



Hospital de niños
SOR MARÍA LUDOVICA
La Plata - Buenos Aires - Argentina

4° Congreso Argentino de Neonatología
Sociedad Argentina de Pediatría
CABA – 22 al 24 de mayo de 2019



Facultad de Ciencias Médicas
Universidad Nacional de la Plata

Ventilación con objetivo de volumen

Norberto E Santos

Jefe Sala 11- Servicio de Neonatología - Hospital de Niños Sor Ma. Ludovica de La Plata

Prof. Adjunto Cátedra B de Pediatría – Facultad de Ciencias Médicas – UNLP

Prof. Adjunto Prácticas Finales Obligatorias – Facultad de Ciencias Médicas – UNLP

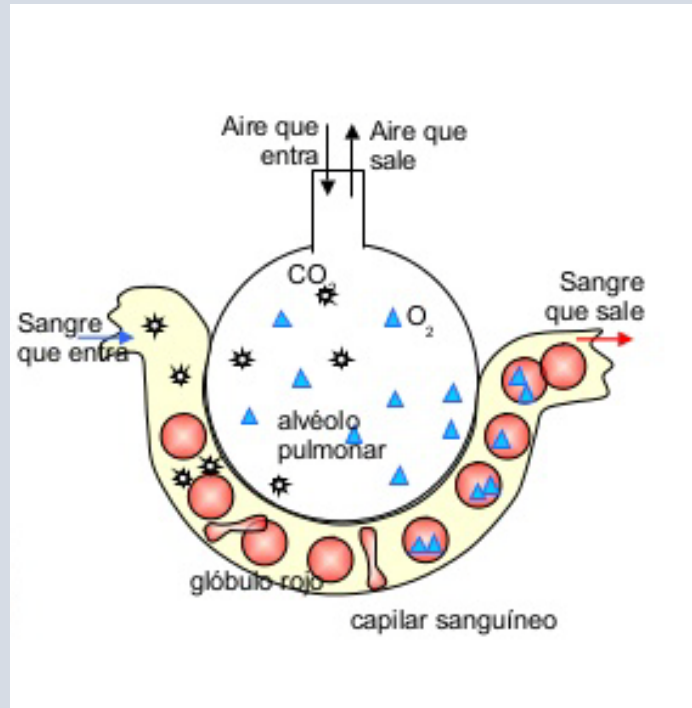
nsantos@med.unlp.edu.ar

Volúmenes ventilatorios

- La respiración es un proceso cíclico de inspiración y espiración.
- El volumen de aire desplazado hacia los pulmones o espirado en cada ciclo respiratorio en ARM se denomina volumen tidal (V_T)
- El Volumen Minuto Respiratorio (VMR) es el volumen de aire que ingresa en los pulmones en cada minuto.

$$\text{VMR} = (V_T) \times \text{frecuencia respiratoria}$$

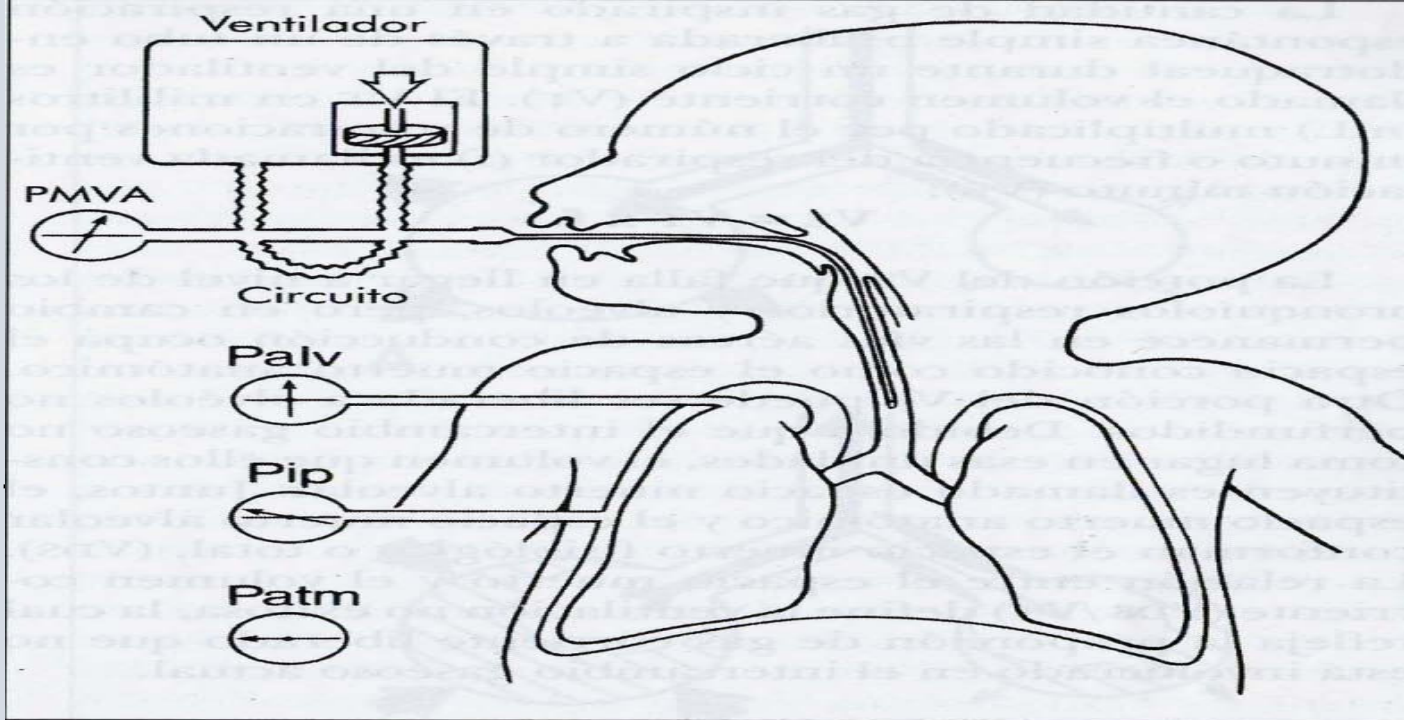
Volúmenes ventilatorios



- El V_A es aquel en el cual se produce el intercambio gaseoso:

