



Por la salud plena de niños,
niñas y adolescentes

4° CONGRESO ARGENTINO DE NEONATOLOGÍA
22, 23 y 24 de mayo de 2019

**Sociedad Argentina
de Pediatría**



Por un niño sano
en un mundo mejor

Mesa: Optimizando la Ventilación
Sincronizada

MODOS VENTILATORIOS Y MONITOREO DE FUNCIÓN PULMONAR

LUIS AHUMADA
HOSPITAL MISERICORDIA/SANATORIO ALLENDE
CÓRDOBA



Entender lo que hacemos....

- ▶ Entender : “Tener amplio conocimiento y experiencia en algo”: Real Academia Española.
- ▶ “Dejamos de temer aquello que se ha aprendido a entender”. Marie Curie.
- ▶ “Tiene mucho que rumiar el que me quiera entender”. Martín Fierro.



Presiones Transmurales

- ▶ Las Presiones necesarias para distender el pulmón y la caja torácica también dependen de las Presiones existentes del otro lado de las mismas. La interacción entre ambas se conocen como P Transmurales.

- ▶ P Transpulmonar

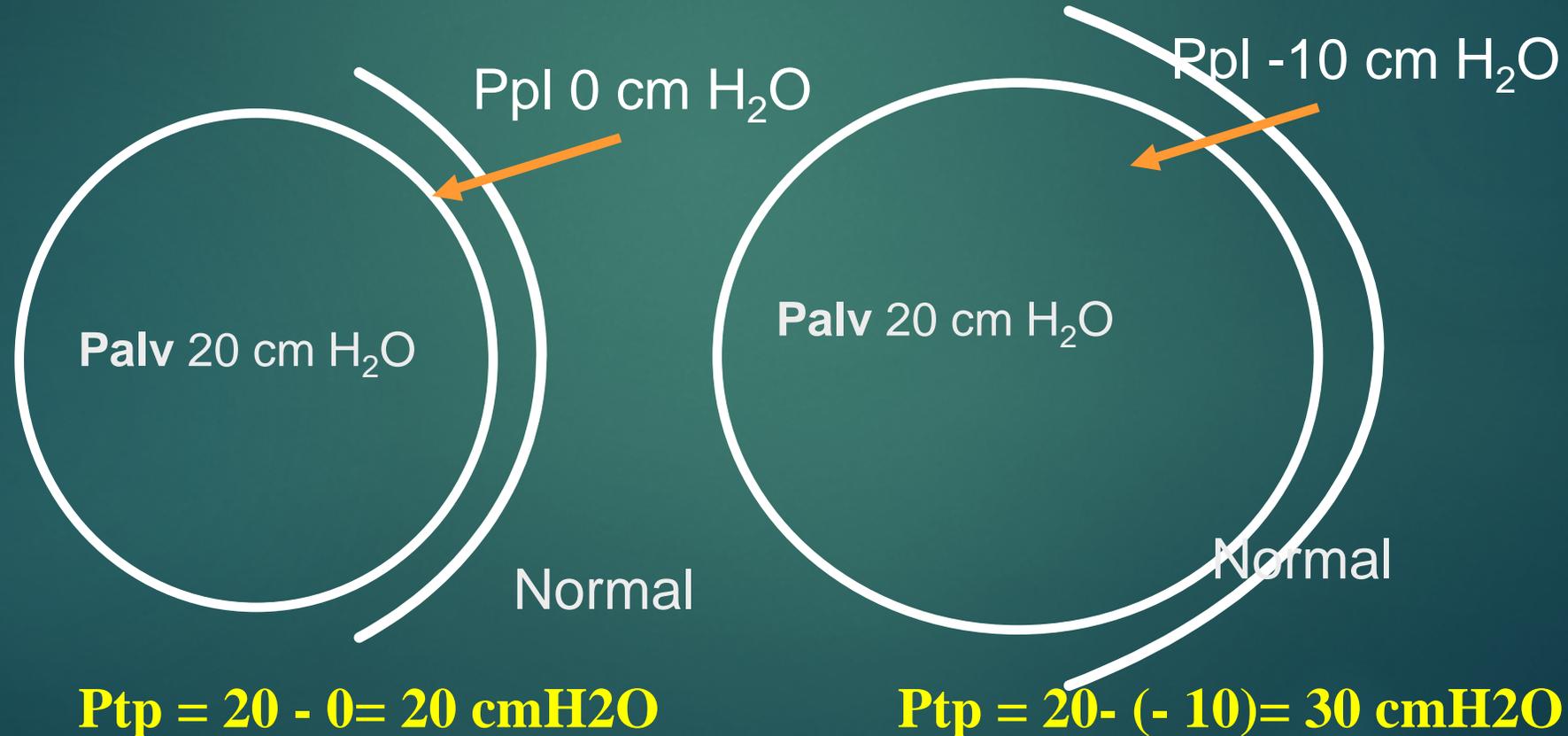
$$P_{TP} = P_{ALV} - P_{PL}$$

- ▶ P Transtorácica

$$P_{TT} = P_{ALV} - P_{bs}$$

Presión Transpulmonar = Distensión Alveolar

$$P_{tp} = P_{alv} - P_{pl}$$



Que es un modo ventilatorio ?

Es la forma en que el respirador es configurado para interactuar con el paciente.
El desarrollo de distintos modos ventilatorios tiene por objetivo mejorar la interacción entre el respirador y el paciente.



El Modo Ventilatorio Ideal

- QUE SINCRONICE CON EL ESFUERZO RESPIRATORIO ESPONTÁNEO.
- QUE MANTENGA UN VT ADECUADO Y CONSISTENTE.
- QUE RESPONDA A LOS CAMBIOS RÁPIDOS DE LA MECÁNICA PULMONAR O DEMANDAS DEL PACIENTE.
- QUE PROVEA VENTILACIÓN CON EL MENOR TRABAJO RESPIRATORIO y CON EL MAYOR COMFORT DEL PACIENTE.

