTIZADO (VG).

- Se **selecciona un V_t** , en función de la patología pulmonar*, habitualmente de **4-6 mL/Kg**, y un límite máximo de presión inspiratoria (PIP).
 - El respirador mide el V_t espirado y ajusta la PIP en las siguientes insuflaciones para alcanzar el V_t prefijado.
- Previene la sobredistensión y volutrauma debidos a cambios de compliance y resistencia.
 - Hay que evitar V_t muy altos (>8 mL/Kg) o muy bajos (<3.5 mL/Kg), por el riesgo de volu-atelectrauma.



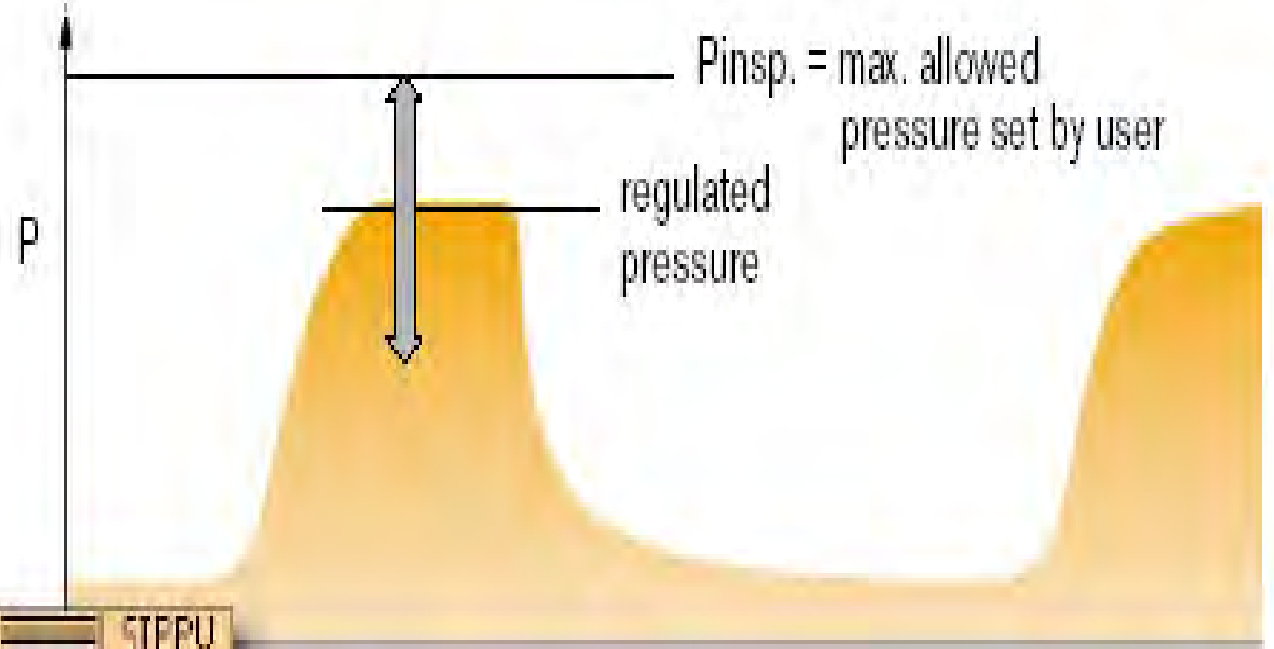
Los volúmenes necesitados variarán en función del tipo de patología pulmonar*:

- EMH: Vt 4-6ml/kg (incrementos de 0,5ml/kg para alcanzar la normocapnia)
 - <1000g: Vt 4,5-5ml/kg
 - >1000g: Vt 4-4,5ml/kg
- VM prolongada (>2-3 semanas): se produce una dilatación traqueobronquial con incremento del espacio muerto precisando **mayores Vt (5 - 8ml/kg)**.
- HDC: existe hipoplasia pulmonar pero,
 - **Vol minuto necesario igual que RN sanos**
 - Vt espontáneo tras nacimiento 3,8ml/kg
 - Uso de Vt 4ml/kg y FR altas o VAFO
- Si Vt fijado < Vt espontáneo del paciente, el PIP disminuye aproximándose a la PEEP: ▶ **¡¡¡Riesgo de colapso alveolar!!!**
 - ✓ Revisar Vol minuto (Vt, FR), sensor de flujo
 - ✓ **No usar Vt menores de 4ml/kg (excepcionalmente 3,5ml/kg)**

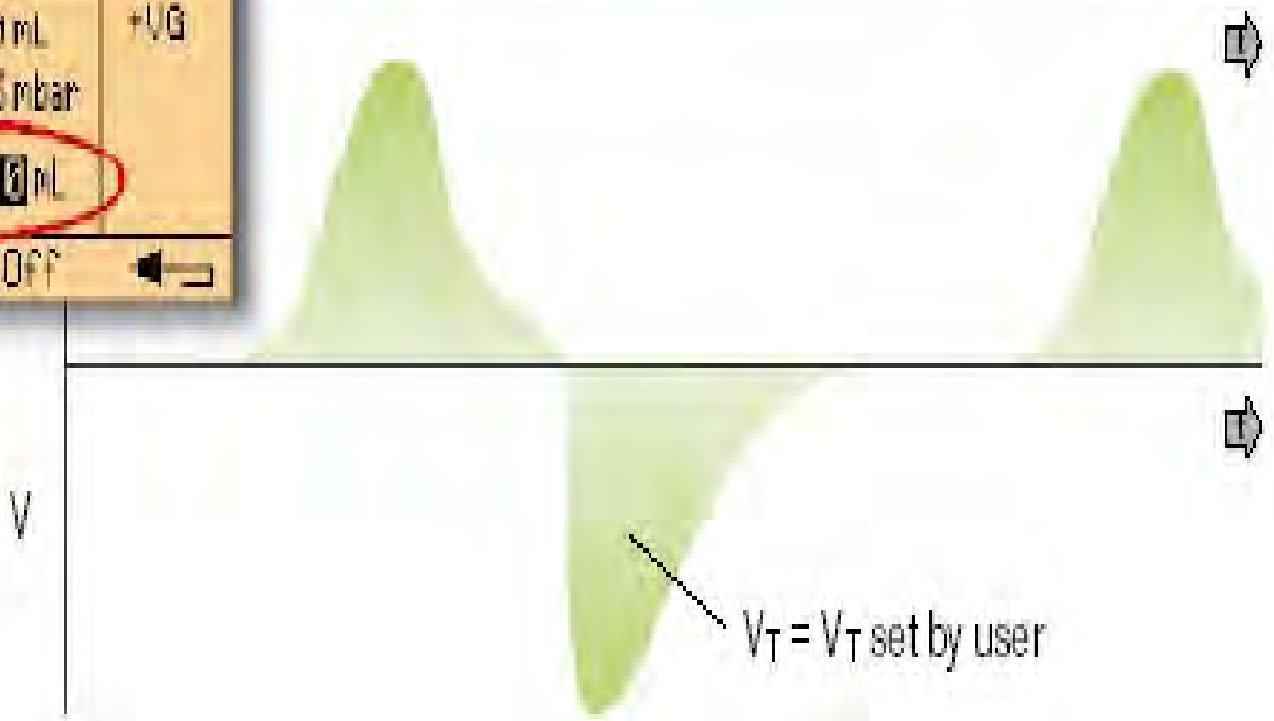


Si incremento progresivo del PIP, $PIP > 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ permanentemente o alarma de V_t bajo, revisar:

- ✓ elevadas fugas TET
- ✓ lucha RN contra el respirador
- ✓ empeoramiento de la mecánica pulmonar
- ✓ aire ectópico
- ✓ TET doblado o en bronquio principal derecho



25 mbar	UG	SIFPU
	UT 12.0 mL	+UG
	Peak 13 mbar	
	UTset 12.0 mL	
Graph	- +	Off

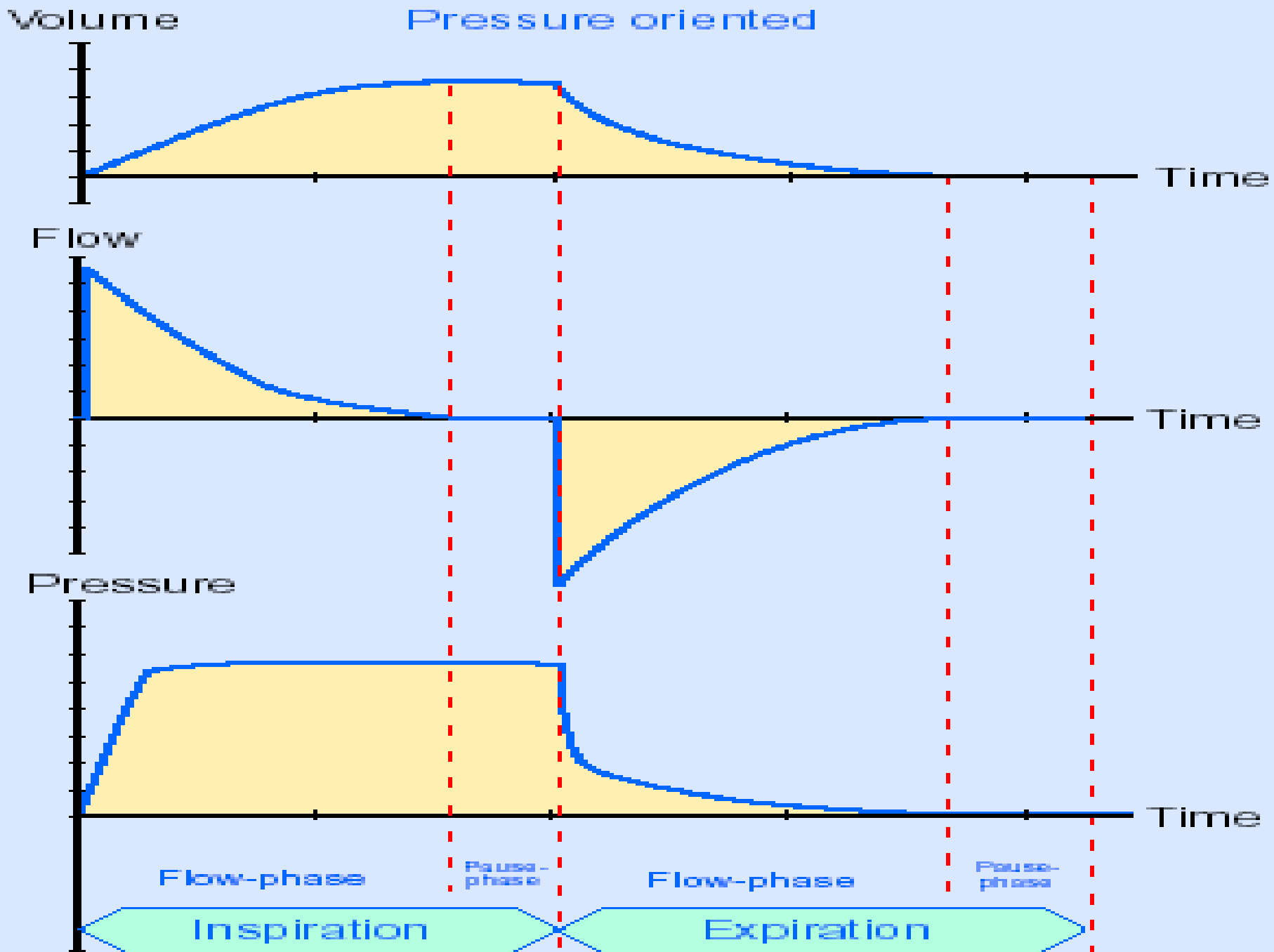


VENTILACIÓN CON VOLUMEN GARANTIZADO (VG).

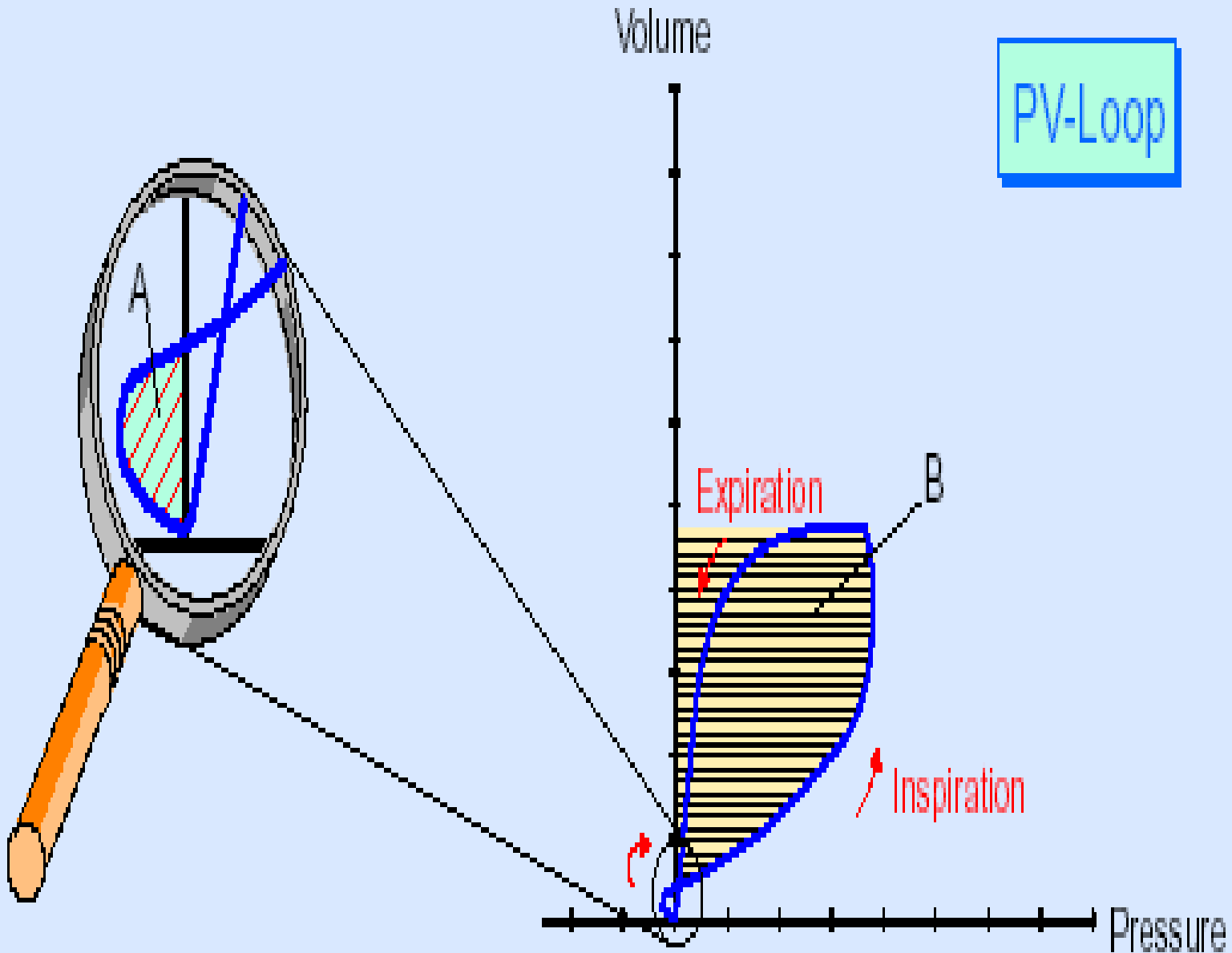
- Implementar **VG desde el inicio de la VMC** (momento de mayores y más rápidos cambios en la compliance pulmonar).
- A/C o PSV, los modos preferidos.
- Iniciar con **4,5 mL/Kg**
 - (en < 750 g: 5-5.5 mL/Kg - ↑ VD-)
- Programar límite de PIP 5 cmH₂O por encima del supuestamente requerido para alcanzar el Vt deseado.
 - Si no se alcanza el Vt previsto, modificar el PIP hasta lograrlo.
- Una vez estabilizada la situación, fijar el límite de PIP 10-20% por encima del PIP usado (**próximo a esta PIP**).
- **Modificar Vt (0.5 mL/Kg) según PaCO₂**
- Si es preciso modificar la **PIP**, incrementar **2-3 cmH₂O**. Si requiere repetidas modificaciones, verificar la entrega del Vt:
 - movimiento torácico,
 - gasometría,
 - Rx tórax: atelectasia, neumotórax, edema pulmonar...
- Si **polipnea** persistente (>80 rpm) **incrementar el Vt** (Vol. min.), **aunque pH y paCO₂ sean normales** (lo son a expensas de trabajo respiratorio). Si paCO₂ es baja y frecuencia alta: SEDAR).
- **Evitar fugas >40%** → VG no fiable (Vte infravalorado).

PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

- **En neonatos los respiradores son de flujo continuo, ciclados por tiempo y limitados por presión.**
- El **Babylog 8000** tiene además un sensor de flujo integrado en la pieza en Y que proporciona una **medición exacta de los volúmenes así como la monitorización de parámetros de mecánica pulmonar**: compliance del pulmón, resistencia de la vía aérea incluyendo las del tubo ET, el índice de sobredistensión pulmonar C_{20}/C (compliance para el 20% final de la excursión de P_r inspiratoria/compliance), constante de tiempo...
- Opcionalmente es posible la **transmisión en tiempo real de todos los parámetros a un ordenador, monitor o impresora y permite visualizar curvas de presión, flujo y volumen.**

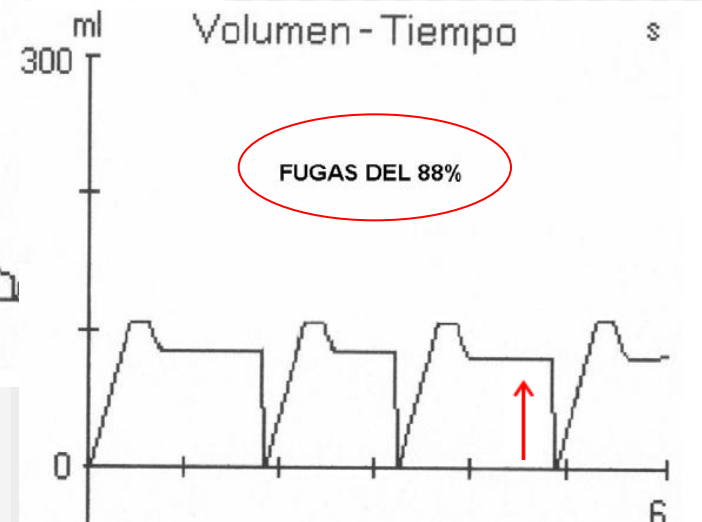
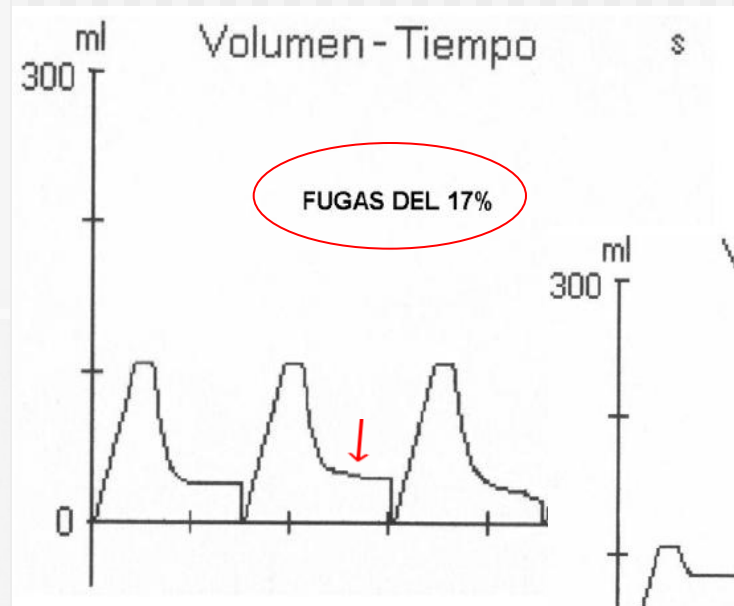
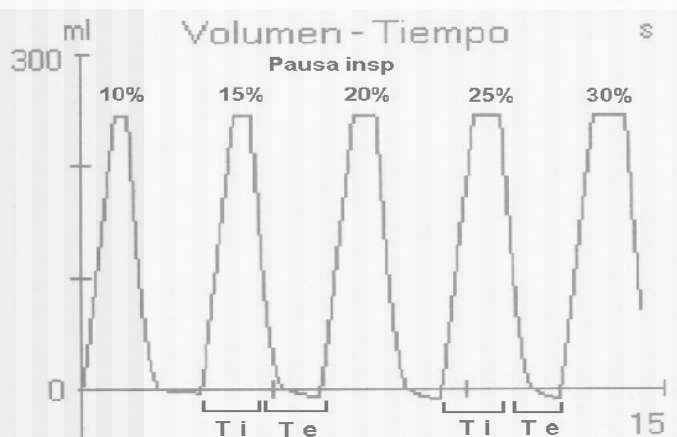
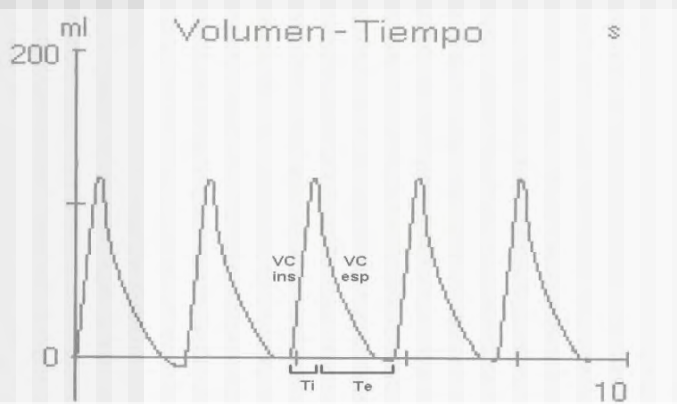


PV-Loop



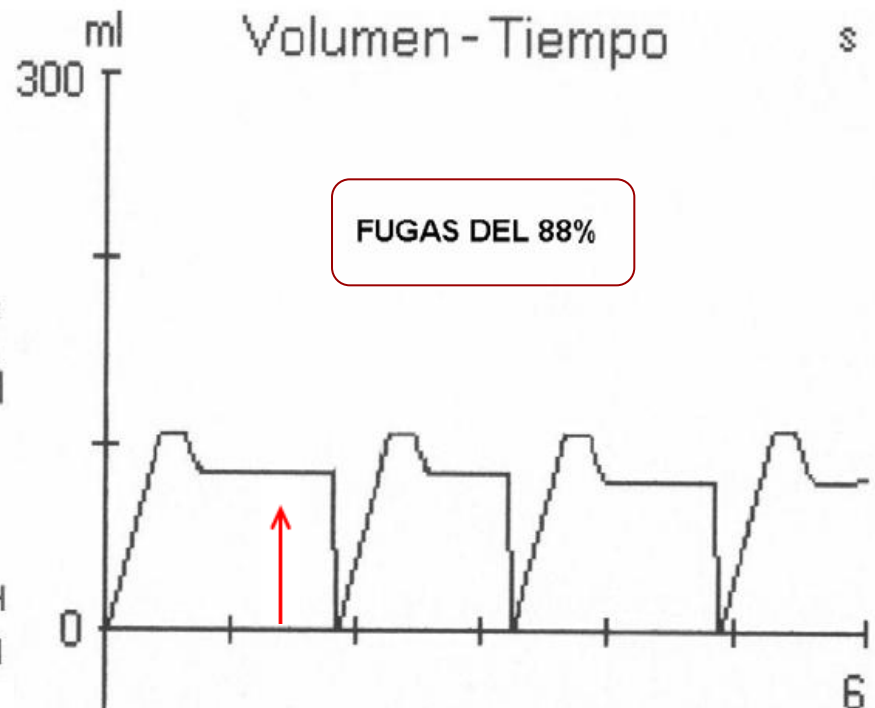
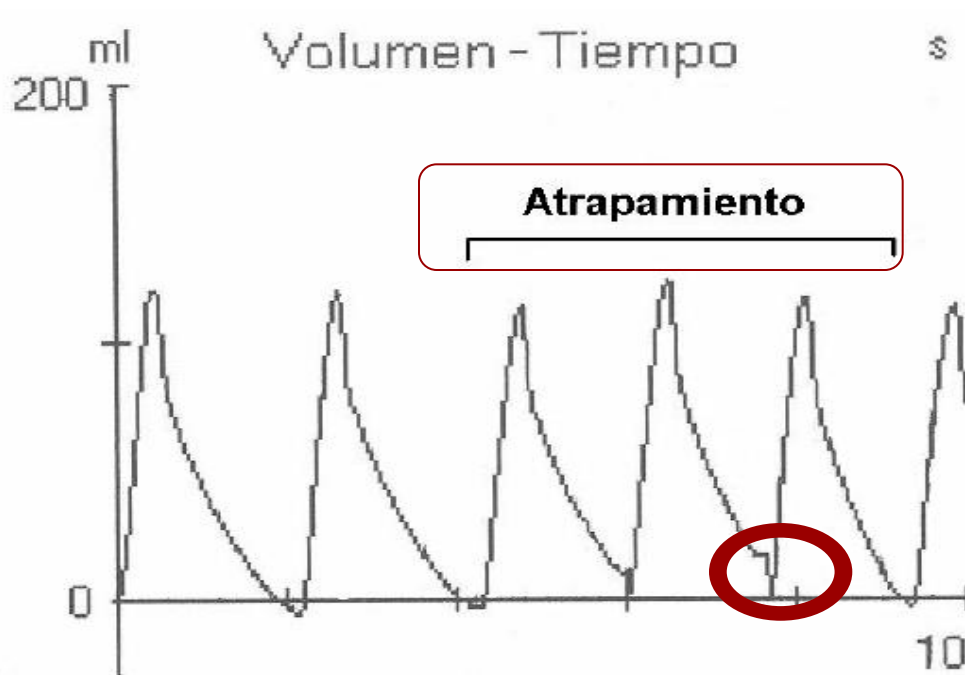
Curvas volumen - tiempo

- La curva volumen-tiempo permite:
 - **Evidenciar la presencia de fugas aéreas.** La rama descendente no llega al valor cero, sino que se hace horizontal y es bruscamente interrumpida al inicio de la siguiente inspiración. La altura a la cual la curva se vuelve horizontal depende del grado de fuga.



Curvas volumen - tiempo

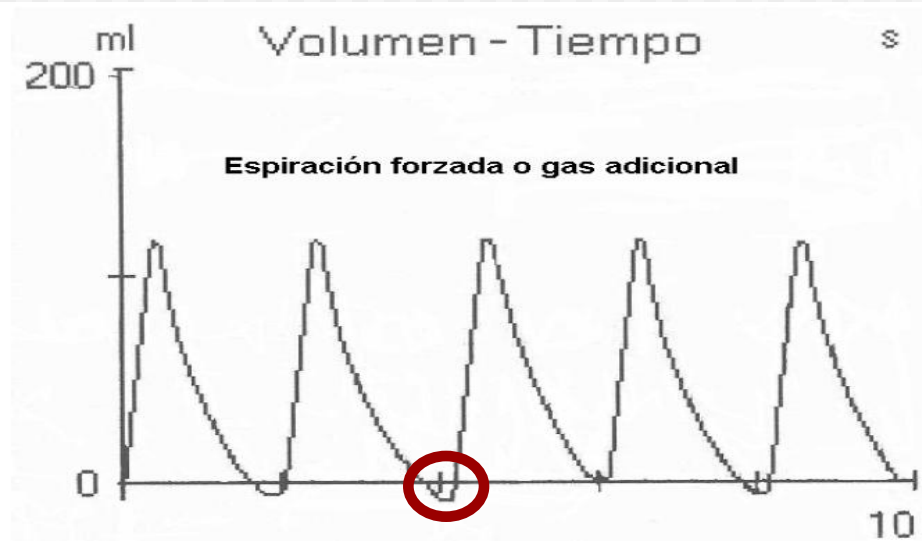
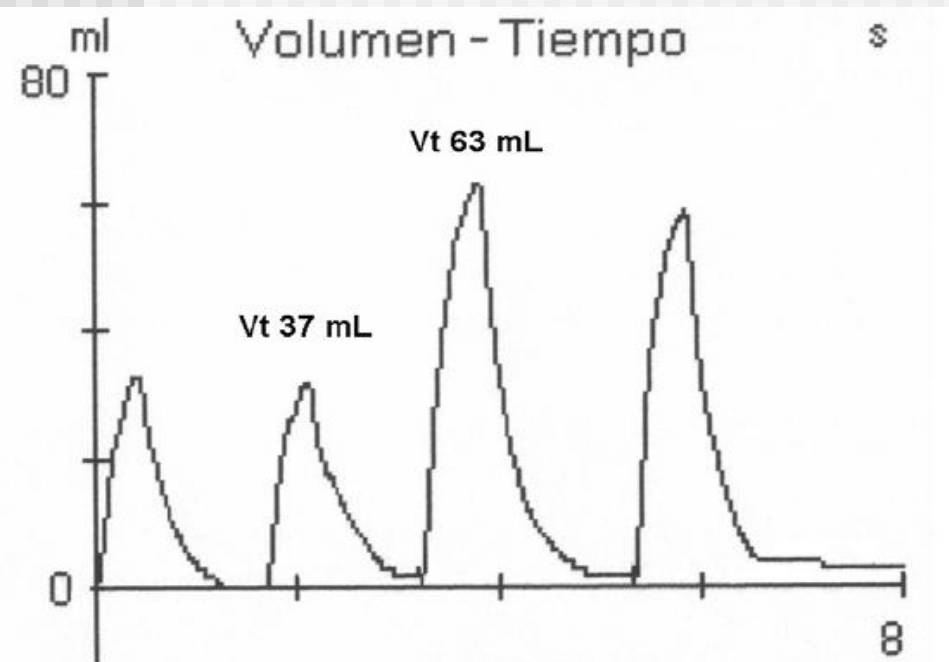
- La curva volumen-tiempo permite:
 - **Sugerir la posibilidad de atrapamiento de aire:** la rama descendente tampoco llega al valor cero, pero en este caso no se produce una horizontalización de la curva previo al inicio de la siguiente inspiración.