$$VMR = (V_A + VEM) \times FR$$

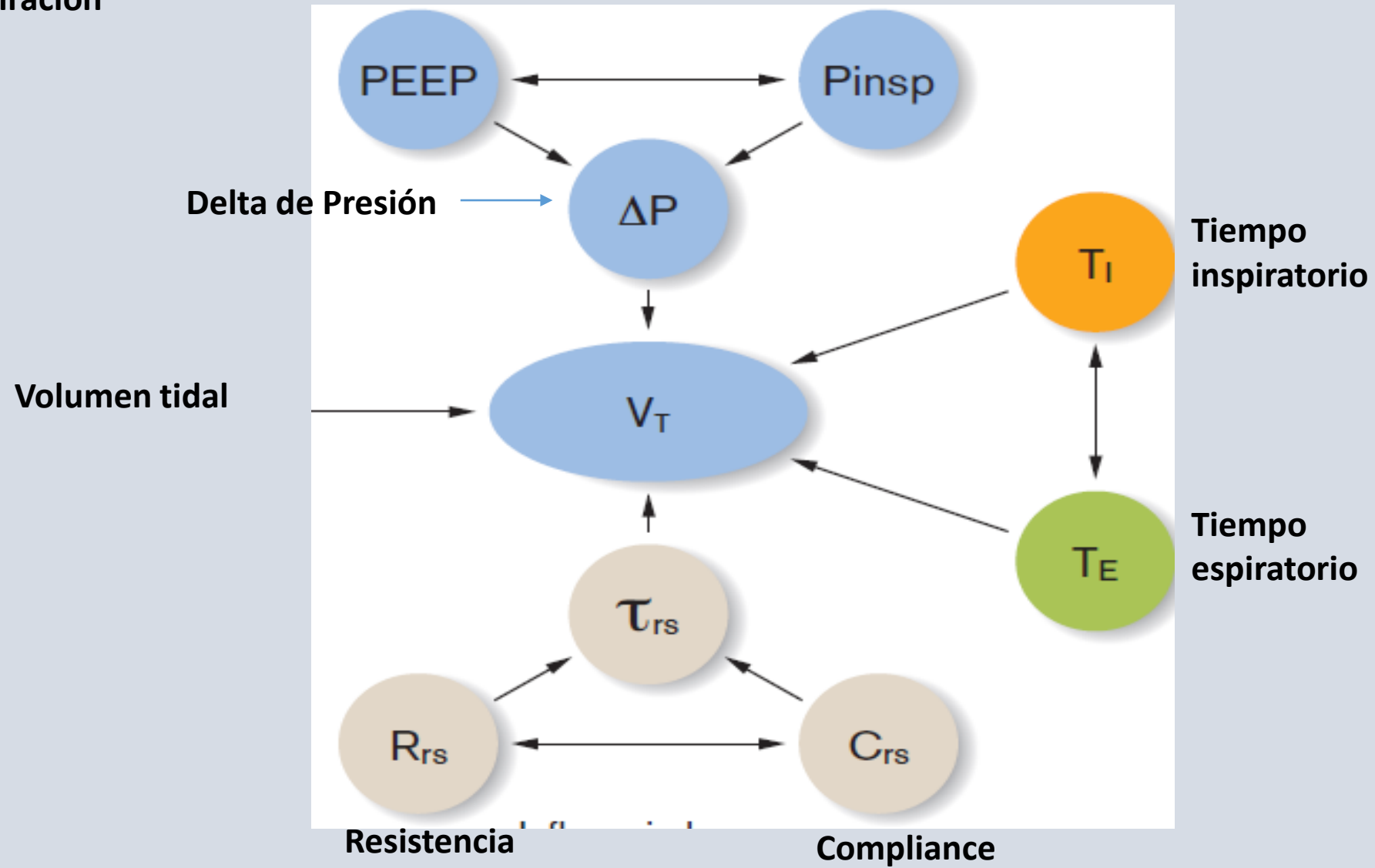
- La ventilación alveolar en un minuto (es producto de la frecuencia respiratoria y el V_A).