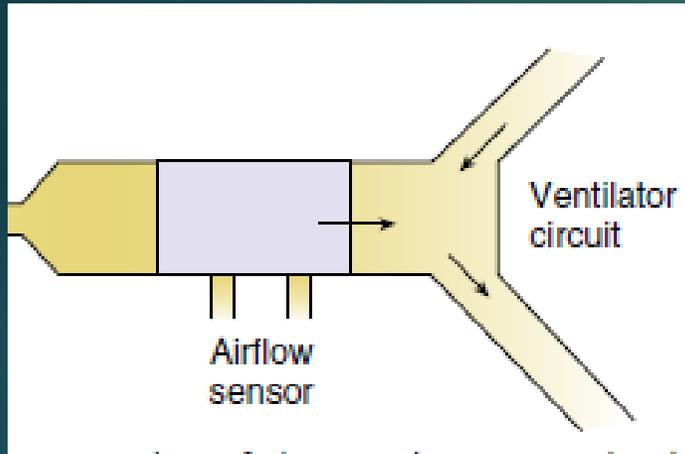
Métodos para sensar el Disparo

Tabla 1: ventajas y desventajas de los distintos métodos de disparo

Método	Ventajas	Desventajas
Flujo	Rápida respuesta, alta sensibilidad, no invasivo	Afectado por fuga, adiciona EM y peso al TET
Presión	No adiciona EM o peso, no invasivo	Retraso en el disparo más prolongado. < sensibilidad
EMG diafragmático (NAVA)	Más rápida respuesta, no se afecta por fugas, alta sensibilidad	Dificultad para posicionar los electrodos, costoso, invasivo.

Sensores De Flujo

Resistivo: Distal o Proximal



Alambre Caliente



ATENCIÓN
El neumotacógrafo incorporado a la válvula espiratoria tiene en su interior una delicada membrana transparente.
La membrana no debe ser doblada ni dañada para que la medición del flujo y del volumen sea correcta.

Vista frontal de la Válvula Espiratoria

Vista de un corte frontal de la Válvula Espiratoria

Hacia P2

Hacia P1

Diafragma

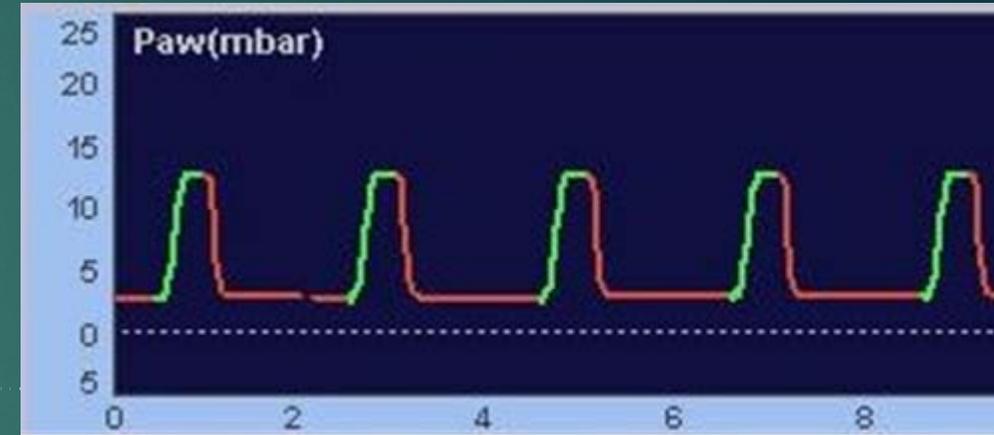
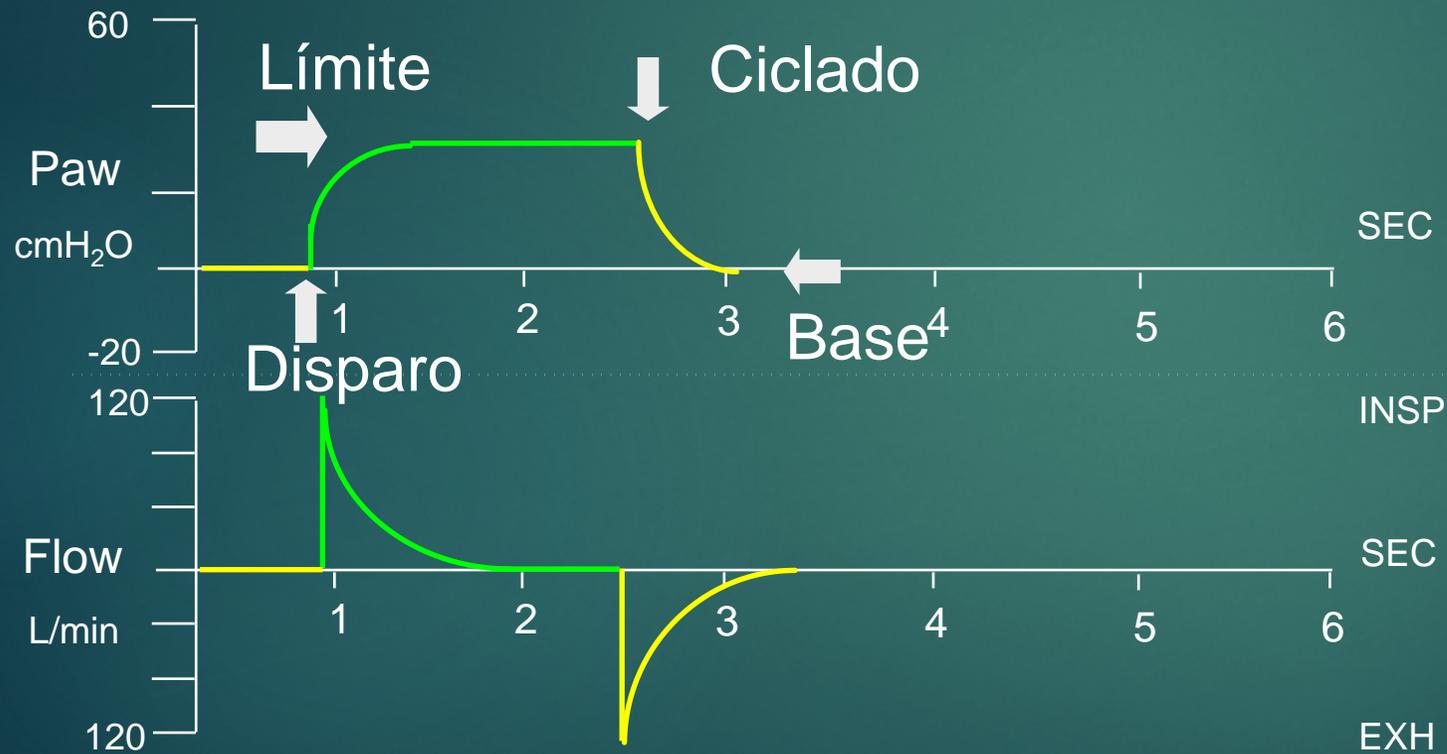
Membrana Interna del neumotacografo