Curvas volumen - tiempo

- La curva volumen-tiempo puede ser muy útil para evidenciar cómo se afecta el volumen corriente
 - en función de la evolución y/o
 - programación del respirador en modalidades de soporte parcial).

- Detectar la presencia de volúmenes espiratorios anómalos. Si el volumen espirado > inspirado, se apreciará que la rama descendente de la curva se hace negativa.
 - En 2 situaciones:
 - espiración forzada por parte del paciente o
 - adición al circuito respiratorio de un flujo de gas no administrado por el respirador (p. ej: óxido nítrico o de medicación nebulizada).



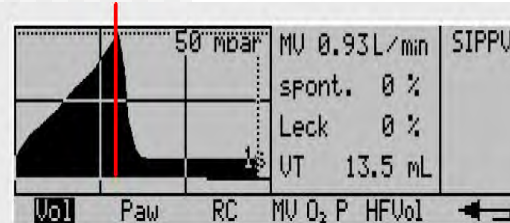
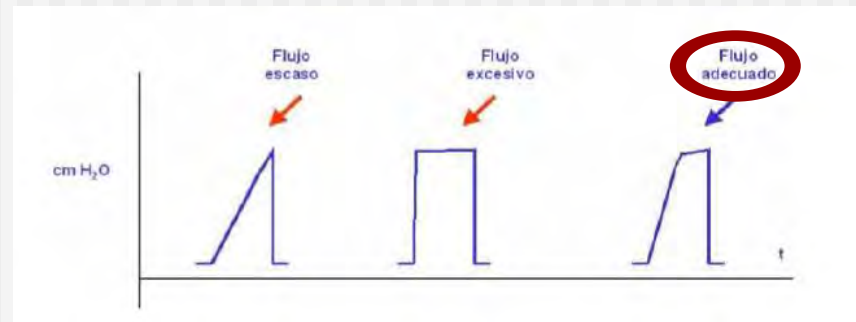
Curvas presión - tiempo

Informan sobre la adecuación del flujo empleado.

- **Fases:**
- Tramo A (del punto 0 al punto 1) ascenso de presión inspiratorio;
- Tramo B (del punto 1 al punto 2) mantiene la presión inspiratoria máxima durante toda la inspiración;
- Tramo C (del punto 2 al punto 3) caída de presión durante la espiración;
- Tramo D (del punto 3 al punto 0): presión espiratoria.

- En ésta curva, distinguimos 3 puntos:
- Punto 1: corresponde a la presión inspiratoria pico o máxima;
- Punto 2: corresponde a la presión meseta o presión al final de la pausa inspiratoria; y
- Punto 0: presión espiratoria final positiva (PEEP).

- **Presión:** Es la fuerza motriz para desplazar flujos y volúmenes en todos los modos ventilatorios usados en neonatos.
- Mediante el ajuste del flujo inspiratorio podemos variar la forma de la curva de presión.



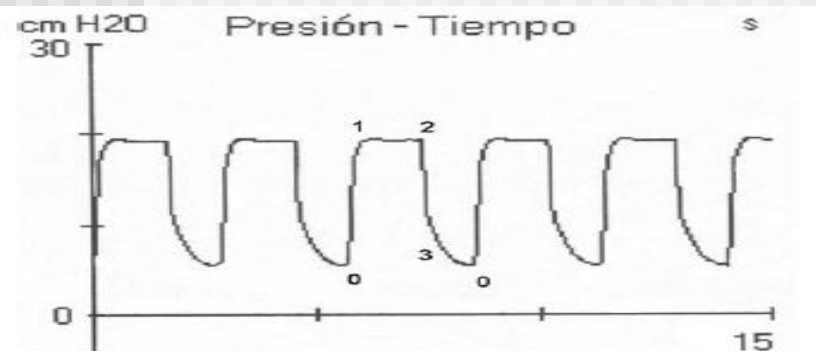
Si el Tiempo inspiratorio fuera demasiado corto, no podría entregarse el VT en su totalidad y aumentaría la PaCO₂

FLUJO INSUFICIENTE

- ✓ Aumento progresivo de la presión en vía aérea
- ✓ Curva de presión triangular
- ✓ Lenta entrega del Volumen Tidal

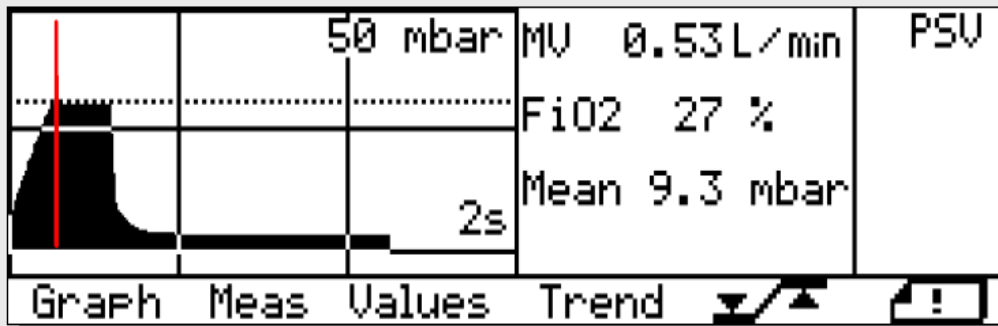
Disminuye la Presión Media (MAP), y por consiguiente, también la PaO₂

Teóricamente menor barotrauma



Curvas presión - tiempo

AJUSTE DE FLUJOS INSPIRATORIOS ALTOS



EFFECTOS CLINICOS

Pueden ayudar a abrir alvéolos atelectásicos y mejorar así la difusión del gas

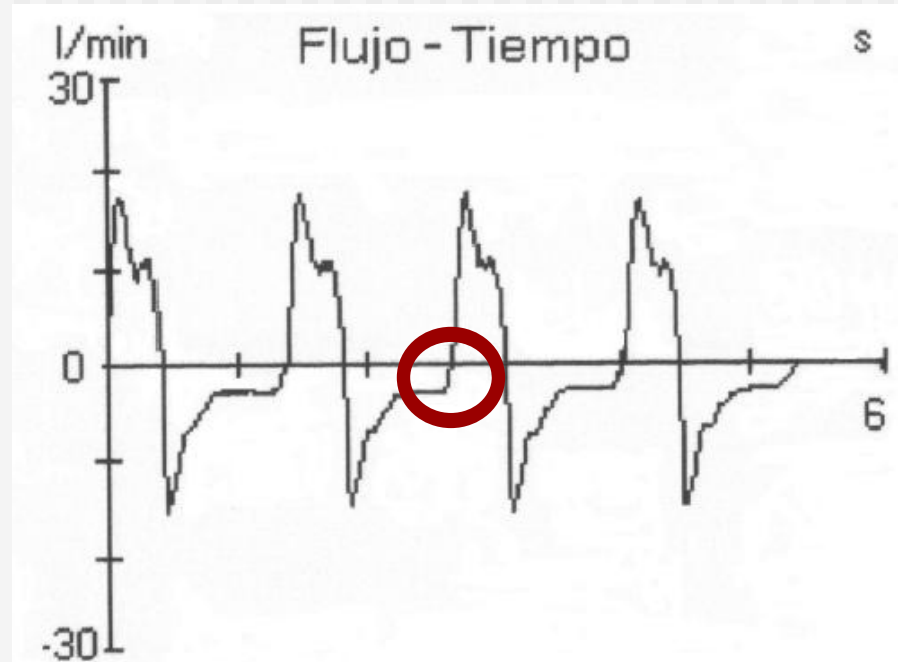
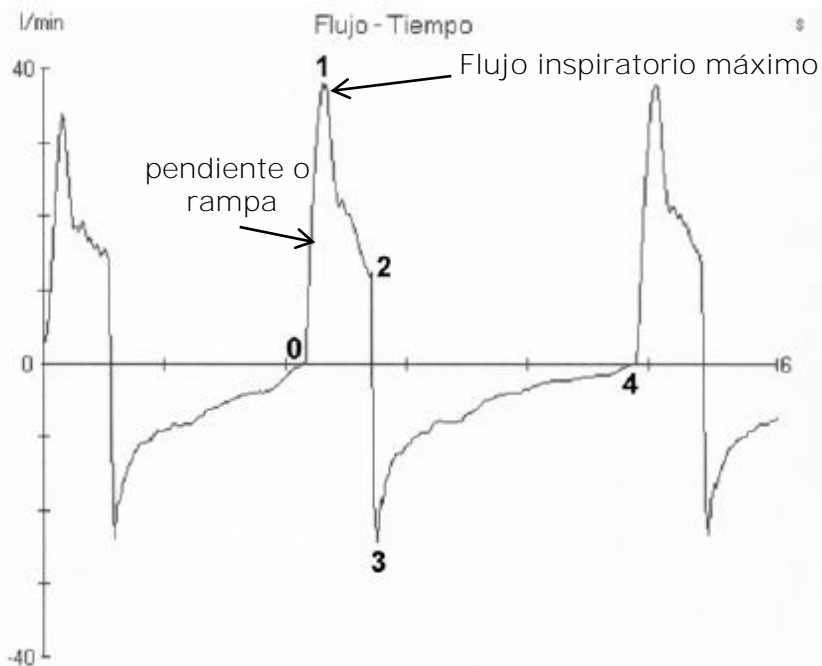
- ✓ Aumento rápido de la presión en vía aérea
- ✓ La PIP se alcanza al inicio del T insp.
- ✓ Curva de presión cuadrada
- ✓ Rápida entrega del Volumen Tidal

Pueden dificultar el retorno venoso

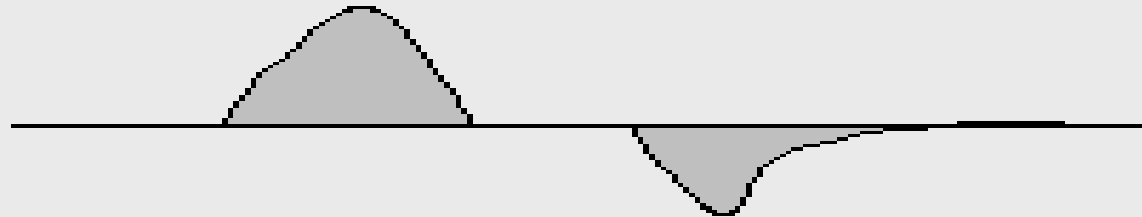
Aumentan la Presión Media (MAP), y por consiguiente, también la PaO2

Curvas flujo - tiempo

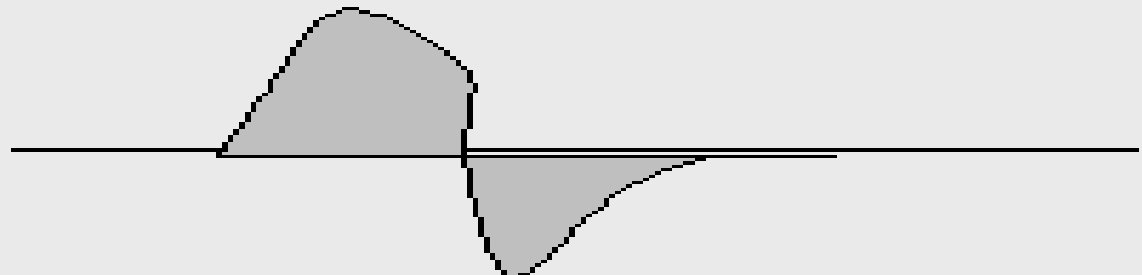
- La curva flujo-tiempo permite:
- **Sugerir la posibilidad de atrapamiento de aire:** Es la principal utilidad de la curva flujo-tiempo. Existe atrapamiento si se observa que el flujo espiratorio final no llega a 0, es decir, no llega al eje de abscisas antes de iniciarse el siguiente ciclo respiratorio.
- Ajustar el T_i y el T_e adecuados.