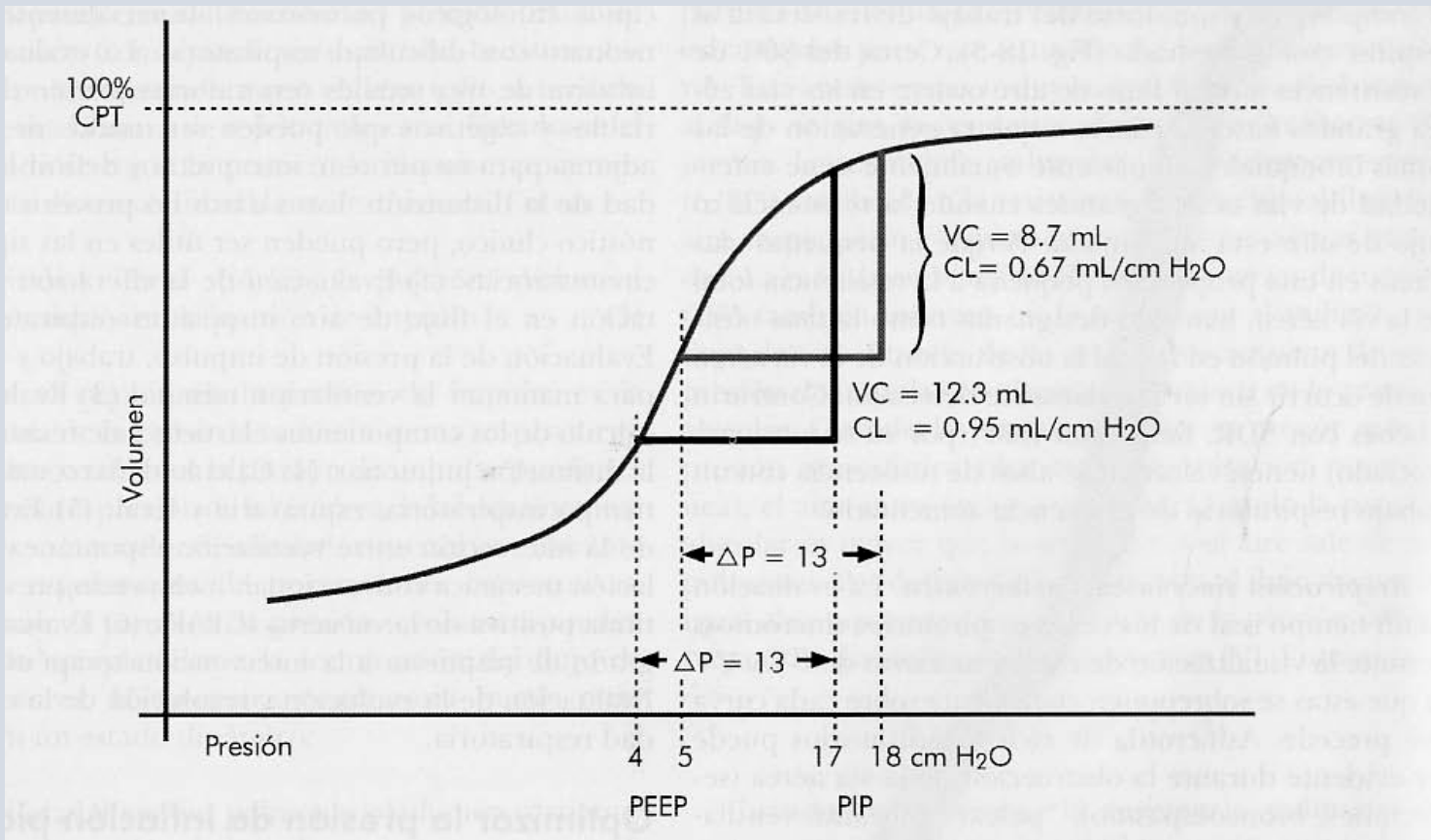


- Las interacciones entre todos los respiradores y los recién nacidos que respiran espontáneamente son complejas.
- Con las modalidades de ventilación desencadenada por el paciente, el volumen tidal que ingresa a los pulmones, es el resultado de la combinación del esfuerzo inspiratorio negativo del niño y la presión positiva generada por el respirador.

Presión Positiva al final de la Espiración

Presión Inspiratoria Máxima





¿POR QUÉ PENSAR EN EL VOLUMEN TIDAL?

- En la ventilación controlada por presión, la ventilación alveolar y por consiguiente la eliminación de CO₂ depende del volumen tidal.

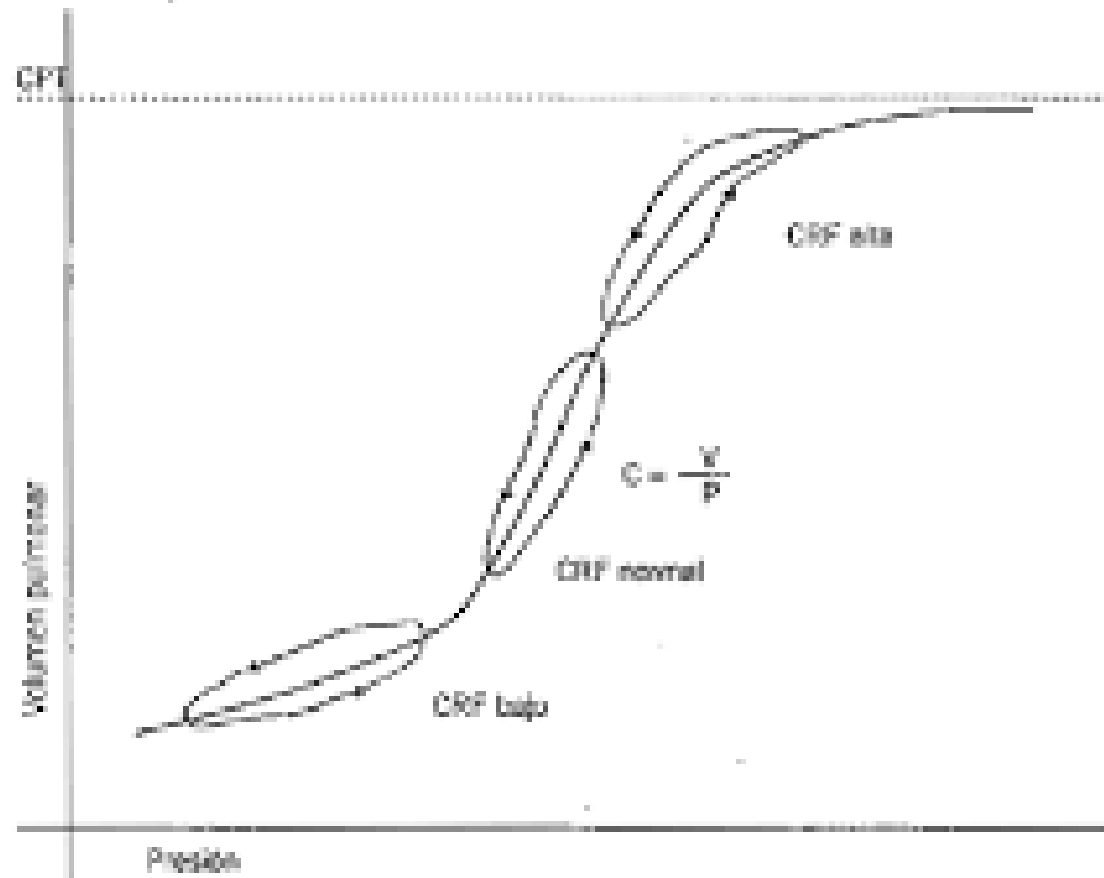
¿POR QUÉ PENSAR EN EL VOLUMEN TIDAL?

- Si el volumen tidal resultante es ligeramente mayor que el espacio muerto, el intercambio de gases alveolares no sería suficiente.
- Esta situación podría provocar rápidamente hipercapnia.
- Un volumen tidal insuficiente podría además provocar atelectasia, afectando la relación ventilación-perfusión y con el tiempo, hipoxia.

¿POR QUÉ PENSAR EN EL VOLUMEN TIDAL?

- Por otro lado, en la ventilación controlada por presión un volumen tidal exagerado puede producir sobredistensión alveolar y lesión de las vías respiratorias.
- La sobrecarga de volumen y la distensión pulmonar pueden ser el inicio de lesiones pulmonares y no simplemente las presiones altas
- La lesión pulmonar por volumen (volutrauma) es tan importante como la lesión por presión (barotrauma).

Curva P-V desde un estado de mínima inflación e colapso pulmonar a máxima expansión