Technical diagrams of an expiratory valve. The left diagram shows a front view with two ports labeled "Hacia P2" and "Hacia P1". The right diagram is a cross-section showing a "Diafragma" (diaphragm) and a "Membrana Interna del neumotacografo" (internal membrane of the pneumotachograph).



VARIABLES DE FASE

Ejemplo: Ventilación en modo PCV



Tipos de respiración

- Respiración Mandatoria

La inicia el respirador o el paciente y la finaliza la maquina.

Controlada: por tiempo.

Asistida: por Esfuerzo resp.

- Respiración espontánea

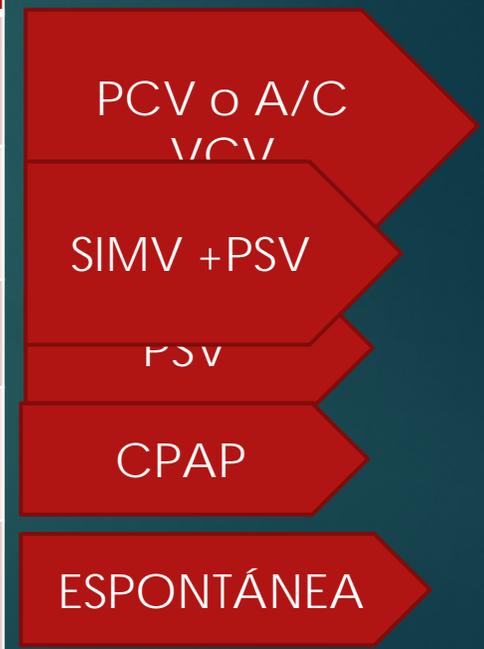
La inicia y finaliza el paciente

Soportada.

CPAP/ Normal.

Tipos de Respiración

RESPIRACION		DISPARO	LÍMITE	CICLADO	BASE
MANDATORIA	CONTROLADA	RESPIRADOR	RESPIRADOR	RESPIRADOR	RESPIRADOR
	ASISTIDA	PACIENTE	RESPIRADOR	RESPIRADOR	RESPIRADOR
ESPONTÁNEA	SOPORTADA	PACIENTE	RESPIRADOR	PACIENTE	RESPIRADOR
	CPAP o PDC	PACIENTE	PACIENTE	PACIENTE	RESPIRADOR
	Espontanea	PACIENTE	PACIENTE	PACIENTE	PACIENTE



Modos ventilatorios

Según variables de control

- Modos con control de **Volumen**
- Modos con control de **Presión**
- Modos **con control de Presión con Objetivos de Volumen**

Modos utilizados en Neonatología

- ▶ Límite de Presión:
 - ▶ TCPL : Ciclados por Tiempo, Limitados por Presión
 - ▶ IMV: Ventilación Mandatoria Intermitente.
 - ▶ SIMV, A/C.
 - ▶ **PCV: Ventilación Controlada por Presión**
 - ▶ SIMV Ventilación Mandatoria Intermitente Sincronizada.
 - ▶ PCV o A/C: Ventilación Asistidas y Controladas.
 - ▶ PSV: Ventilación con Soporte de Presión

Modos utilizados en Neonatología

- ▶ Volumen Objetivo:
 - ▶ VCV: Ventilación Controlada por Volumen
 - ▶ IMV
 - ▶ SIMV
 - ▶ SIMV + PS
 - ▶ A/C
 - ▶ Modos controlados por Presión con Objetivos de Volumen (más utilizados)
 - ▶ PRVC: Regulada por Presión con Control de Volumen
 - ▶ **VG: Volumen Garantizado.**
 - ▶ VAPS: Volumen Asegurado.
 - ▶ VO: Volumen Objetivo

Modos Controlados por Presión

La **presión** es la variable que el respirador controla y mantiene constante.

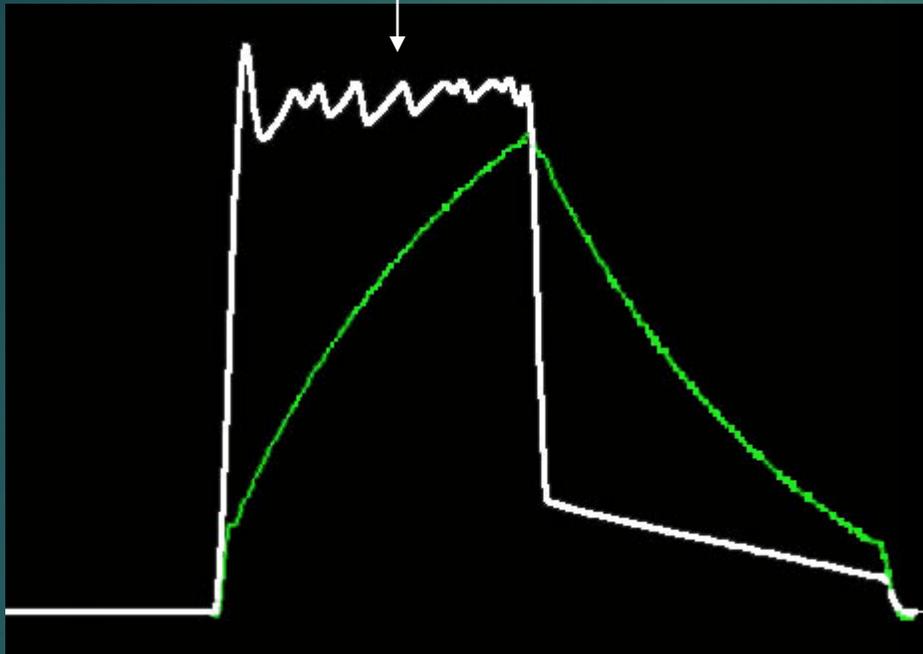
El respirador busca alcanzar y mantener una presión inspiratoria prefijada