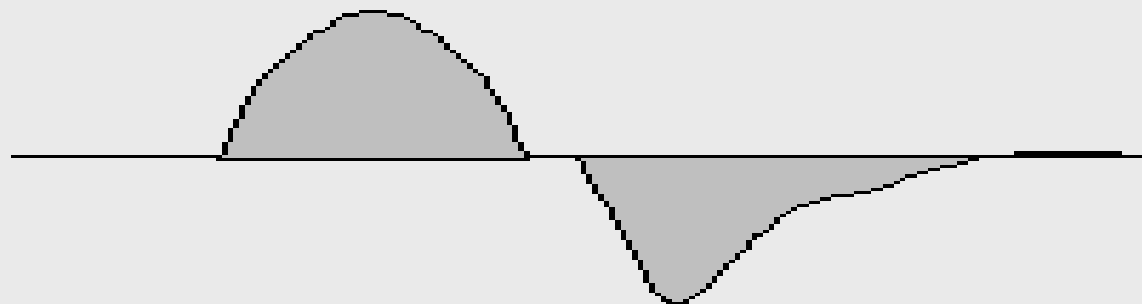
Example 1: Inspiratory time too long:



Example 2: Inspiratory time too short:

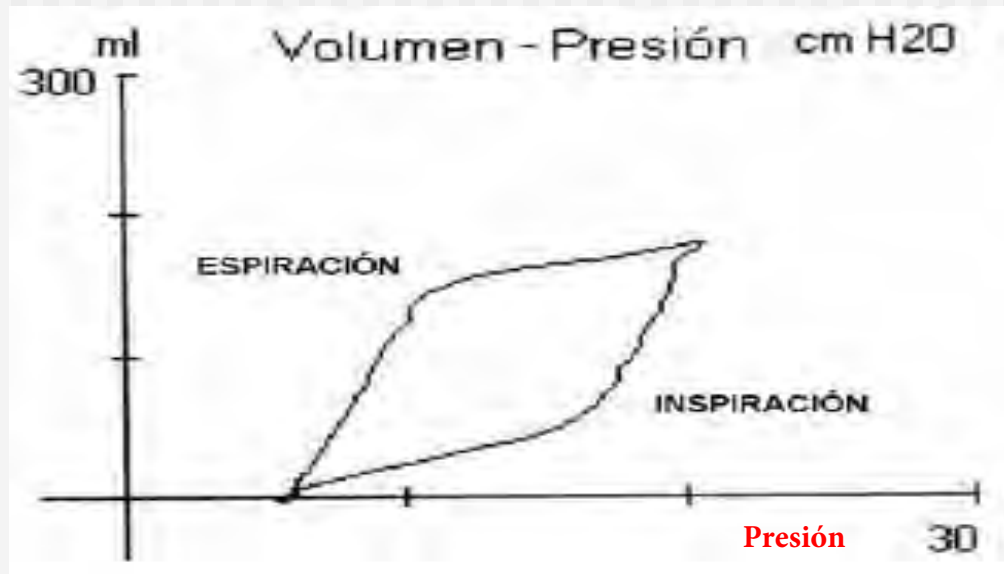


Example 3: Inspiratory time just right:



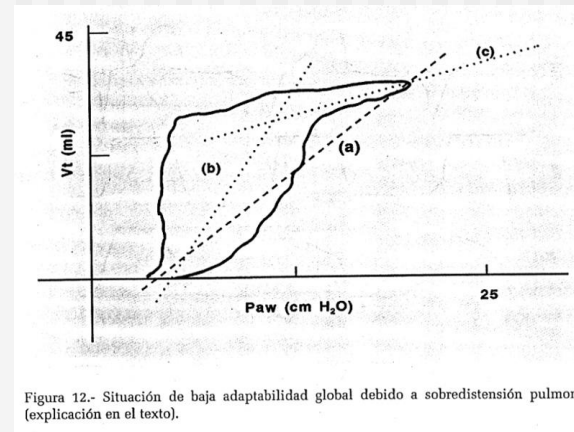
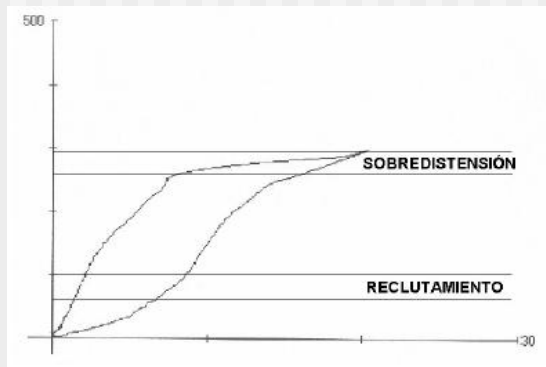
Curvas presión - volumen

- La gráfica de volumen-presión representa los cambios que se producen en el volumen pulmonar respecto a los cambios en la presión durante el ciclo respiratorio.
 - El volumen se representa en el eje de ordenadas y la presión en el de abscisas.
 - La curva resultante es un bucle que se "abre" con el inicio de la inspiración y se "cierra" al final de la espiración

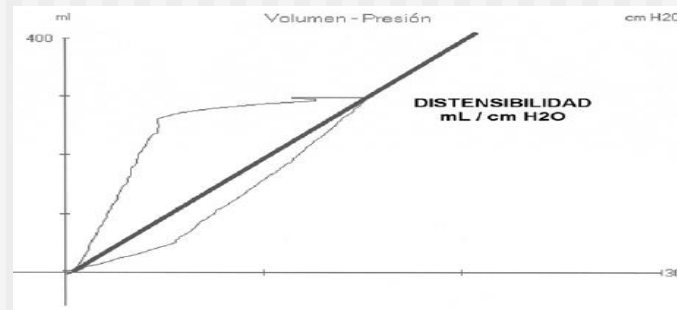


Curvas presión - volumen

- La curva volumen-presión permite:
- **Detectar la presencia de sobredistensión pulmonar:** aparición de un punto de inflexión en la parte superior de la rama inspiratoria de la curva; punto a partir del cual se observa que se requieren grandes aumentos de presión para generar pequeños incrementos de volumen

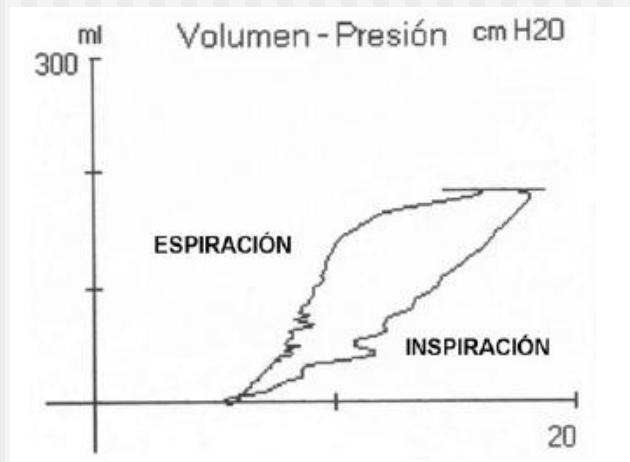


- **Evidenciar cambios en la distensibilidad** pulmonar: Se reflejan en cambios de la pendiente o inclinación de la curva.



Curvas presión - volumen

- La curva volumen-presión permite:
 - Advertir la presencia de **secreciones en la vía aérea** o **agua** condensada **en** las **tubuladuras** del circuito: aparición de irregularidades tanto en el asa inspiratoria como espiratoria de la curva volumen-presión



- **Indicar cual puede ser la PEEP óptima:** aparición de un punto de inflexión en la porción inferior de la rama inspiratoria de la curva. Dicha inflexión señala la presión a partir de la cual se encuentran abiertos la mayoría de alvéolos ("presión de apertura") y algunos autores sugieren que esa presión se corresponde con la PEEP óptima.
 - Otros autores proponen como PEEP óptima, la señalada por el punto de inflexión de la rama espiratoria ("presión de cierre"), a partir de la cual se produciría desreclutamiento alveolar.

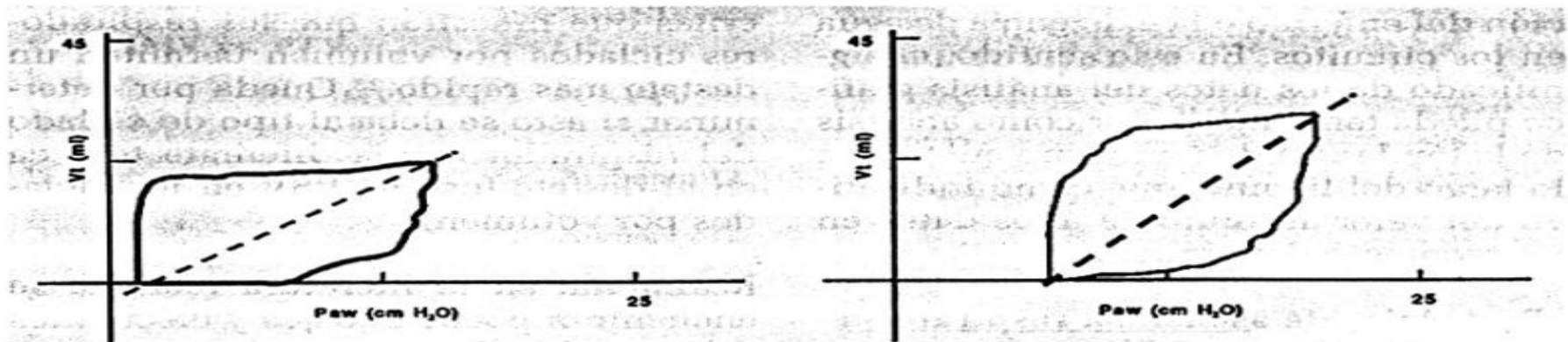


Figura 13.- Disminución de la adaptabilidad y mala entrada de gas al principio de la inspiración por una insuficiente presión de apertura (izquierda). Aumentando la PEEP se corrige la situación (derecha).

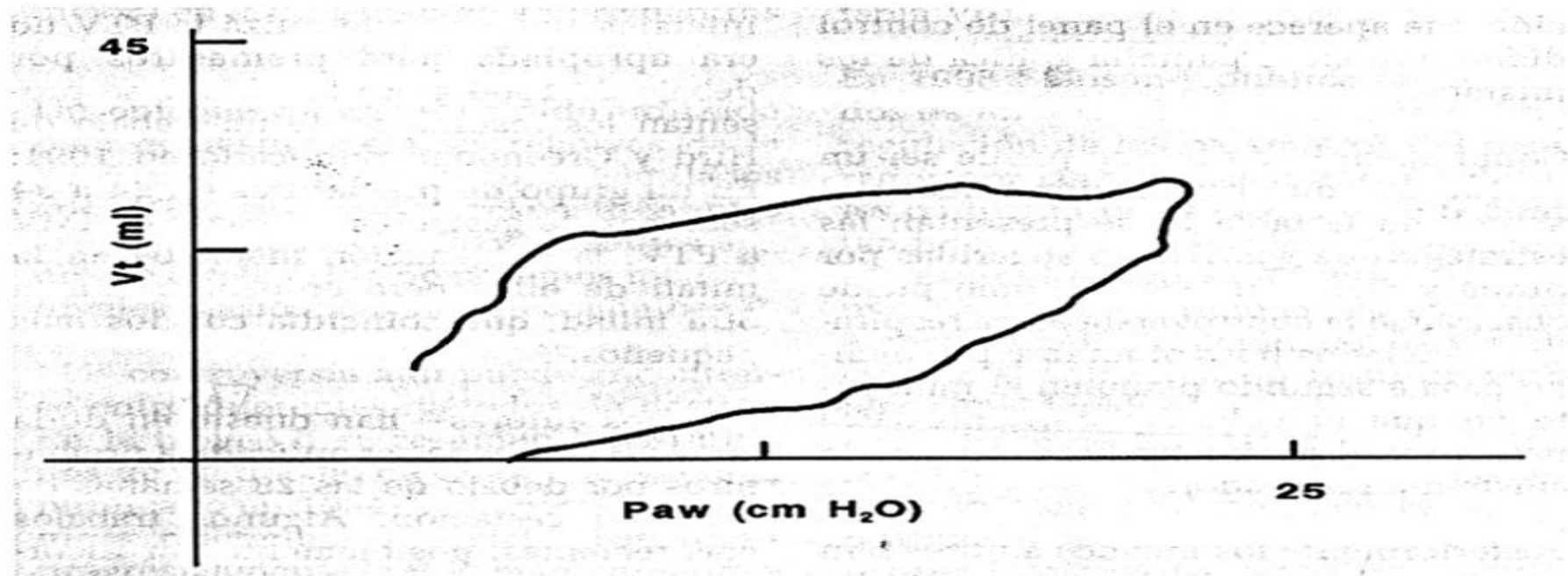


Figura 14.- La curva de presión-volumen no se cierra. Situación indicativa de una pérdida de volumen probablemente alrededor del tubo endotraqueal.

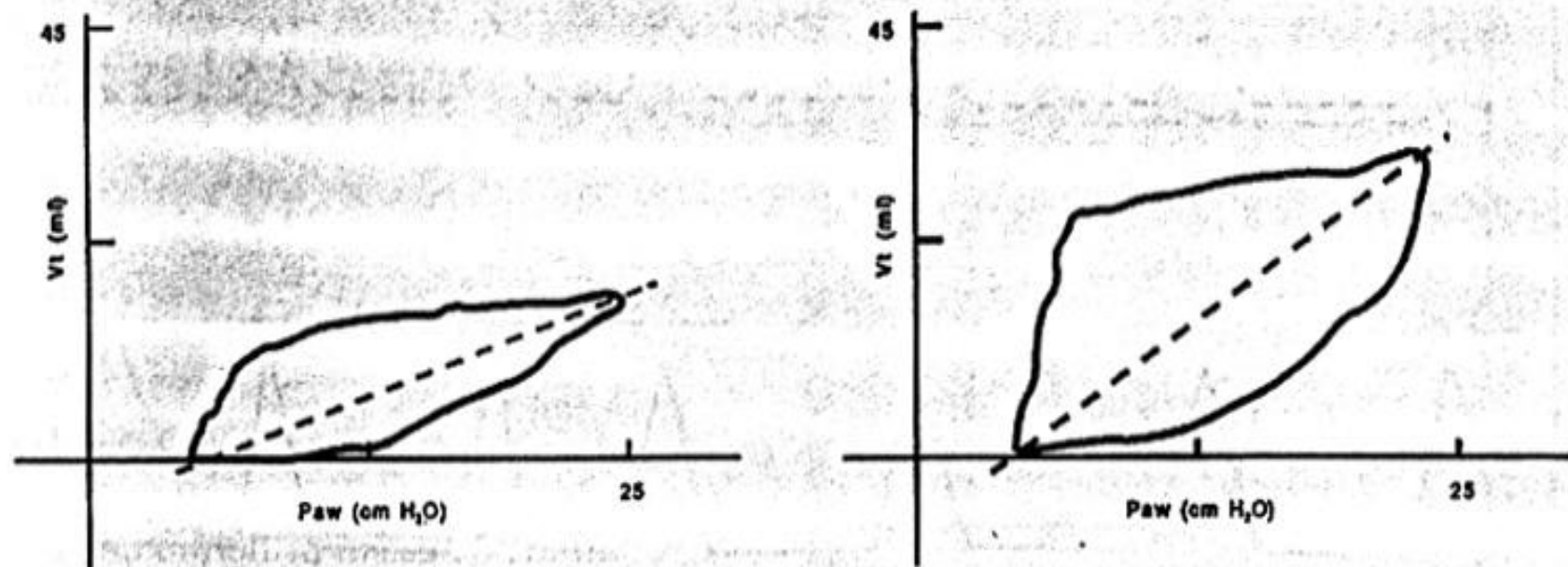
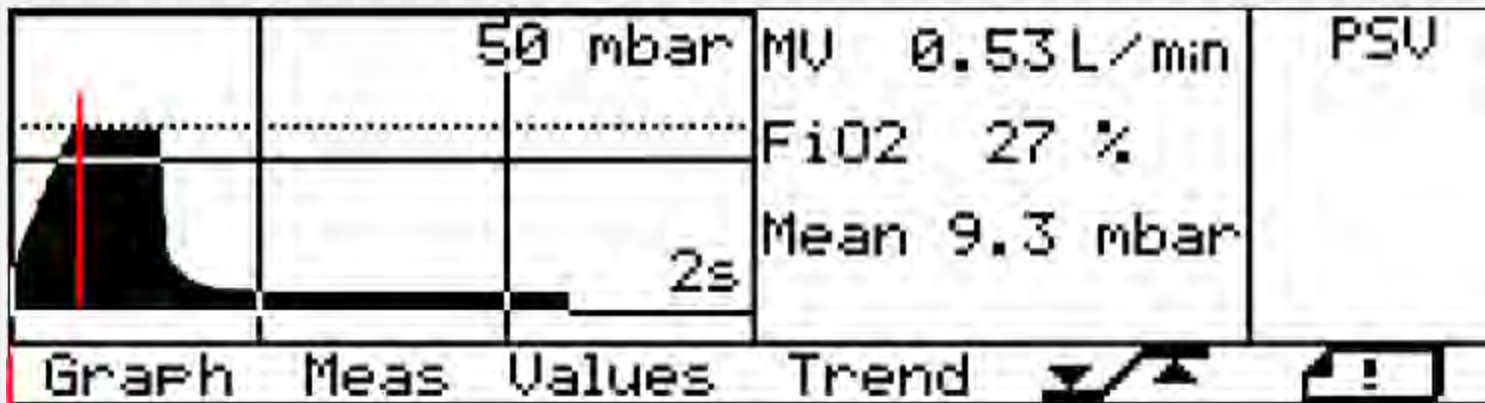