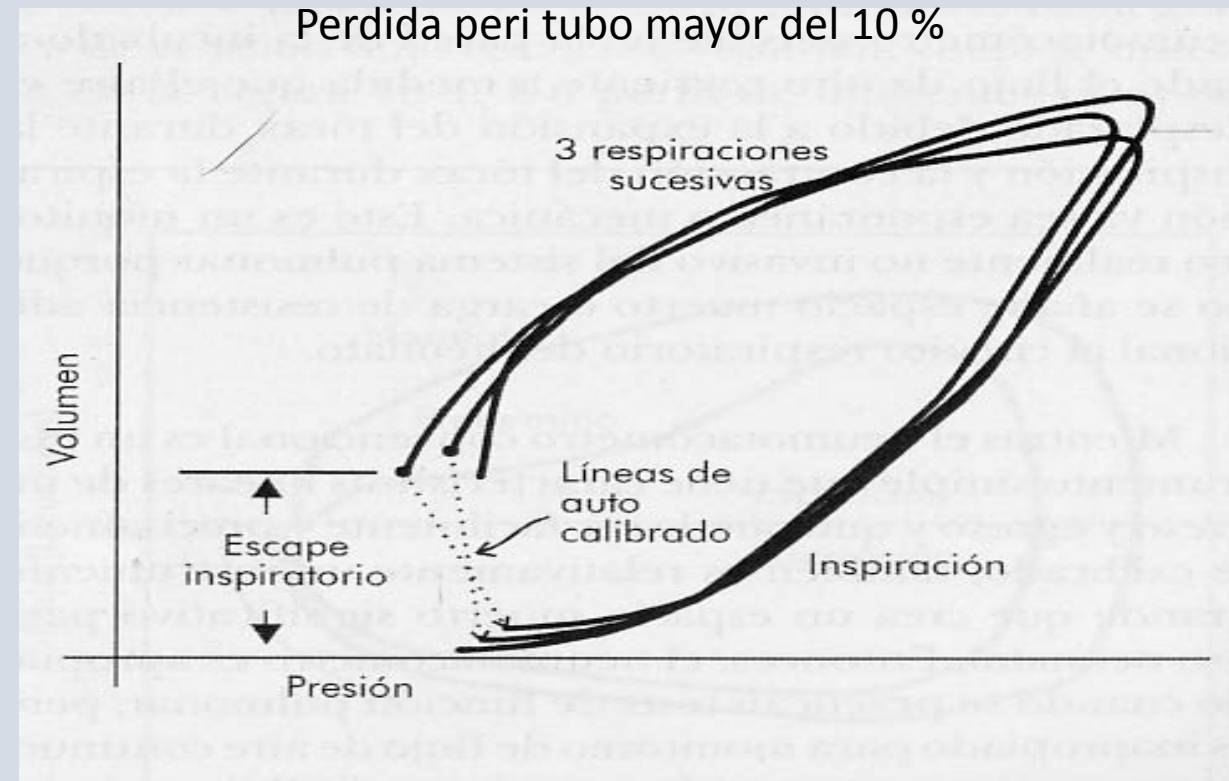
CPT = Capacidad pulmonar total
CRF = Capacidad residual funcional

Ventilación con objetivo de volumen (VOV)

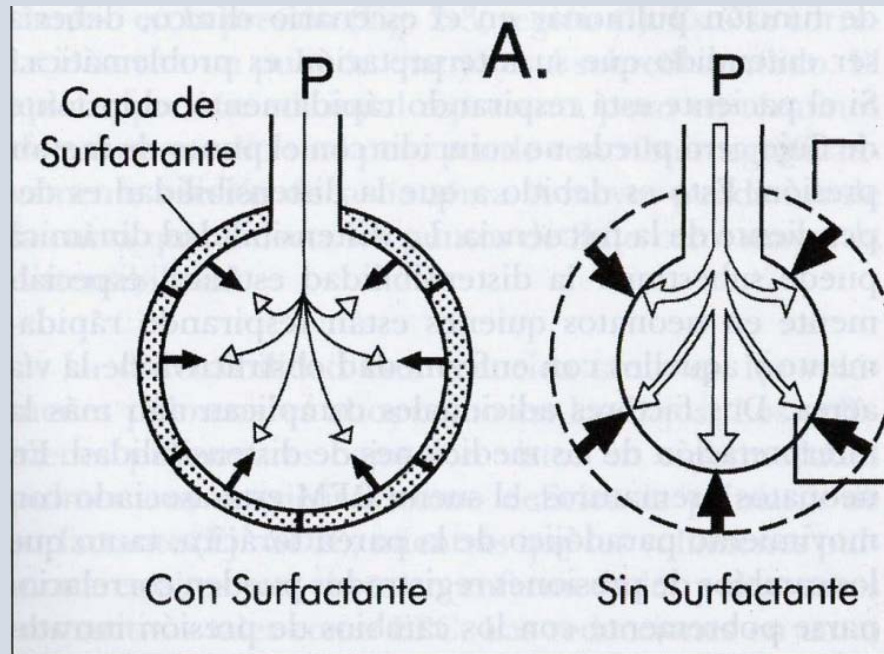
- Es una forma de ventilación mecánica en la cual el operador selecciona el volumen tidal que será aportado.
- El volumen tidal ingresa con una determinada presión dependiente de la compliance y de la resistencia pulmonar.
- Por lo tanto, es más apropiado describir esta forma ventilatoria como con objetivo de volumen en lugar de ventilación ciclada por volumen.

Ventilación con objetivo de volumen (VOV)

- Debido a que los tubos endotraqueales que se utilizan en los recién nacidos no poseen balón, existe una pérdida variable del volumen de gas entregado.
- Por esta situación, el V_t inspirado es mayor que el V_t espirado
- Esta diferencia será mayor cuanto mayor la pérdida peritubo endotraqueal
- Los respiradores miden el V_t inspirado, el V_t espirado y el VMR



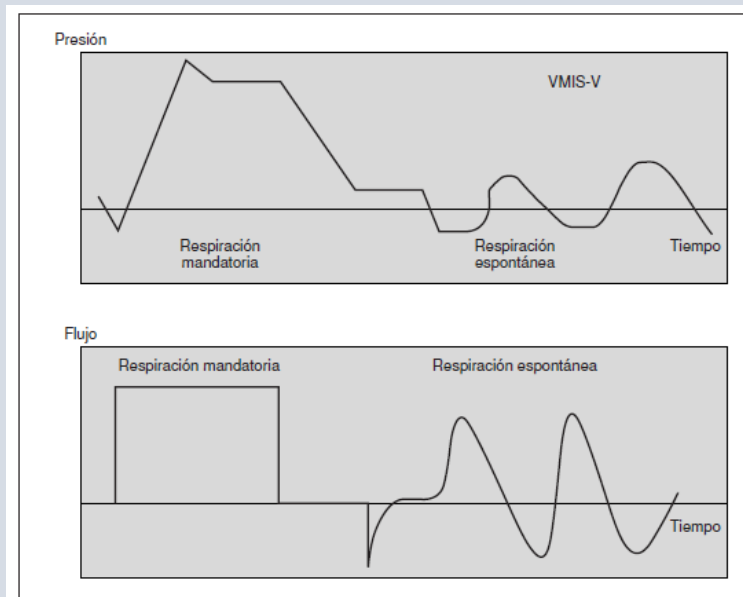
**Por tanto,
la variable
dependien
te es la
presión.**



- La compliance pulmonar disminuida, motivará que las presiones inspiratorias sean mayores para entregar el V_t seleccionado.
- A medida que la compliance mejora, que reconocida por el respirador, ajusta la presión inspiratoria, respetando el V_t .
- El V_t permanece constante, solo disminuye la presión inspiratoria.