Volumen y flujo dependerán de:

Magnitud de la presión
Impedancia respiratoria
Impedancia circuito
Esfuerzo inspiratorio

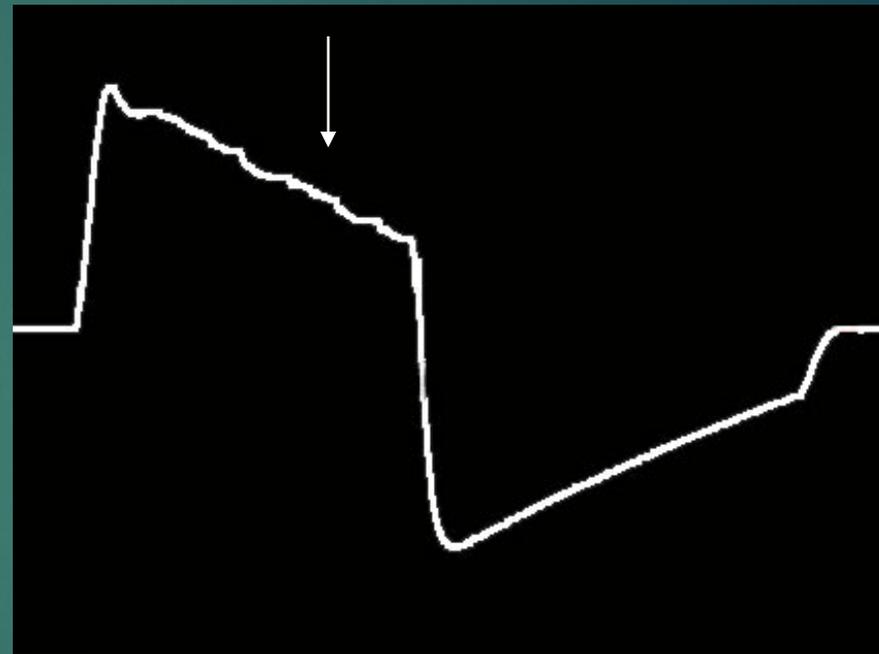
Modos Controlados por Presión

Presion Constante



Curva Presión Tiempo

Flujo variable



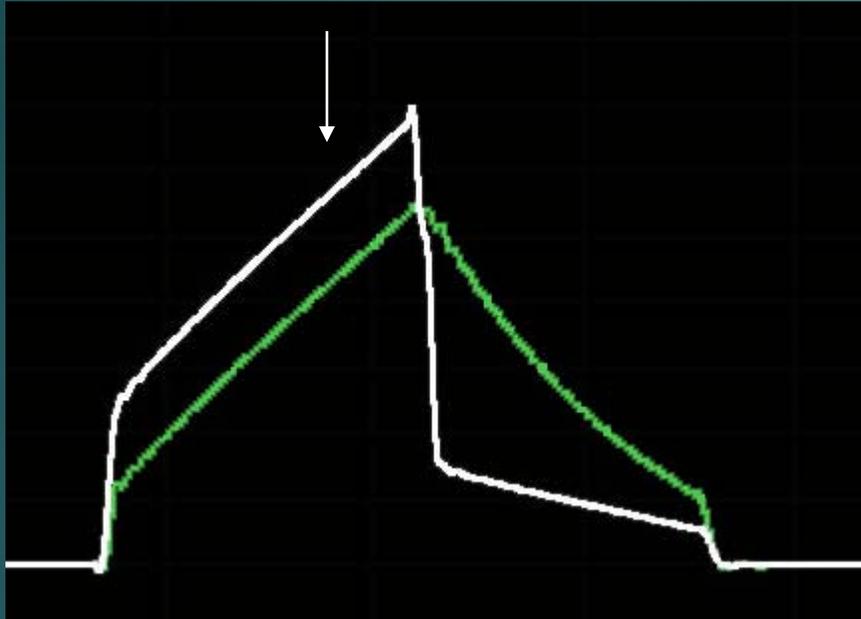
Curva Flujo Tiempo

Beneficios de la PCV

- ▶ Capacidad de Flujo variable de acuerdo a la demanda del paciente.
- ▶ Disminuye la Carga Muscular Inspiratoria del Paciente.
- ▶ Llenado alveolar más rápido.
- ▶ Mejora la distribución del gas, V/Q , Oxigenación.