Figura 11.- Curvas presión-volumen. A la izquierda situación de baja adaptabilidad correspondiente a un recién nacido con membrana hialina. A la derecha mejora de la adaptabilidad en el mismo recién nacido después de administrar surfactante.

PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

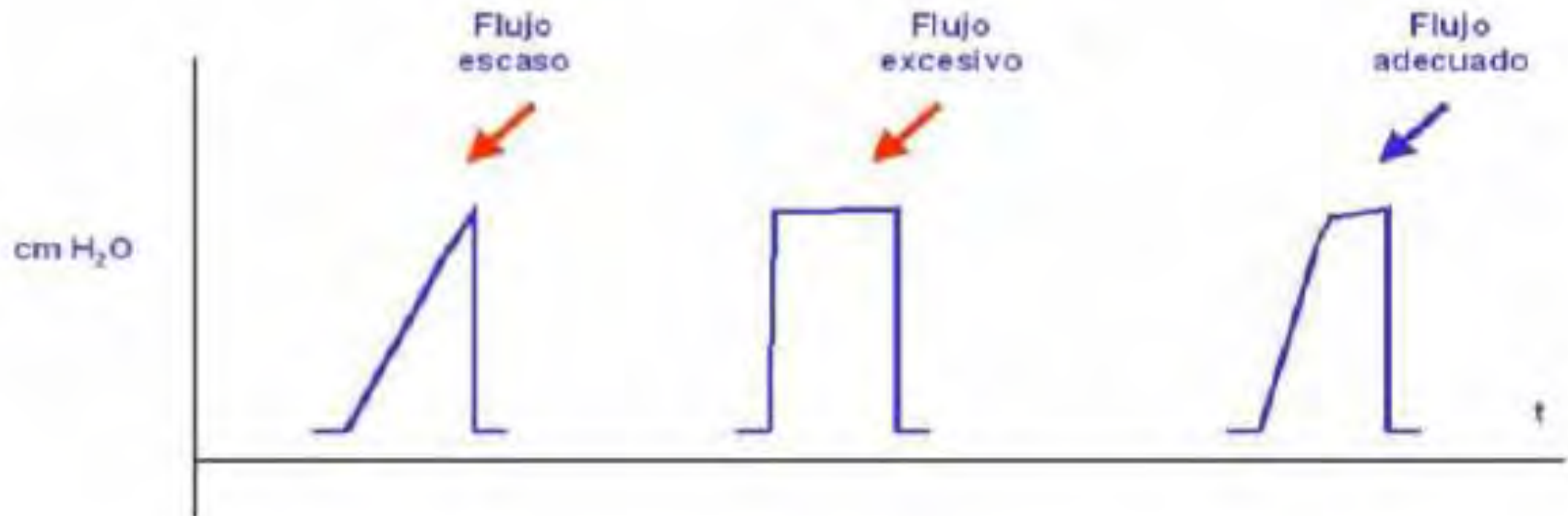
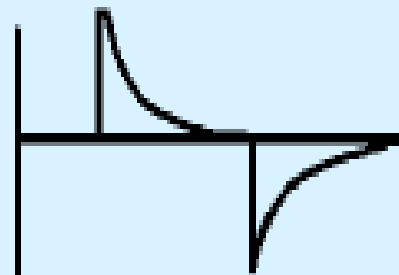
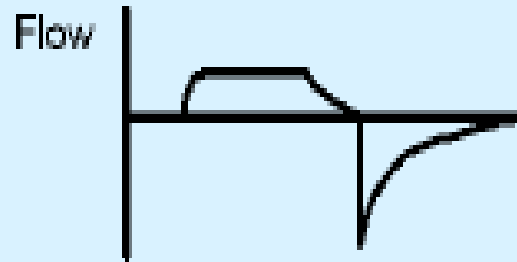
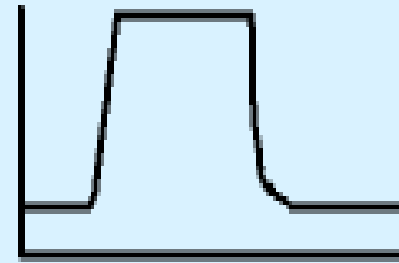
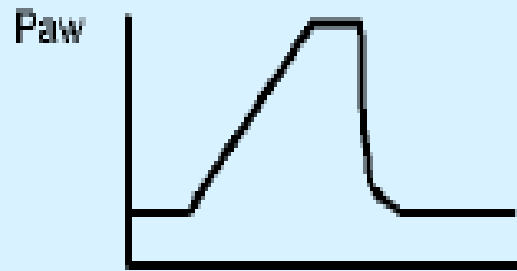
■ FLUJO:

- Si tubo ET:
 - **2,5 mm.....4-5L/min.**
 - **3 mm.....6-8L/min.**
 - **3,5-4 mm.....8-9L/min.**
- Siempre humidificado (100%) y caliente (37°C).
- Ajustes comprobando que la **presión pico se alcanza en el primer tercio de la curva.**



Low Flow Rates

High Flow Rates



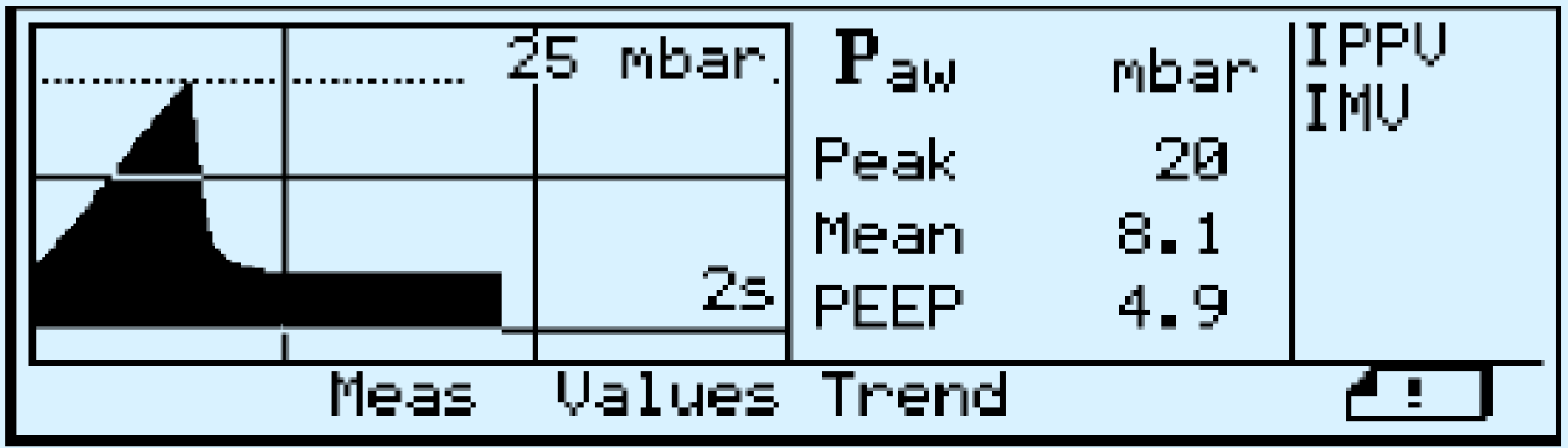


Fig. 9

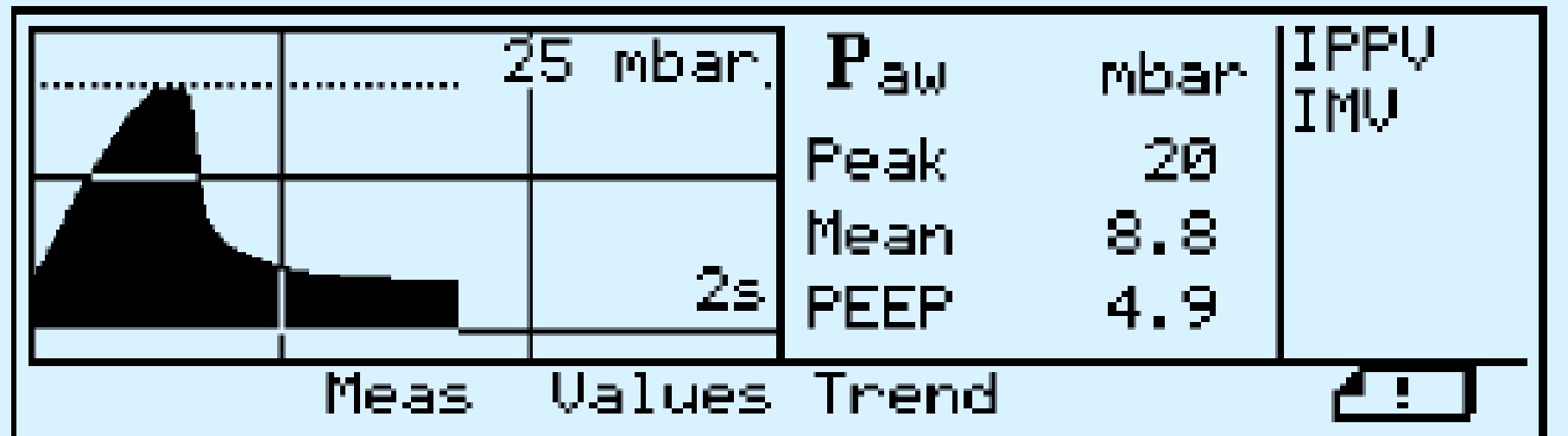


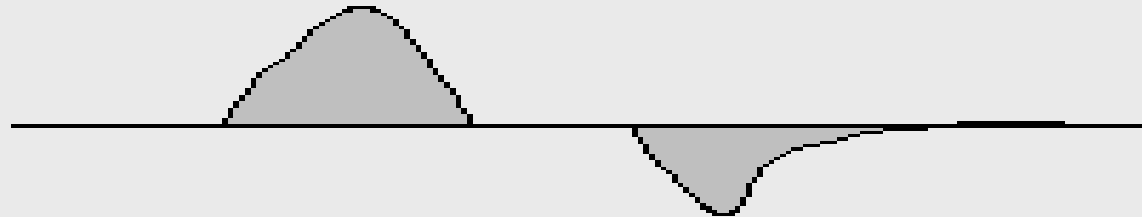
Fig. 10

PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

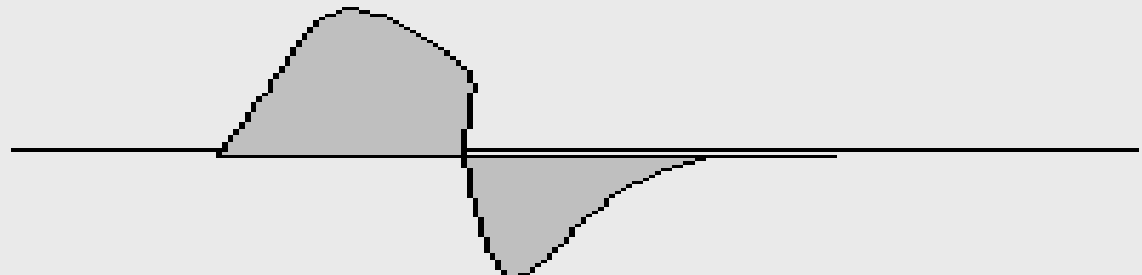
- **VIVE:** Vi es el flujo inspiratorio y Ve el flujo espiratorio. Este comando sirve para diferenciar el flujo inspiratorio del espiratorio. Si no lo activamos será $V_i=V_e$.
- **TIEMPO INSPIRATORIO:** Es el tiempo necesario para que el gas se distribuya dentro del pulmón.

En general en neonatos **prematuros o con pulmón sano**, se utilizan tiempos inspiratorios cortos de 0,27-0,35 seg, debiendo disminuirse si la frecuencia respiratoria del niño es mayor de 80 rpm.