- El ciclo respiratorio, pueden ser desencadenado tanto por el paciente o iniciado por el respirador.
- La sensibilidad de disparo puede ser por cambios de presión o por flujo.
- Limitado por flujo (flujo fijo)
- Con selección de parámetros:
 - V_t
 - T_i
 - F_r (m)
 - PEEP
 - F_iO_2
 - Sensibilidad



La forma de la curva de flujo es cuadrada.

Características de las VOV

- El volumen tidal fijado, no se podrá administrar cuando:
- El Tiempo inspiratorio establecido es menor que el tiempo necesario para insuflar los pulmones
- Observaremos en la curva de flujo que la misma no llega a 0 al final de la inspiración, ante esta situación hay que decidir si la situación actual del paciente permite prolongar el T_i

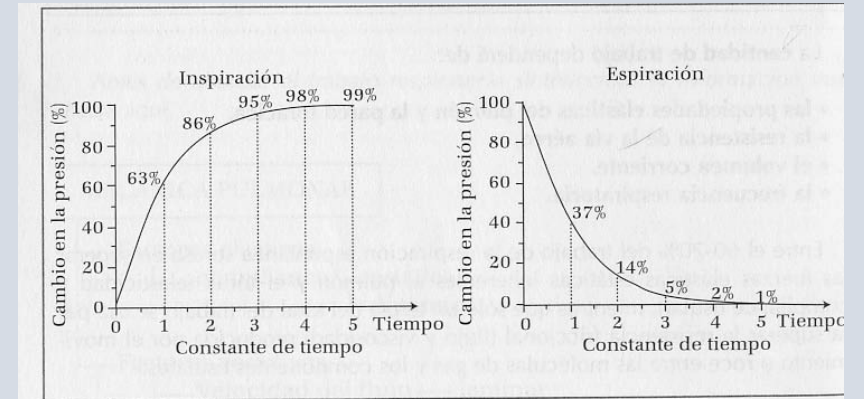
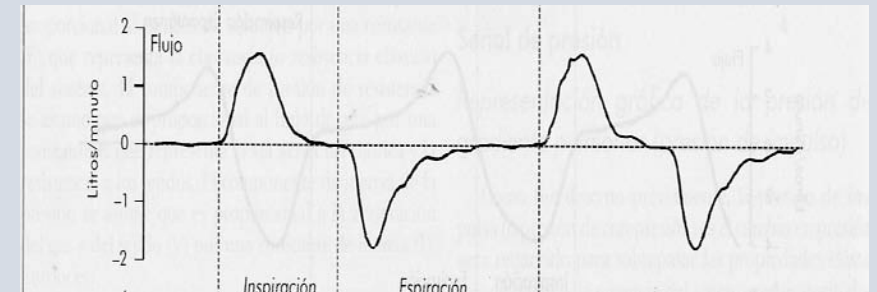


Fig. 10. Porcentaje de cambio en la presión (o porcentaje de equilibrio) con relación al tiempo.



Selección del V_t en la VOV

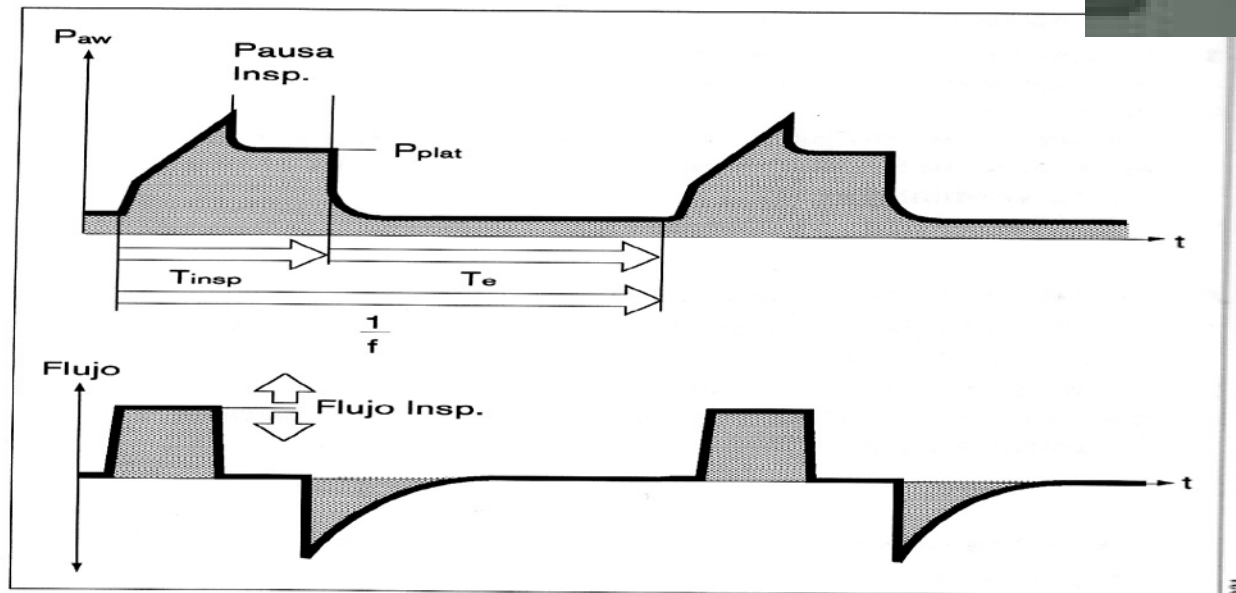
- Es necesario conocer, cual es el menor V_t que el respirador es capaz de entregar.
- No se debe superar el V_t deseable para cada paciente.
- Rangos recomendados:
 - < 1000 gr: 4 a 7 ml/Kg.
 - > 1000 gr: 5 a 8 ml/kg.

Inicio de la ventilación por volumen

- Selección de modo deseado
- Se recomienda AC para enfermedad aguda
- Se recomienda VMIS con VPS para destete
- Selección del volumen tidal ideal entregado
- Confirmar que el paciente está recibiendo el volumen tidal apropiado a través de la monitorización de los volúmenes.
- Gráficos pulmonares: (1) Curva de volumen tidal; (2) Bucle de presión-volumen

Ventilación A/C por volumen

- Parámetros a programar:
- Volumen tidal
- PEEP
- FiO₂
- Tiempo inspiratorio
- Frecuencia mandatoria
- Sensibilidad de disparo



$$\text{VMR} = V_t \times F_r \text{ (mandatoria)}$$
$$\text{VMR} = V_t \times F_r \text{ (espontánea)}$$

Ejemplo A/C

Parámetros de la modalidad:

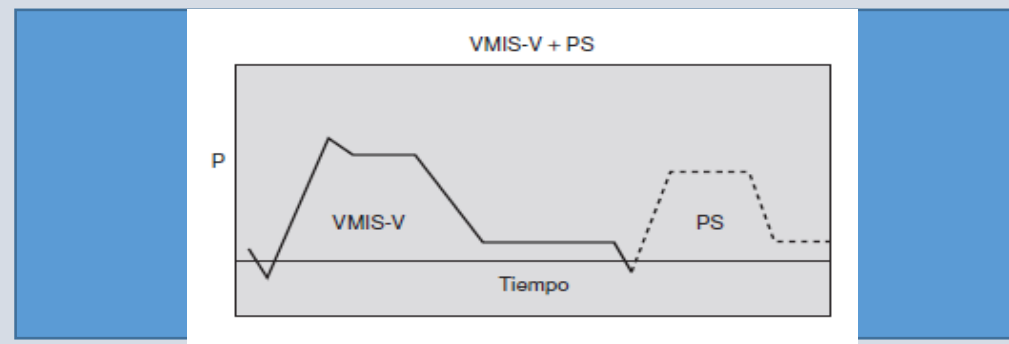
- **Vt: 4 ml/Kg.**
- **PEEP 5 cm de agua**
- **Fr espontánea: 60 ciclos por minuto**
- **FiO2: 0.80**
- **Ti: 0,45 seg.**

EAB: 7,25/63/60/1/20 Sat. 92%

Conducta: ¿?

VMIS por volumen + PS

- Combinación de modos que lleva a que el médico deba programar las dos variables independientes en un mismo paciente.
- Unas respiraciones serán controladas por volumen y otras por presión.
- Parámetros a programar:
 - Vt (mandatorio)
 - Fr (mandatoria)
 - Ti (mandatorio)
 - FiO2
 - PS



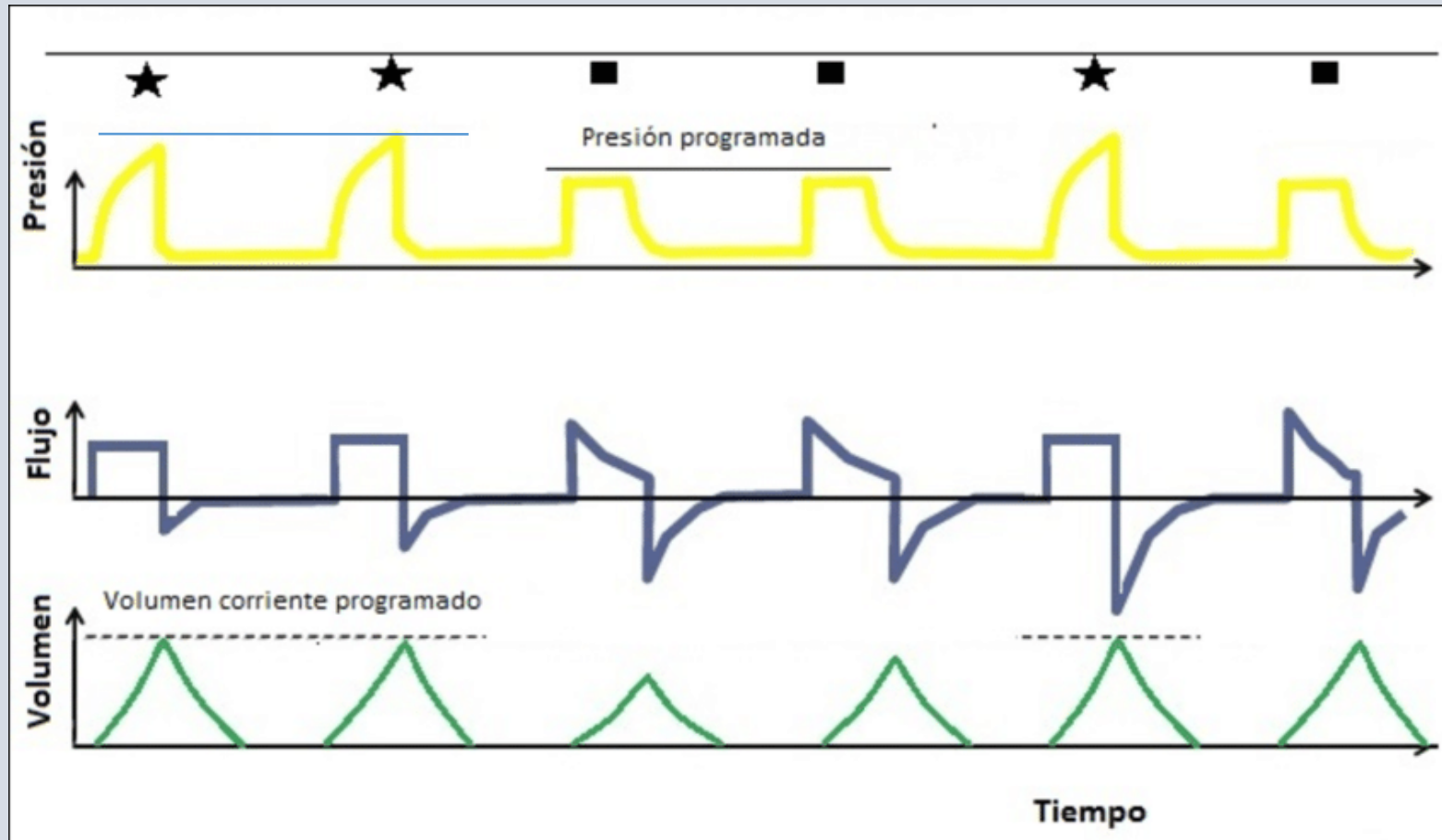
$$\text{VMR} = Vt(m) \times Fr(m) + Vt(s) \times Fr(e)$$