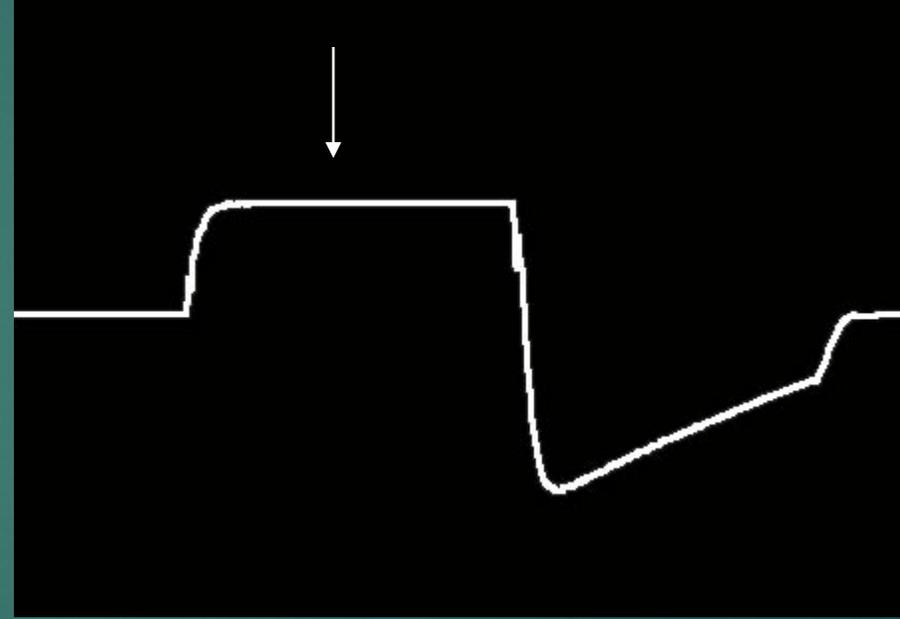
Modos Controlados por Volumen

Presion Variable



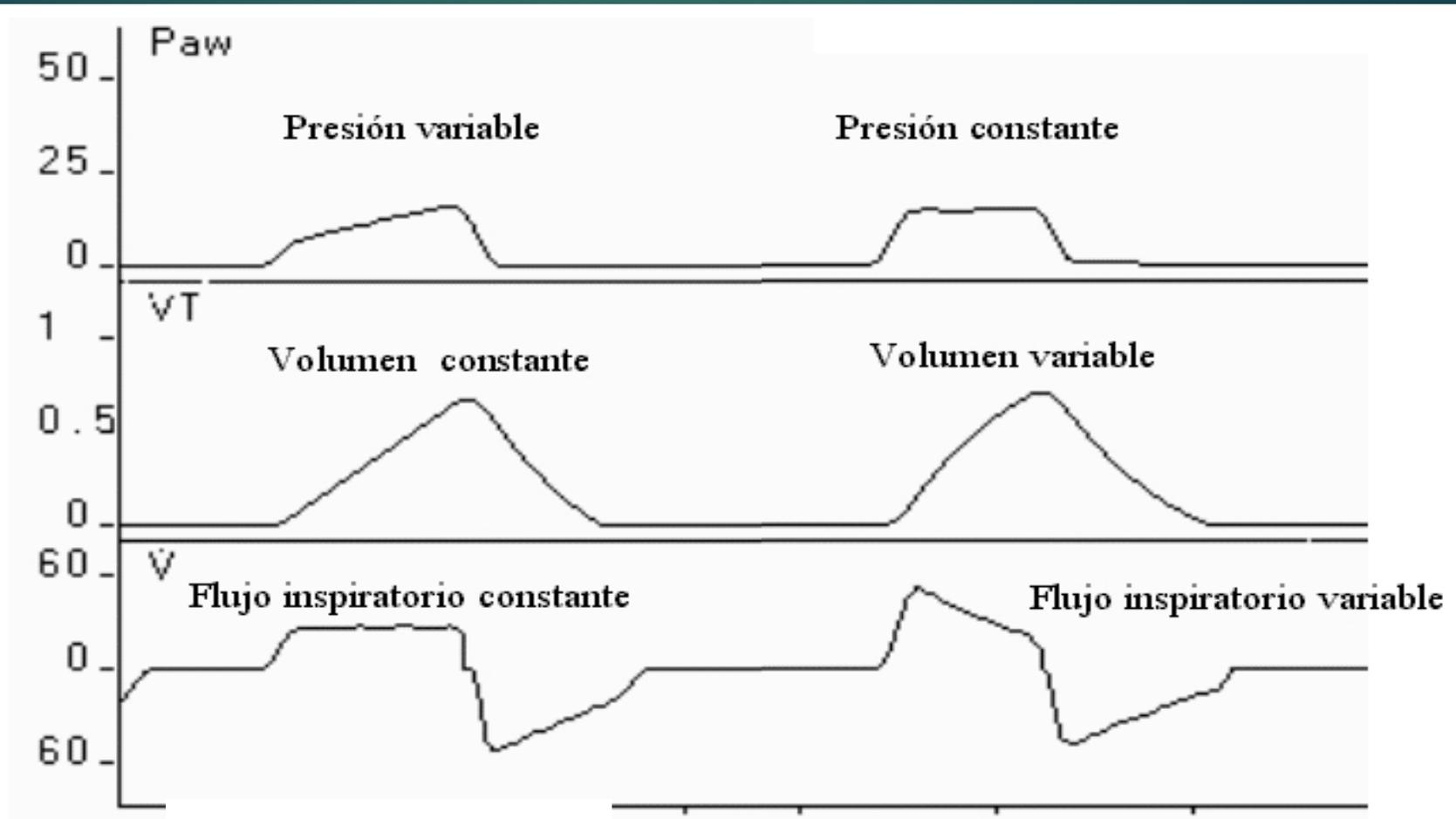
Curva Presión Tiempo

Flujo Constante



Curva Flujo Tiempo

Diferencias en las Curvas Escalares

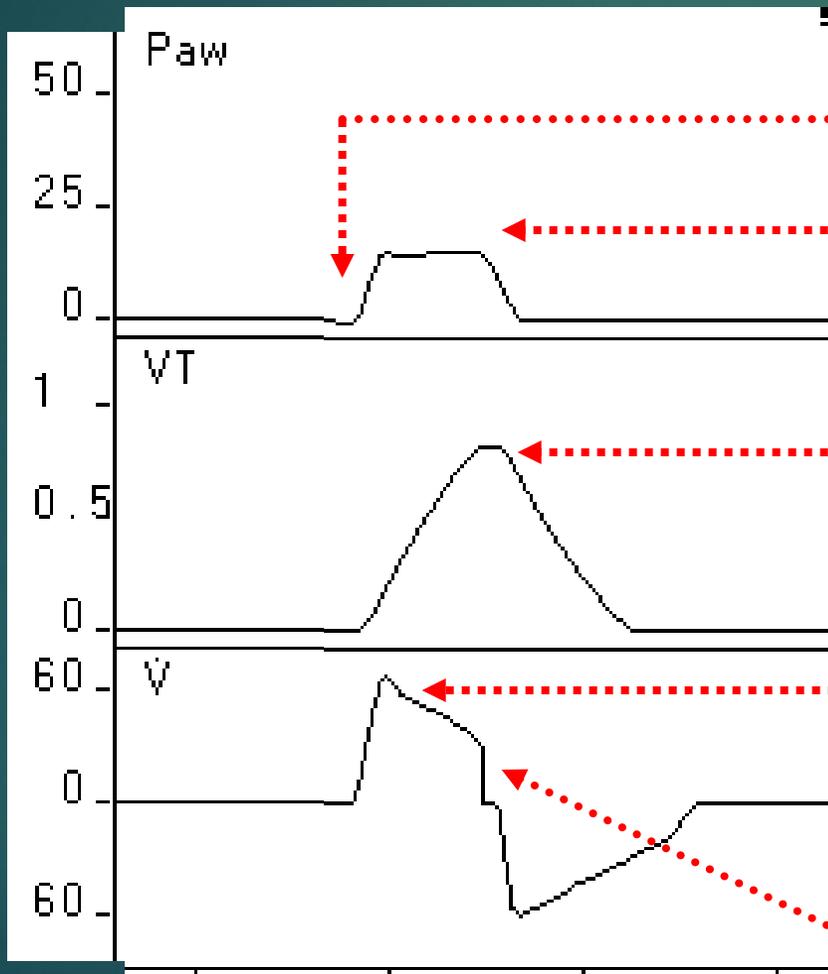


**Control de Flujo
o Volumen**

Control de Presion

PSV

Presión de soporte



Disparo: paciente únicamente

Presión controlada y prefijada

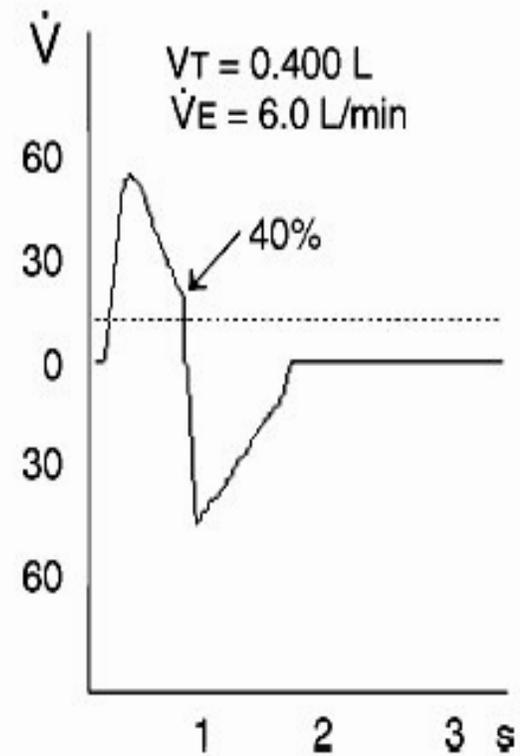