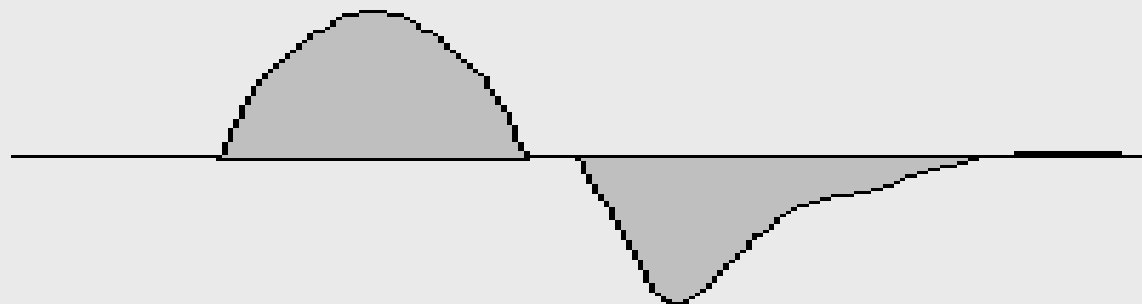
Example 1: Inspiratory time too long:



Example 2: Inspiratory time too short:

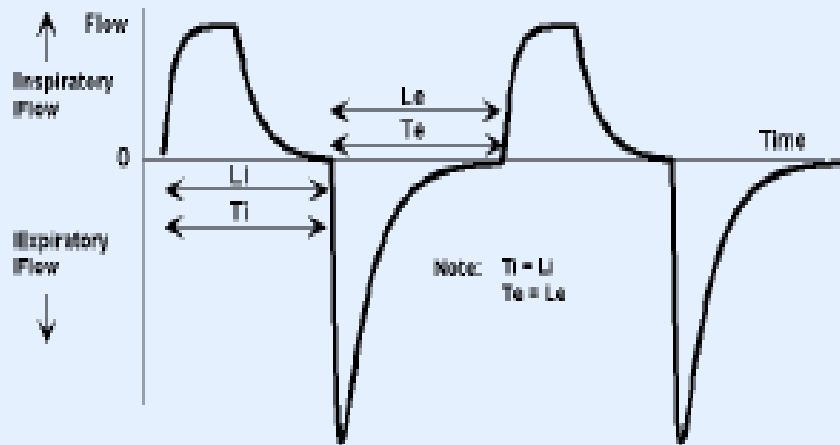


Example 3: Inspiratory time just right:



PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

- **TIEMPO ESPIRATORIO:** Tiempo desde que comienza a salir el gas hasta que se inicia una nueva inspiración.
- **Debe ser más largo que el tiempo inspiratorio.**

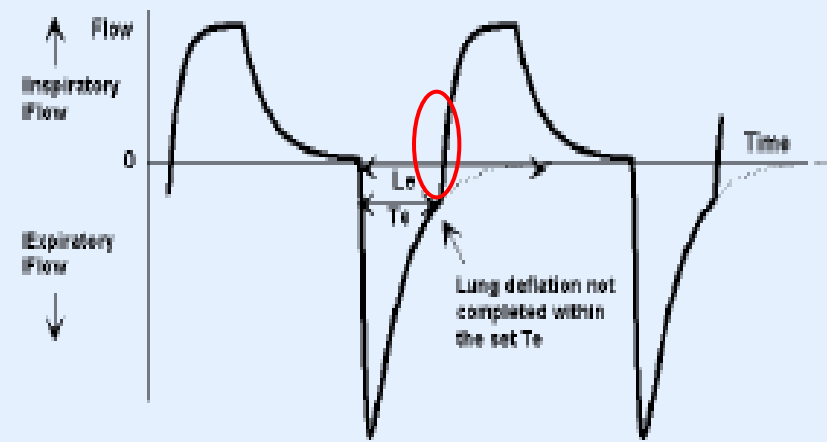


L_i = Time lung takes to inflate.

L_e = Time lung takes to deflate.

T_i = Inspiratory time set on ventilator.
 T_i can be set to equal L_i .

T_e = Expiratory time set on ventilator.
 T_e can be set to equal L_e .



L_e = Time lung takes to deflate.

$T_e < L_e$

T_e is too short.

T_e = Expiratory time set on ventilator.

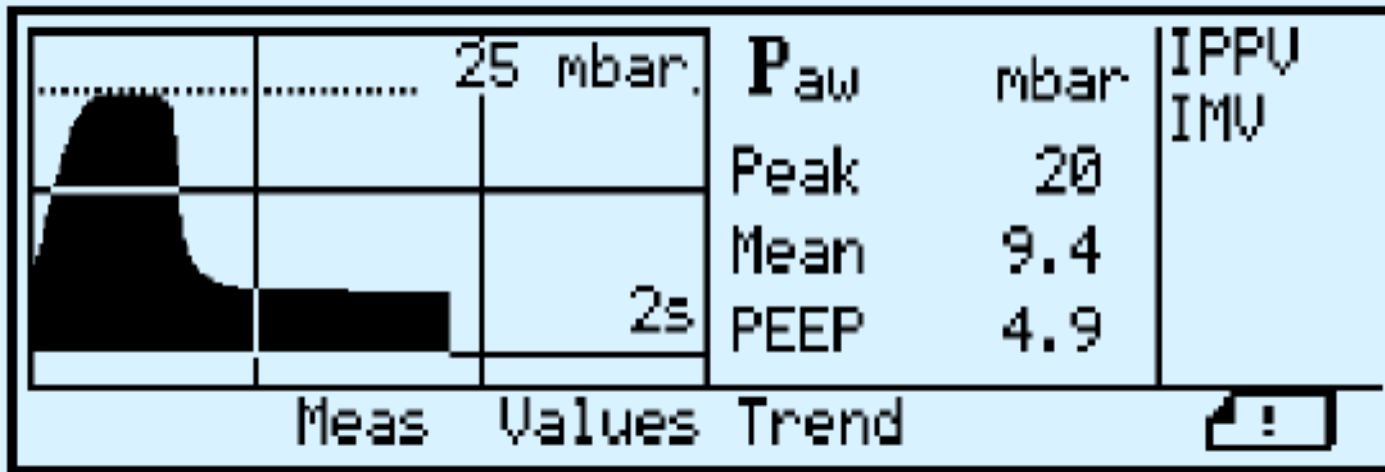
Increase T_e to allow time for lung deflation to complete.

Fig 4: Using the flow wave to maximise respiratory rate

Fig 5: Compromised expiratory flow

PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

- **PICO (PIP).** Valor máximo que alcanza la presión dentro del circuito.
 - Se ajusta según V_t , auscultación, Rx tórax y valores gasométricos.



- **PEEP:** Presión positiva al final de la espiración.
 - Evita el colapso alveolar.

PARÁMETROS DEL RESPIRADOR.

- **FRECUENCIA RESPIRATORIA:** Número de respiraciones por minuto.
 - Se ajusta aumentando o disminuyendo el tiempo espiratorio.
- **TRIGGER:** Sensibilidad del respirador para responder al flujo del niño.
 - Se ajusta de 1 a 10 (normalmente 1).
- **FIO₂:** Del 21 al 100%. Según precise.
- **PMAP:** Traduce la presión existente dentro de la caja torácica durante los ciclos respiratorios.
 - En la respiración espontánea la PMAP es negativa, lo cual favorece el retorno venoso.
 - **En VM su valor es muy positivo disminuyendo el retorno venoso, el gasto cardiaco y la TA.**
 - **Se debe intentar que sea lo más baja posible, en general <10.**

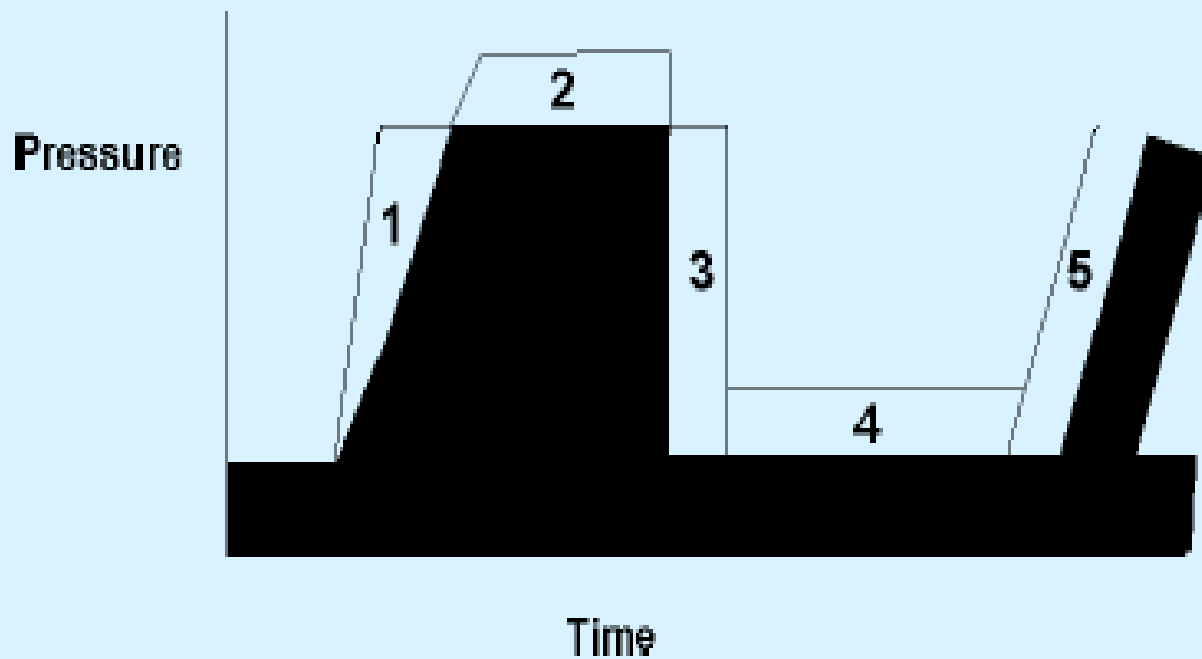


Fig. 4

There are five different ways to increase mean airway pressure:

- 1 increase inspiratory flow rate
- 2 increase peak inspiratory pressure
- 3 increase inspiratory time
- 4 increase PEEP
- 5 reduce expiratory time

PARÁMETROS VENTILATORIOS INICIALES (ORIENTATIVOS)

- **PATOLOGÍAS CON ALTERACIÓN PREDOMINANTE DE LA COMPLIANCE:** Cuando la compliance es baja y la resistencia normal, como el SDR:
 - MODALIDAD: (A/C, SIMV) + VG.
 - FiO₂: Ajustar según PaO₂/SatO₂/PaCO₂ y estado clínico.
 - PIP: 15-20 cmH₂O, según movimientos tórax y auscultación. Valorar Vt.
 - PEEP: 4-**5,5** cm H₂O.
 - FR: 50-60 rpm.
 - Ti **0,27-0,33 seg.**
 - I/E: 1/1,3 o menor.
 - Flujo: 6 lpm en <1 Kg y 8 lpm > 1 Kg.

PARÁMETROS VENTILATORIOS INICIALES (ORIENTATIVOS)

- **PATOLOGÍAS CON PREDOMINIO DE AUMENTO DE RESISTENCIA.** Como algunas neumonías y SAM.
 - MODALIDAD: (SIMV o A/C) con VG.
 - FIO₂ : Ajustar según PaO₂/SatO₂/PaCO₂ y estado cínico.
 - PIP: 18-25 según movimientos tórax y auscultación. Valorar Vt.
 - PEEP: 2-4 cmH₂O.
 - FR: 30-50 rpm.
 - Ti: 0,4-0,5 seg.
 - I/E: 1/1,5 o menor (pero >1/1,3).

PARÁMETROS VENTILATORIOS INICIALES (ORIENTATIVOS)

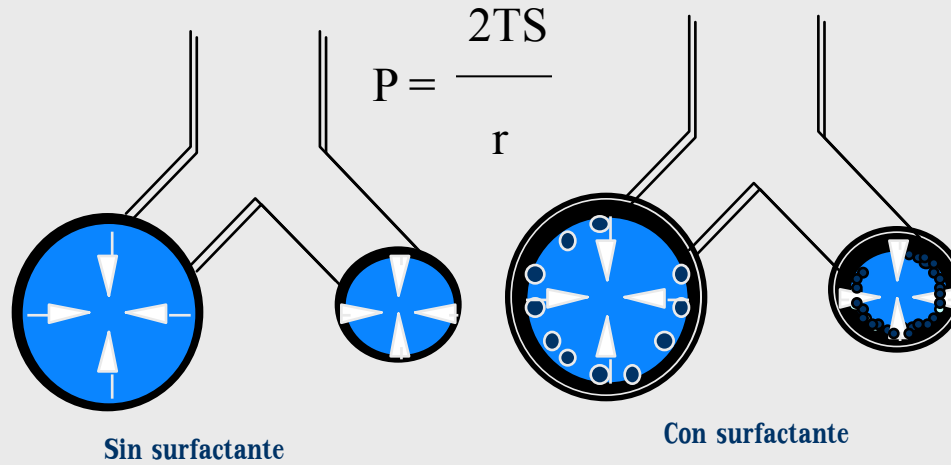
- **PULMÓN NORMAL:** Cuando no hay alteración pulmonar importante o sedaciones.
 - MODALIDAD: (SIMV, PSV) + VG.
 - FIO₂: necesaria para mantener saturación adecuada.
 - PIP: 12-15 cm H₂O.
 - PEEP: 3-4 cm H₂O.
 - FR: 20-40 rpm.
 - Ti: 0,3-0,6 seg.
 - I/E: 1/2.