VMIS por volumen + PS

Presión administrada por el respirador según V_t programado

Curva de flujo cuadrada en ciclo por volumen

Volumen tidal constantes en ciclos mandatorios



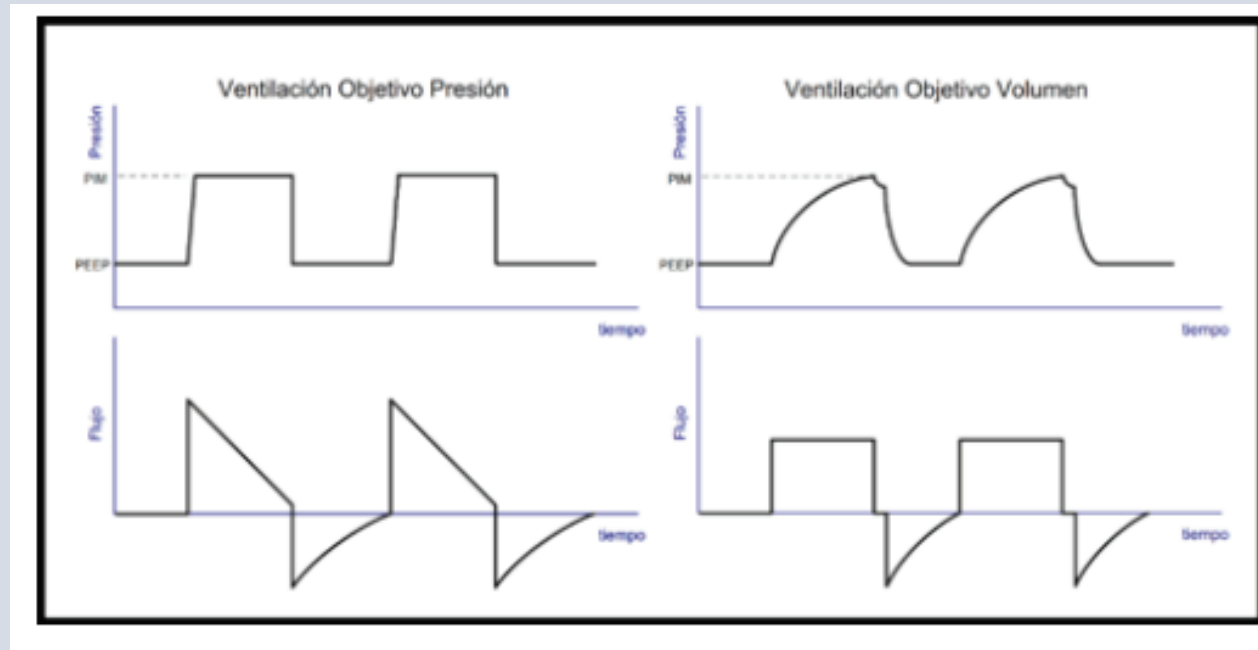
Respiraciones mandatorias y sincronizadas

Ventilación con presión de soporte

Destete de pacientes desde VOV

- A medida que mejora la distensibilidad pulmonar la presión inspiratoria disminuye automáticamente para mantener la entrega del volumen tidal prefijado.
- Se puede realizar ajustes en el volumen tidal prefijado (dentro de los límites de V_t deseados para que no sea la modificación de la FR la única variable de ajuste del VMR).

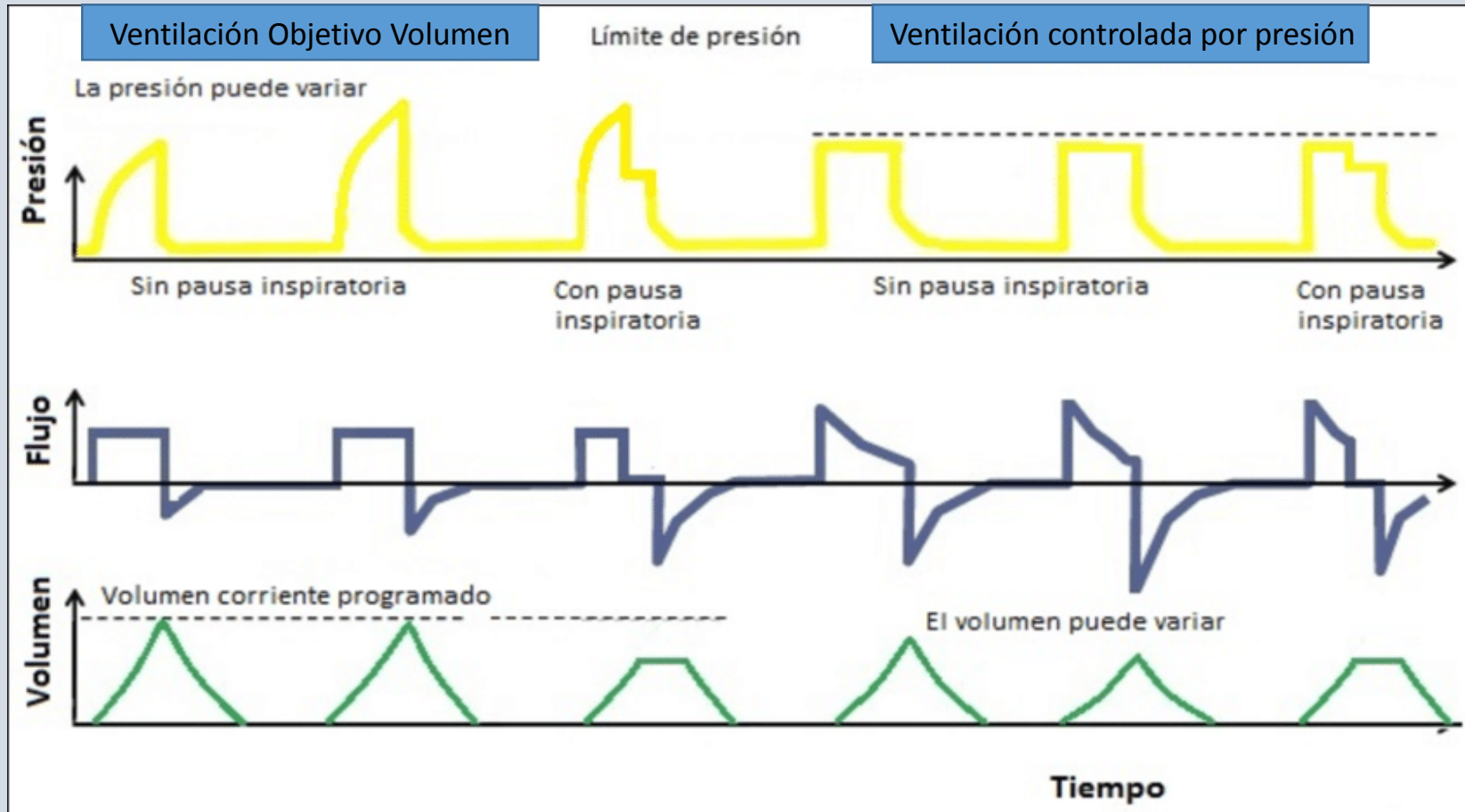
Ventajas sobre ventilación limitada por presión



- La variabilidad del V_t resultante de los cambios en la compliance y en la resistencia pulmonar lleva a la utilización de V_t más altos que los necesarios
- Estos cambios pueden ocurrir muy rápidamente, especialmente en el período postnatal inmediato como resultado de la eliminación del líquido pulmonar, optimización del volumen pulmonar y la administración de surfactante exógeno.
- En la VOV la PIM varía dentro del rango necesario para mantener el V_t deseado

- Las consecuencias de la rápida mejoría en la compliance con presiones inspiratorias sostenidas produce hiperventilación inadvertida.
- La hipocapnia continúa siendo un problema en las modalidades cicladas por presión a pesar de las crecientes advertencias acerca del riesgo que involucra.
- El exceso de volumen, más que la presión, es el principal determinante de la injuria pulmonar inducida por el respirador
- Al disminuir la PIM de acuerdo al VT se previene la sobredistensión que puede llevar al baro-volutrauma.