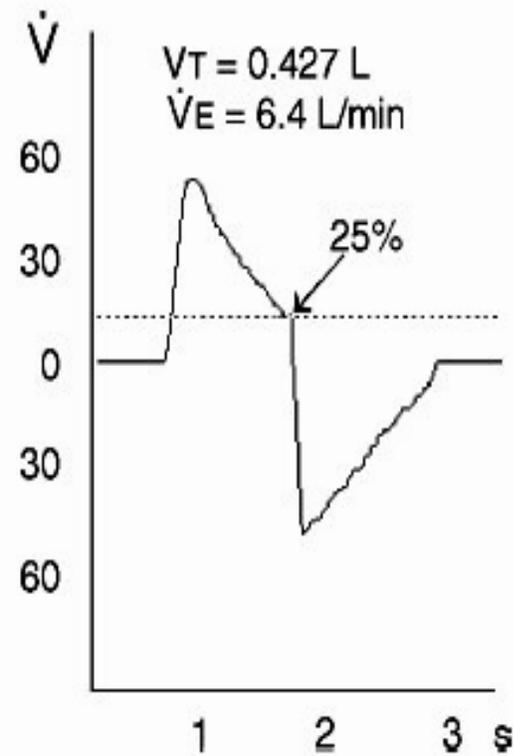
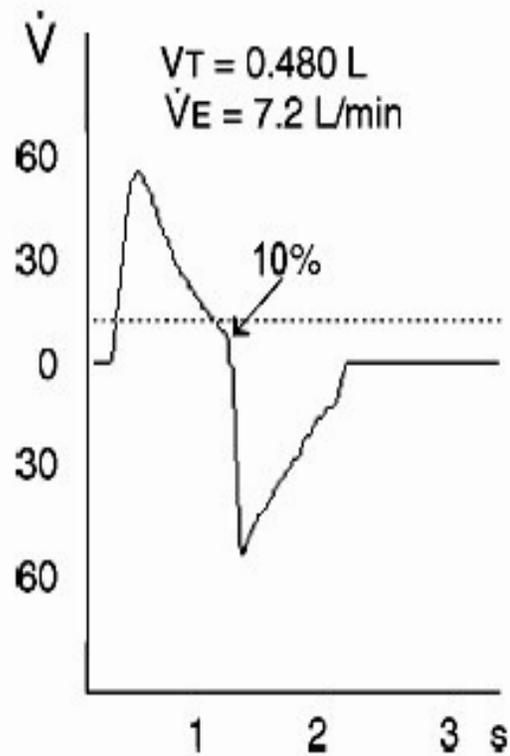
Volumen variable de acuerdo a la mecánica respiratoria, presión aplicada y T_i del paciente

Flujo inspiratorio variable y desacelerado

Ciclado por flujo (primario)

PSV Presión de soporte

Criterio de fin de inspiración variable



PSV

Presión de soporte

Ventajas

- Similares a PCV
- Reducción del trabajo respiratorio
- Se determina la P y no la FR ni TI.
- Sincronía
- Menor necesidad de sedación