Fisiopatología	Patología con CI disminuida	Patología con resistencia aumentada	Pulmón normal
Modalidad	A/C ó SIMV con/sin VG	SIMV ó A/C con/sin VG	SIMV
PIP para Vt 4-6 ml/Kg	15-20 cmH ₂ O	18-20 cmH ₂ O	12-15 cmH ₂ O
Vt	4-6 ml/Kg		
PEEP cmH₂O	4-5	2-4	3-4
Frecuencia cpm	50-60	30-50	20-40
Ti (seg)	≤0,35	0,4-0,5	0,4-0,6
Te (seg)	> 1,3 veces al Ti (sobre frecuencia real en A/C)		
Flujo (lpm)	6 (< 1,5 Kg); 8 (> 1,5 kg); 10 (necesidad de PIP muy alta)		
FiO₂	Según valor previo y objetivo PaO ₂ /StcO ₂		

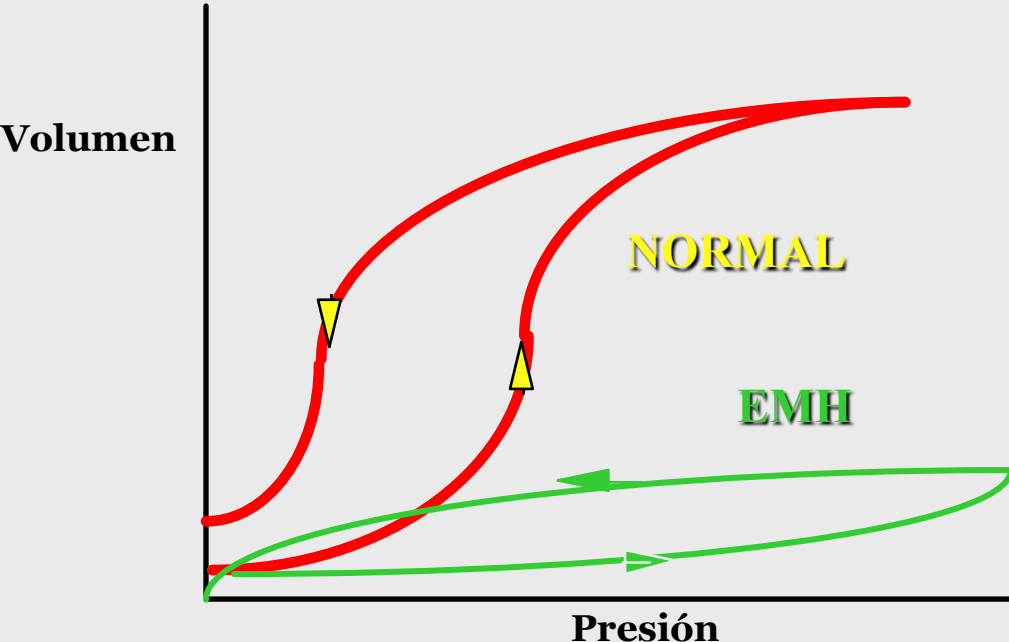
Ventilación en patologías neonatales frecuentes

- ✓ SDR / Enfermedad Membrana Hialina
- ✓ Enfermedad Pulmonar Crónica (EPC/DBP)
- ✓ Síndrome de aspiración meconial (SAM)
- ✓ Hipertensión pulmonar persistente (HTTP)
- ✓ Hernia diafragmática

Ventilación en la EMH



↓ *Fuerzas de Tensión Superficial en la interfase aire - agua*



Distensibilidad

$$\left(\frac{\Delta \text{Vol}}{\Delta P} \right) \Rightarrow \uparrow W$$

MODIFICACION DE MECANICA RESPIRATORIA CON SURFACTANTE

RIESGOS

- Alargamiento de la Cte espiratoria.
- Estabilización alveolar y reclutamiento.
- Mejoría de la distensibilidad pulmonar
- Disminución del VD/VT fisiológico

PREVENCION

Atrapamiento aéreo
Neumotorax

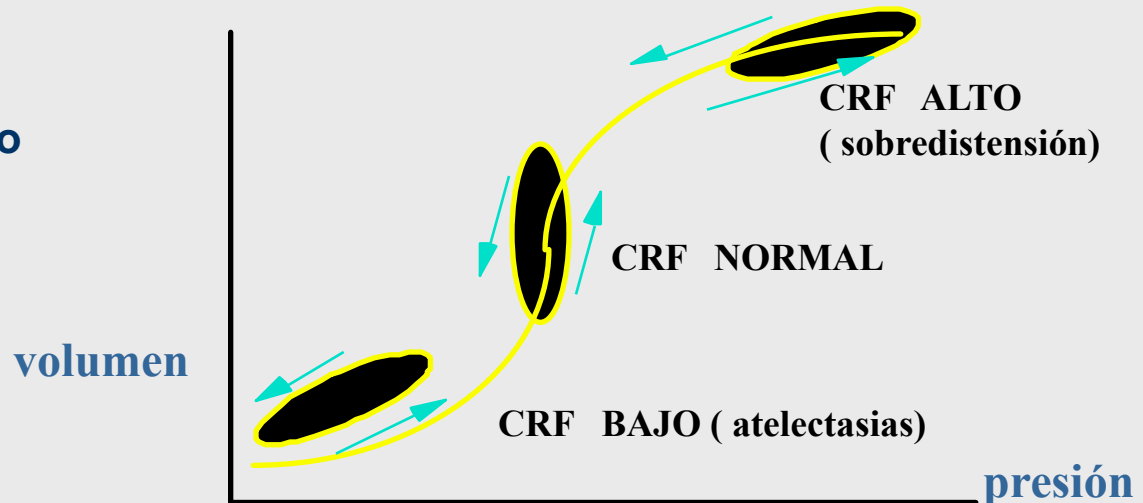
Alargar t_e
Vigilar expansion torax
paCO₂ / TA

Hiperoxia

evitar Pa O₂ > 70 mmHg
Sat O₂ > 95%

Sobredistensión
Volutrauma

modificar PIP



Ventilación en la EMH



- **Paciente**: < 34 sem y < 2000 Kg
- **Causa**: Déficit de surfactante
- **Consecuencia**: ↓↓ **CL** ↑ R ↓ V/O
- **Manifestaciones**:
 - *Silverman* : taquipnea / apnea, aleteo, quejido, tiraje, cianosis...
 - **Hipoxemia, Hipercapnia**
- **Manejo**
 - **Surfactante**
 - Ventilación mecánica
 - NCPAP
 - VMC: A/C o SIMV o PSV (+ VG)
 - VAFO (+VG)
 - Sedo-analgesia: raro
 - Relajación: excepcional



Ventilación en la EMH:

Parámetros:

	Flujo	FiO ₂	PIP*	PEEP	FR	Ti
< 1000 gr	6	Sat 90-95	10-15	4,5-6	50-60	0,28
1000 – 1500	7	Sat 90-95	12-15	4-5,5	50-60	≤ 0,3
1500 – 2000	8	Sat 90-95	15-20	4-5	45-50	0,3 –0,4
> 2000	8-10	Sat 92-95	20-25	4-5	40-45	0,3-0,4

*** Mantener VT entre 4-5,5 ml /Kg**

Ventilación en la EMH:

FRACASO

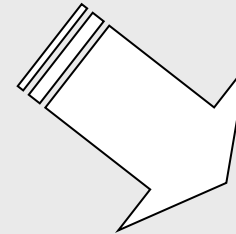
$FiO_2 > 0,6$

PIP > 18-20 (<1000gr)

PIP > 20-25 (1000-1500)

PIP > 28 (> 1500)

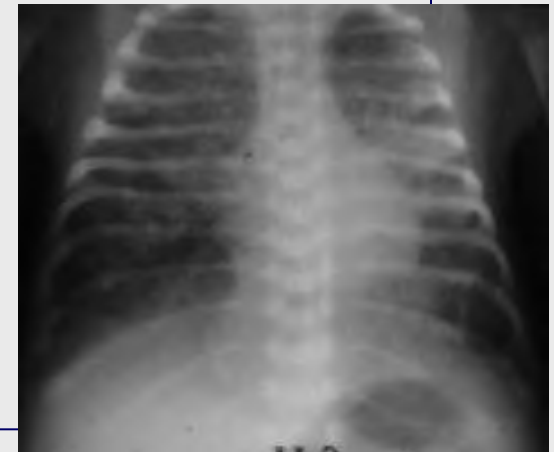
Escape aéreo grave



VAFO

Ventilación en la DBP

- **Paciente**: RNMBP con necesidad de O₂ después de 28 días o a las 36 sem de EG corregida
- **Causa**: O₂ + Barotrauma + Volutrauma + Infección + PDA
- **Consecuencia**: ↑↑ R (Obstrucción)
- **Manifestaciones**:
 - Dependencia del O₂
 - Taquipnea, apneas (fatiga), broncoespasmo
 - Atelectasias, traqueo-broncomalacia, bronquiectasias
 - ***Hipoxemia crónica, Hipercapnia***
- **Manejo**
 - ***PREVENCION***
 - Ventilación mecánica (Hipercapnia permisiva, Hipoxemia relativa)
 - **NCPAP**
 - SIMV
 - Medicaciones
 - Corticoides: sistémicos, inhalados
 - Diuréticos
 - Broncodilatadores



Ventilación en el SAM



- Paciente: RN a término/post-término
- Causa: Obstrucción de vía aérea proximal y distal por meconio
- Consecuencia: $\uparrow\uparrow R$ - $\downarrow V/Q$ - $\downarrow CL$ (inactivación surfactante)
- Manifestaciones:
 - Distress
 - **Hipoxemia**, Hipercapnia.
- Complicaciones
 - Escapes de aire (atrapamiento aéreo, distribución aérea no homogénea)
 - **HTP**
- Manejo
 - Ventilación mecánica
 - **NCPAP** (formas leves)
 - **VMC: A/C**
 - **VAFO**
 - Oxido Nítrico
 - ECMO
 - Surfactante: bolos o Lavado broncoalveolar (BAL)
 - Sedo-analgesia: **necesaria**
 - Relajación: **útil**

Ventilación en el SAM: VMC

- Modalidades:

- *SIPPV/SIMV*

- Parámetros:

- *Flujo: 8-10 L/min*
 - *FiO₂: Sat > 92% (PaO₂ > 60)*
 - *PIP: 18-25*
 - *PEEP: 2-4*
 - *Ti: 0,4- 0,5*
 - *FR: 30-50*

FRACASO VMC

FiO₂ > 0,6-0,8

PIP > 28-30

I.O > 20

Escape aéreo grave

ECMO

VAFO

Surfactante

Oxido Nítrico

Neumotórax

Usar volúmenes corrientes bajos < 6-8 ml/kg

Usar el menor número de respiraciones que permita una aceptable ventilación

Tolerar hipercapnia permisiva

Utilizar mejor un soporte ventilatorio parcial (presión de soporte) que total

Minimizar la PEEP. Si es preciso usar "Hiperoxia permisiva"

Minimizar el tiempo inspiratorio con relación I/E baja y flujos inspiratorios altos.

Evitar la pausa inspiratoria y relaciones I/E invertidas

Usar circuitos rígidos poco distensibles

Usar la menor presión de succión para mantener el pulmón inflado

Explorar diferentes posiciones del paciente para minimizar la fuga

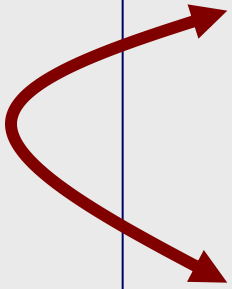
Tratar el broncoespasmo y otras causas de obstrucción al flujo aéreo

Valorar otros tratamientos (intubación selectiva, ventilación independiente)

Tratar enérgicamente la causa del fallo respiratorio.

Retirar la ventilación mecánica lo antes posible

Ventilación en la HPPN

- **Paciente**: Cualquier RN
 - **Causa**: Elevación de las R vasculares pulmonares (anatómico, funcional)
 - **Consecuencia**: Shunt D→I ⇒ **Hipoxemia severa** (gradiente pre-postductal >10%)
 - **Manifestaciones**:
 - Cianosis central, distress
 - **Hipoxemia**, Acidosis.
 - **Manejo**
 - De enfermedad de base (HPPN secundaria)
 - Mínima manipulación
 - Ventilación mecánica
 - VMC: A/C, SIMV
 - **VAFO**
 - Alcalinización
 - Mantenimiento de TA: inotrópicos
 - **Oxido Nítrico**. Otros VD (Sildenafil, Prostaciclina...)
 - **ECMO**
 - Sedo-analgesia: **necesaria**
 - Relajación: **útil**
- 

Ventilación en la HPPN

- **Modalidades:**

- **SIPPV/SIMV**

- **¿Hiperventilación ($\text{PaCO}_2 < 40$)?**

- Parámetros: variables**

- **Flujo:** 8-10 L/min

- **FiO_2 :** 100%

- **PIP:** 20-30

- **PEEP:** 4-5

- **Ti:** 0,4- 0,5

- **FR:** 30-50

FRACASO VMC

$\text{FiO}_2 > 0,8$

$\text{PIP} > 28-30$ ($\text{MAP} > 12$)

$\text{I.O} > 20$

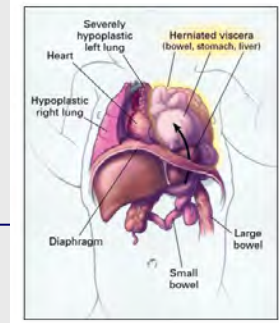
Escape aéreo grave

ECMO

VAFO

Oxido Nítrico

Ventilación en la HDC



- **Paciente**: Generalmente RN a término
- **Causa**: Fallo en el desarrollo del diafragma (total, parcial). Bochdalek
- **Consecuencia**: Hipoplasia pulmonar (↓alveolos, ↓lecho vascular), Hipoplasia VI
- **Manifestaciones**:
 - Dx prenatal (80%): polihidramnios, hígado o estómago en tórax, detección precoz (<25sem), malformaciones asociadas, índices ecográficos.
 - ***Distress***, Cianosis.
- **Manejo**
 - Cesárea + intubación inmediata (**!!! NO PRESIONES POSITIVAS !!!**) + sonda nasogástrica
 - **Estabilización pre-operatoria**
 - Ventilación mecánica
 - **VMC: A/C, SIMV**
 - **VAFO**
 - Surfactante
 - De la HPPN: Alcalinización con HCO_3Na , **Oxido Nítrico**
 - Mantenimiento de TA: inotrópicos
 - **ECMO**
 - Sedo-analgesia: **necesaria**
 - Relajación: **necesaria**

Ventilación en la HDC

- **Modalidades:**

- **SIPPV / SIMV**

- **VAFO**

- **Parámetros:** *Ventilación permisiva*

Evitar barotrauma / yatrogenia

- **FiO₂**: para SatO₂ tc preductal > 90%

- **PIP**: baja 20-25

- **PEEP**: 2-3

- **FR**: 40-50

- **Surfactante**: FiO₂ > 50%

ECMO

VAFO

FRACASO VMC

PIP > 25

I.O > 15

REGULACIÓN VENTILATORIA.

- Para una **correcta interpretación de los gases arteriales** se tendrá en cuenta que la oxigenación depende tanto de la función respiratoria como de la cardiocirculatoria.
- Los cambios del respirador repercutirán sobre las alteraciones gasométricas debidas a alteraciones pulmonares. Sin embargo, debido a la estrecha correlación pulmonar y circulatoria, la posible **modificación del retorno venoso por cambios de la PMAP, o el efecto de la PaO₂ y PaCO₂ sobre las resistencias vasculares pulmonares debe ser tenida en cuenta.**
- Valores de PaO₂/satO₂ adecuados junto con una TA normal en ausencia de acidosis metabólica son datos clínicos sugestivos de un adecuado transporte de O₂ a los tejidos.
- **El mejor signo clínico de correcta ventilación es una buena expansión torácica bilateral.**

REGULACIÓN VENTILATORIA.