Curvas en VOV y controladas por presión



Problemas de la VOV

- Saber, saber como hacer, hacer
- El uso de ventilación por volumen es infrecuente pero cada vez más frecuente en Neonatología
- El circuito del respirador debe tener una rigidez razonable (distensibilidad) para no causar una pérdida excesiva de volumen comprensible en el circuito, sí la distensibilidad pulmonar es baja.
- Pérdidas peri TET
- Calibre y longitud del TET: los tubos endotraqueales pequeños (2,5 mm.) pueden tener dificultades para desencadenar un ciclo respiratorio (especialmente si el dispositivo es gatillado por presión).

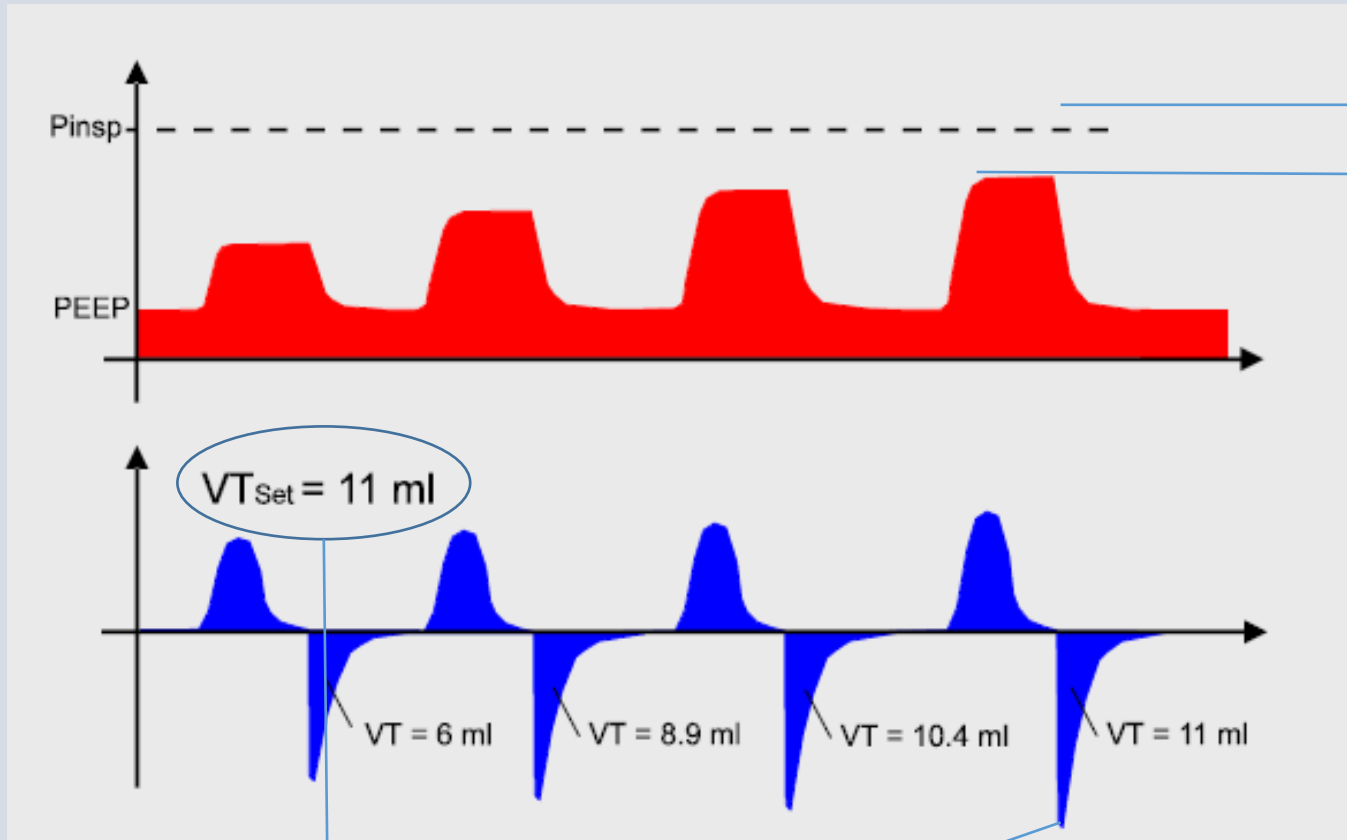
Ventilación con volumen definido versus ventilación con presión limitada en el neonato.

McCallion N, Davis PG, Morley CJ

- De *La Biblioteca Cochrane Plus*, número 4, 2007. Oxford, Update Software Ltd
- 178 neonatos prematuros. Todos fueron reclutados durante las primeras 72 horas de vida
- **Conclusiones de los revisores:** Aunque las tasas de muerte y de DBP no fueron significativamente diferentes entre las dos estrategias de ventilación, en algunos resultados clínicamente importantes se mostraron efectos estadísticamente significativos a favor de ventilación con objetivo de volumen. Sin embargo, el número de ensayos y de neonatos asignados al azar es pequeño y se requieren estudios adicionales para confirmar la función de la VOV en la asistencia respiratoria neonatal

VOLUMEN GARANTIZADO (VG)

- El VG es una forma de ventilación limitada por presión, controlada por volumen y ciclada por tiempo o flujo.
- El operador selecciona un volumen tidal y establece una presión límite por sobre la presión inspiratoria
- El respirador controla la presión inspiratoria necesaria.
- Un microprocesador compara el V_t exhalado en la última espiración con el V_t seleccionado y ajusta la presión inspiratoria en más o en menos para alcanzar el V_t seleccionado.



Vt seleccionado

Presión límite

Presión aplicada por el respirador para asegurar el Vt

- El dispositivo ajusta automáticamente la presión inspiratoria, basado en el volumen tidal exhalado de la respiración previa, para entregar el volumen tidal establecido por el operador
- El Vt exhalado es usado para la autoregulación de la presión inspiratoria porque se aproxima más al Vt real.
- El incremento de la presión se limita a un máximo de 3 cm de agua para evitar sobrecorrección

McCallion N, Davis PG, Morley CJ: *La Biblioteca Cochrane Plus, número 4, 2007.*
Oxford, Update Software Ltd

El término “garantizado” es algo engañoso, porque el V_t fluctúa alrededor del valor preestablecido, en niños con respiración espontánea con un patrón respiratorio variable.

Podría describirse como ventilación de flujo continuo con presión limitada con volumen tidal objetivo.