Inconvenientes

- Volumen variable
- Necesidad de respaldo
- Asincronía DBP

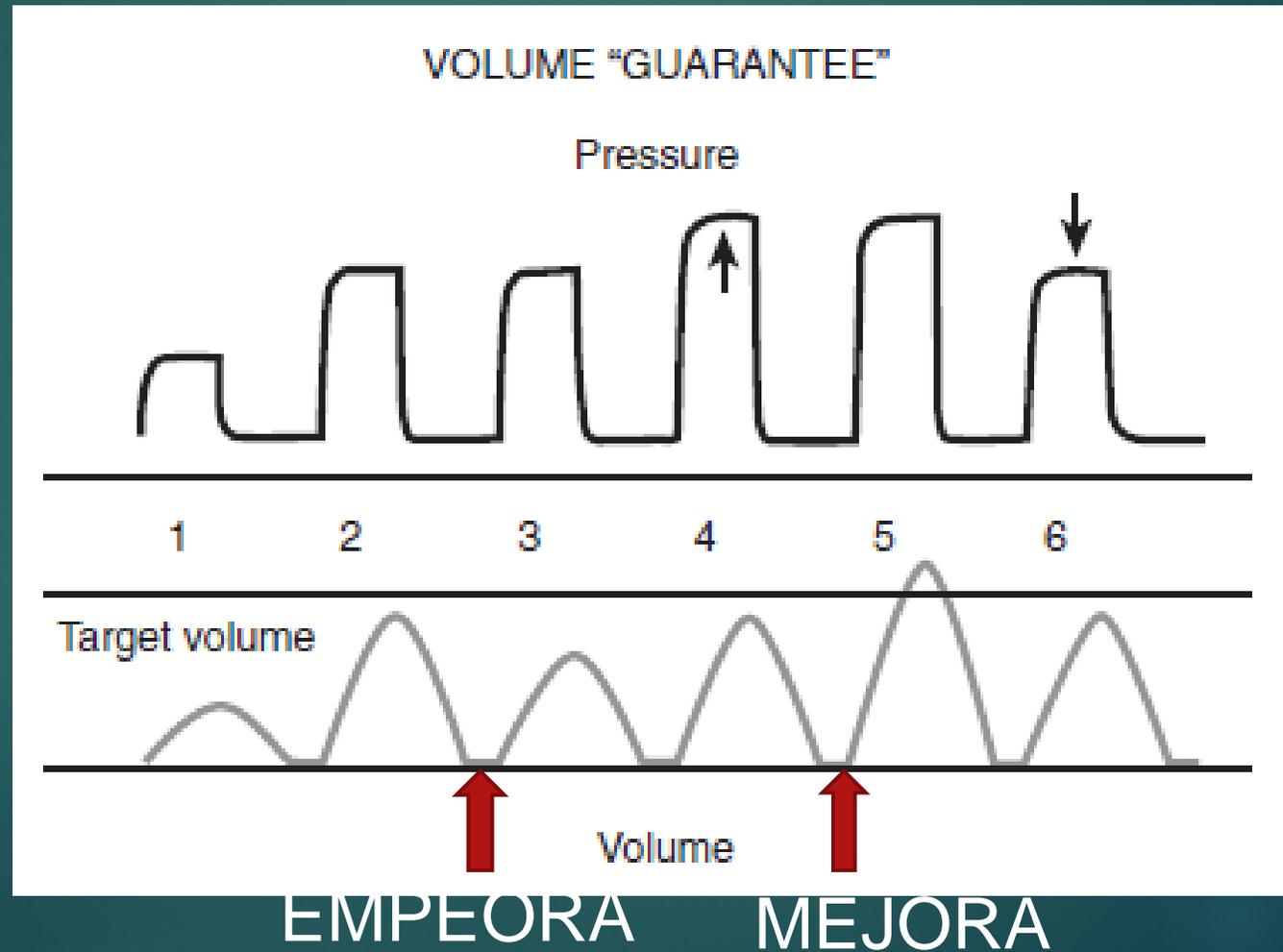
Características de los Modos: Volumen versus Presión

- ▶ PLV ha sido la forma más utilizada en neonatología.
- ▶ PIP no produce un V_t específico debido a Esfuerzo respiratorio, fuga peritET y la mecánica pulmonar variable del RN.
- ▶ Esfuerzo respiratorio del paciente sumado al PIP incrementa el V_t .
- ▶ Los actuales respiradores pueden medir, y controlar un determinado V_t .
- ▶ Teóricamente la VLV permite un control mayor del V_t y se adapta mejor al patrón respiratorio del paciente.