- **Las variaciones de PaO₂ dependen de:**
 - **FiO₂.**
 - **PMAP:** $(PIP \times Ti + PEEP \times Te) / (Ti + Te)$.
 - Aumentos de PIP, Ti y PEEP elevan la PaO₂. Una PMAP excesiva comporta riesgo elevado de escape aéreo, así como de sobredistensión de los alveolos bien ventilados y la consecuente distribución del flujo sanguíneo hacia áreas escasamente ventiladas, lo cual aumenta el cortocircuito derecha-izquierda intrapulmonar.

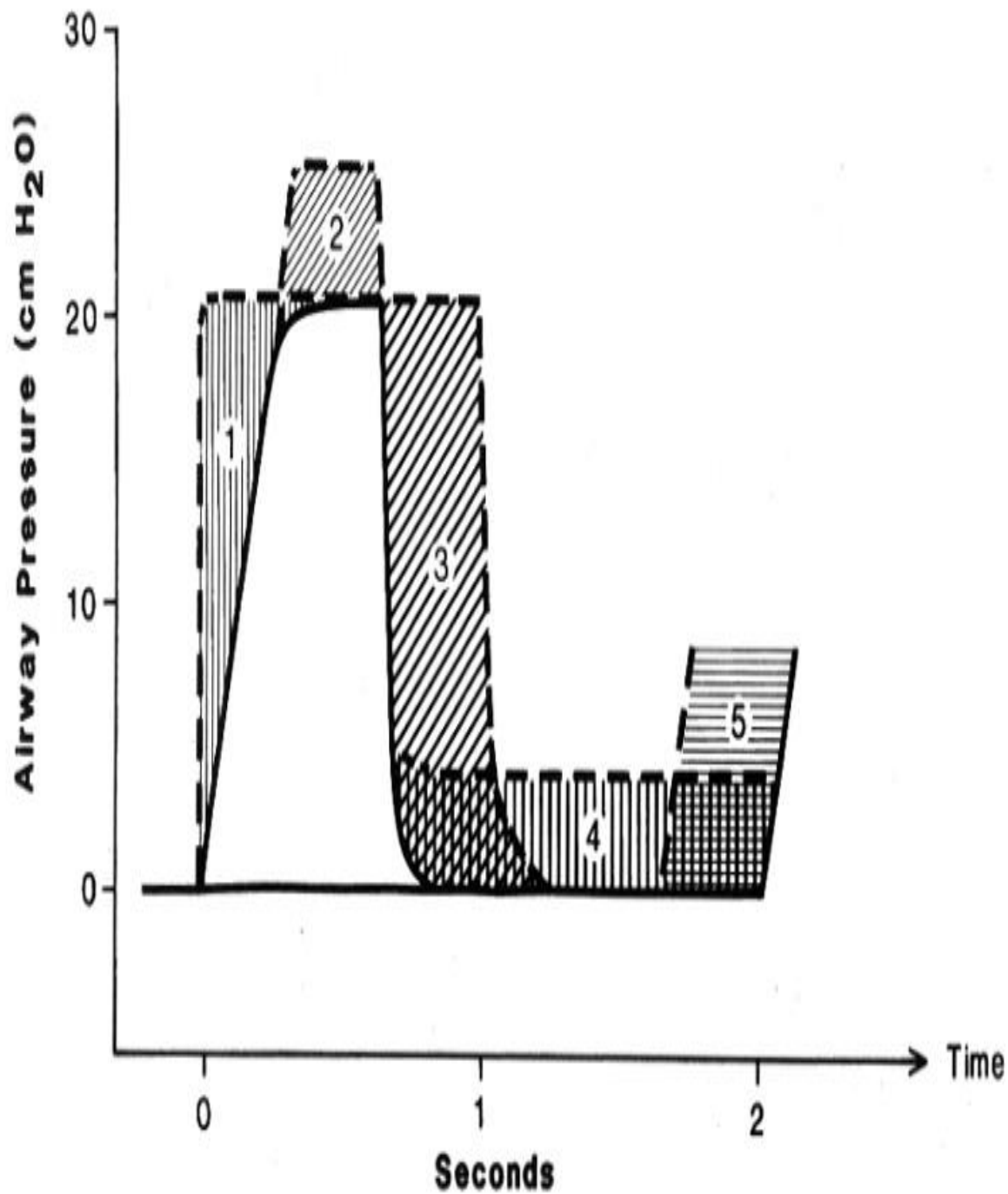


Figure 2-27. Five different ways to increase MAP: (1) increase inspiratory flow rate, producing a square-wave inspiratory pattern; (2) increase PIP; (3) reverse the inspiratory-expiratory (I/E) ratio or prolong the IT without changing the rate; (4) increase PEEP; and (5) increase ventilatory rate by reducing expiratory time without changing IT. (Modified from Reynolds EOR: Pressure waveform and ventilator settings for mechanical ventilation in severe hyaline membrane disease. *Int Anesthesiol Clin* 12:259, 1974.)

REGULACIÓN VENTILATORIA.

- Las variaciones de **PaCO₂** dependen del **Vm: Vt x FR.**
- Los aumentos de PIP, Ti y FR disminuyen la PaCO₂ al elevar el Vt y el Vm.
- FR muy elevadas (>80 rpm) resultan menos eficaces para disminuir PaCO₂, por un posible aumento del cociente Vd/Vt y/o PEEP inadvertida.

VT increases

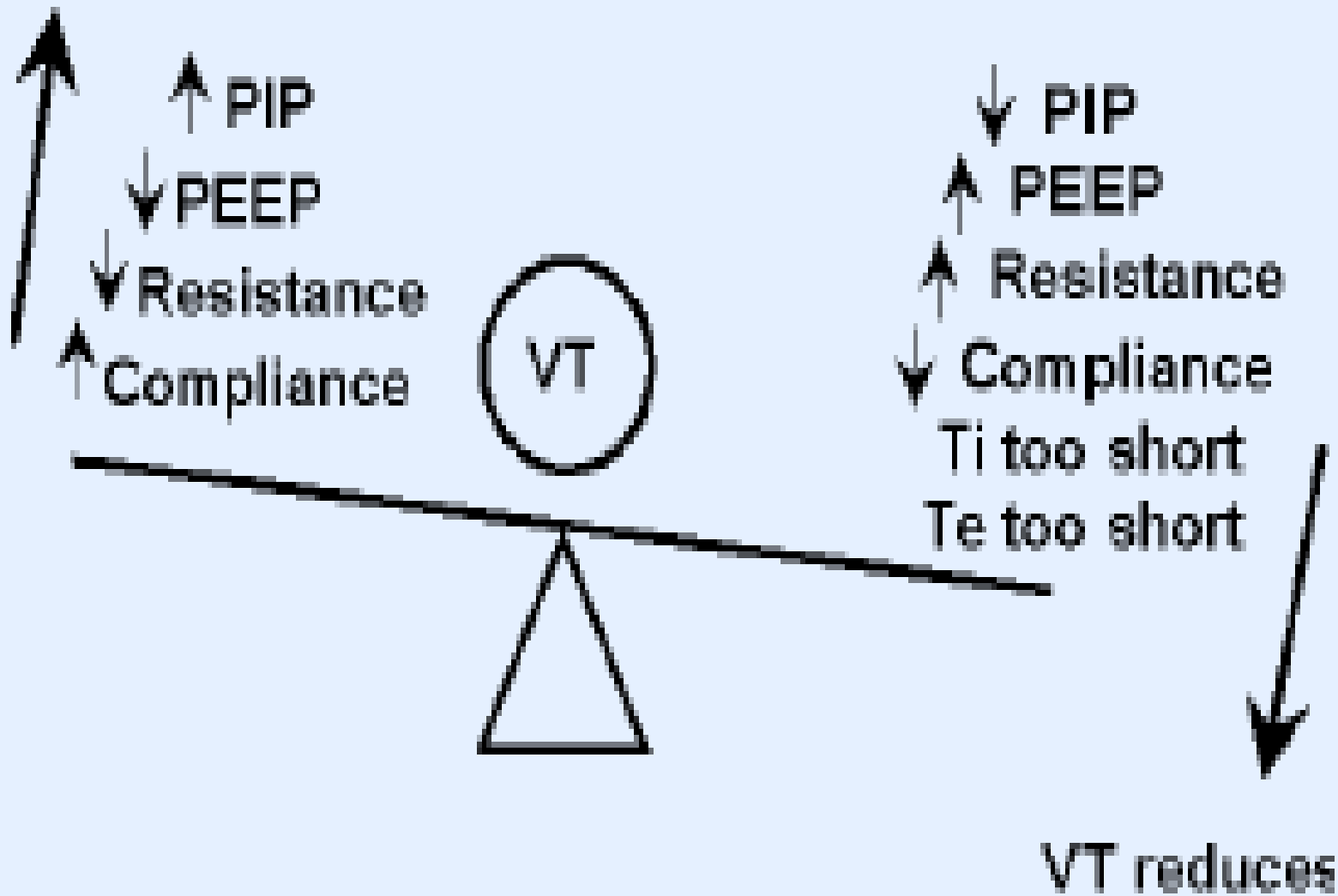


Fig 7: Factors affecting tidal volume

DESCENSOS DE LA ASISTENCIA RESPIRATORIA.

■ EN SIPPV (A/C):

- **Reducir progresivamente la PIP** comprobando que el **niño** es capaz de mantener esfuerzo respiratorio suficiente como para que siga **estable** en VM **sin polipnea**.
- Mantener constante el tiempo inspiratorio mientras que se mantenga constante la frecuencia respiratoria, alargar progresivamente según disminuya la frecuencia del paciente.
- **Reducir la velocidad de flujo para evitar curvas excesivamente cuadradas al descender la PIP.**
- Extubar desde SIPPV cuando exista suficiente esfuerzo respiratorio, $FiO_2 < 0,4$ y normalidad gasométrica.
- Extubación a CPAP según necesidad.
- En muchas ocasiones tras una ventilación inicial es SIPPV, y estabilización del paciente se cambia a **SIMV con los mismos parámetros salvo lo FR que será un 10% menos de la que estaba haciendo el paciente** comprobando la ausencia de atrapamiento aéreo en la curva de flujo espiratorio.

DESCENSOS DE LA ASISTENCIA RESPIRATORIA.

- Si el % de VM espontáneo tras 20 min. de estabilización supera el 20% previo, aumentar la FR hasta que sea inferior al 20%.
- Reducir progresivamente la frecuencia respiratoria y la PIP comprobando que el niño es capaz de mantener esfuerzo respiratorio suficiente como para que siga estable el VM sin polipnea.
- Extubar desde SIMV cuando exista suficiente esfuerzo respiratorio, $FiO_2 < 0,4$ y normalidad gasométrica.
- Extubación a CPAP o gafas nasales según necesidad
- **Dar preferencia siempre a descensos de FiO_2 hasta valores de 0,4** antes que a los de PMAP si no hay evidencia de hiperinsuflación.
- Considerar la **hipercapnia permisiva** tolerando altos valores de $PaCO_2$ siempre que el pH sea superior a 7,25 durante la intubación y 7,20 después de retirado el tubo.

Modalidad	Estrategia
A/C	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir PIP para Vt adecuado > 4 ml/kg - Disminuir FR rescate a 25-30 - Alimentar <i>trigger</i> para trabajar músculo respiratorio - Extubar directamente de A/C o pasar a SIMV
SIMV	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir FR - Disminuir PIP para Vt adecuado > 4 ml/kg - Extubar cuando esté estable con SIMV 25-30 rpm
VG	<ul style="list-style-type: none"> - Autodestete
SIMV/PSV	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir PSV cuando SIMV < 30 rpm - Ajustar nivel de PSV para dar Vt adecuado > 4 ml/kg - Reducir SIMV lentamente - Extubar cuando estable con SIMV 15 rpm

A/C: ventilación asistida/controlada; FR: frecuencia respiratoria; PIP: pico de presión inspiratoria; PSV: ventilación con presión de soporte; SIMV: ventilación mandataria intermitente sincronizada; VG: Volumen garantizado; Vt: volumen tidal.

CRITERIOS DE EXTUBACIÓN.

- Son muy variables. Para disminuir el riesgo de complicaciones intentar extubar precozmente. A modo de orientación:
 - $FiO_2 < 0,35$.
 - $PIP < 15$.
 - $FR < 20$ rpm (o la que realice el niño espontáneamente)
- En RNPT valorar la administración de metilxantinas 12-24 horas antes.
- En RN de:
 - Bajo peso $< 1250-1000$ gramos.
 - Duración de VM prolongada (> 7 días).
- Puede ser de utilidad pasar directamente a **CPAP nasal**.

CUIDADOS DEL NIÑO VENTILADO.

■ **ASPIRACIÓN ENDOTRAQUEAL:**

- **No se recomiendan aspiraciones rutinarias.**
- El diámetro de la sonda no debe superar $2/3$ del diámetro del tubo.
- Introducir hasta 0,5-1 cm por encima del extremo distal del tubo.
- Se retira aspirando con una presión negativa de 60-100 mmHg.
- **La MENOR duración posible (<5-10 seg.)**
- Si secreciones espesas introducir 0,25-0,5 ml de SSF.
- Recomendable utilizar **sistemas cerrados** para evitar la pérdida de presión durante la aspiración.

■ **FISIOTERAPIA RESPIRATORIA:**

- Indicación de modo **INDIVIDUALIZADO**: atelectasias persistentes y/o secreciones espesas.

CUIDADOS DEL NIÑO VENTILADO.

- **HUMIDIFICACIÓN:** Los gases inspiratorios deben ser siempre humidificados y calientes.
- **ANALGESIA/SEDACIÓN:** Individualizada. Se debe evitar la lucha del niño con el respirador. El acoplamiento debe intentarse con ventilación sincronizada, usando la FR, Vt y PEEP adecuadas al niño. Si no se consigue la adaptación pueden ser útiles fármacos como el fentanilo en bolos **(1-2 mcg/Kg)** o perfusión continua **(1-2 mcg/Kg/h)** o midazolam en bolos **(0,2 mg/Kg)** o perfusión continua **(0,06-0,1 mg/Kg/h)**, solos o asociados.

Sólo ocasionalmente el RNT con HTPP puede ser necesario la curarización con Vecuronio en infusión continua **(0,05-0,12 mg/Kg/h)** o bolos de **0,1 mg/Kg/dosis** cada 1-3 horas.