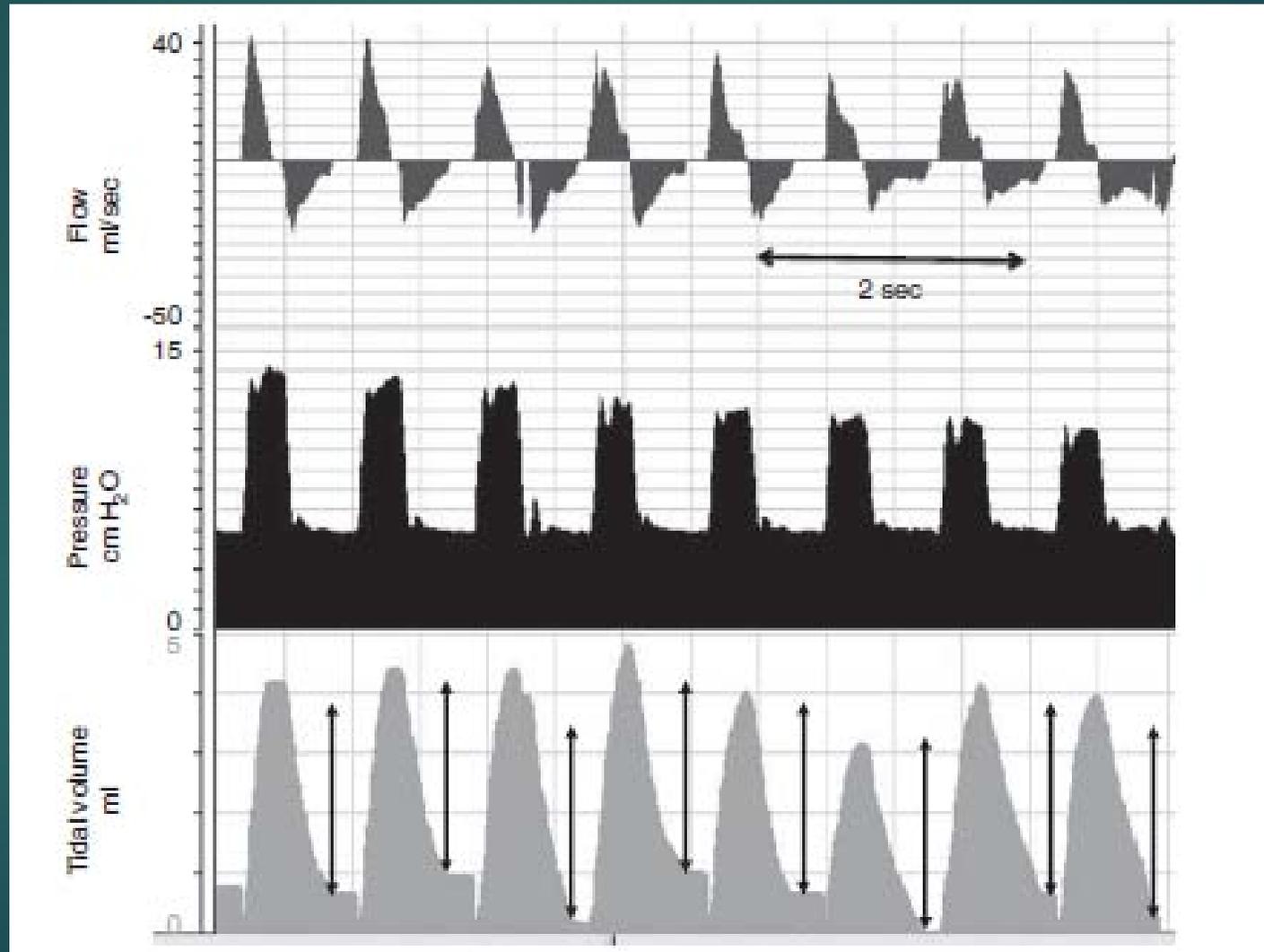
Dificultades de la VLV en Neonatología

- ▶ Fugas peritubo ET.
- ▶ Difícil medir y compensar.
- ▶ Vt espirado es mejor Vt inspirado?.
- ▶ Algunos ventiladores controlan de igual manera la ventilaciones disparadas o no disparadas por el paciente. Variabilidad amplia del Vt de una respiración a otra.

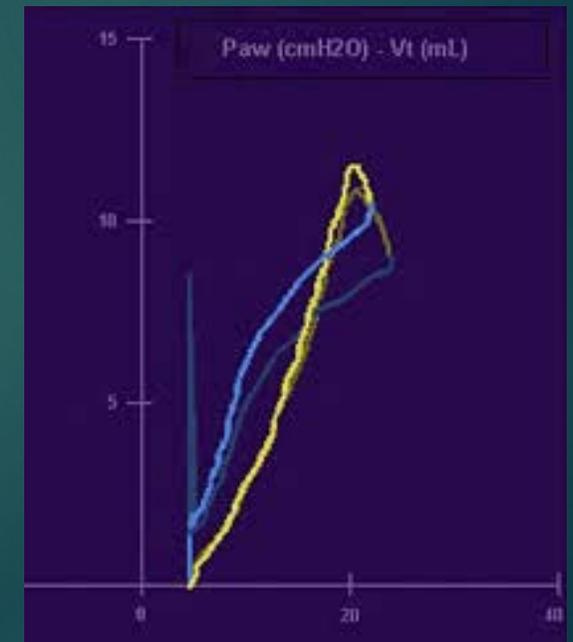
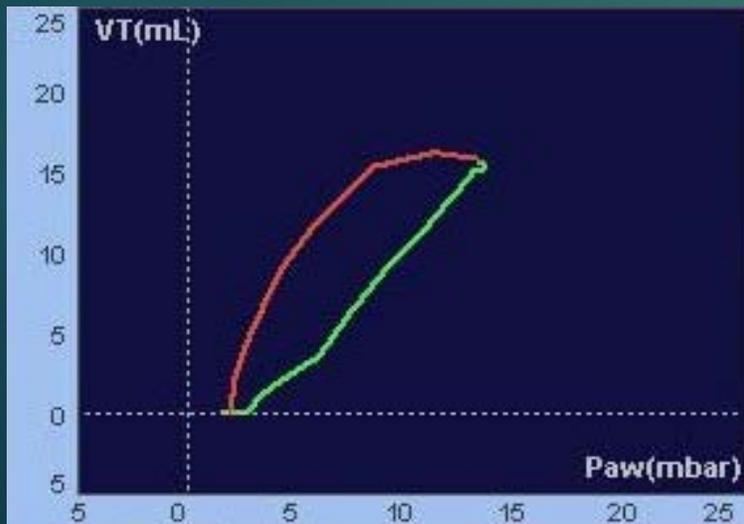
PCV con objetivo de Volumen: Volumen Garantizado



Volumen Garantizado



Aplicaciones del Monitoreo Gráfico en la evaluación de la Función Pulmonar en Neonatología



Sistema de Monitoreo Pulmonar Gráfico en Neonatología

- ▶ Está compuesto de múltiples unidades que trabajan en conjunto para crear una imagen visual o numérica en tiempo real de la Función Pulmonar y de la interacción entre el respirador y el paciente.
- ▶ Permite monitorear la mecánica pulmonar y su tendencia en el tiempo y evaluar los resultados del tratamiento.
- ▶ Curvas y bucles pueden ser almacenados y evaluados en cada respiración.
- ▶ Se puede establecer la tendencia de los distintos parámetros en el tiempo.

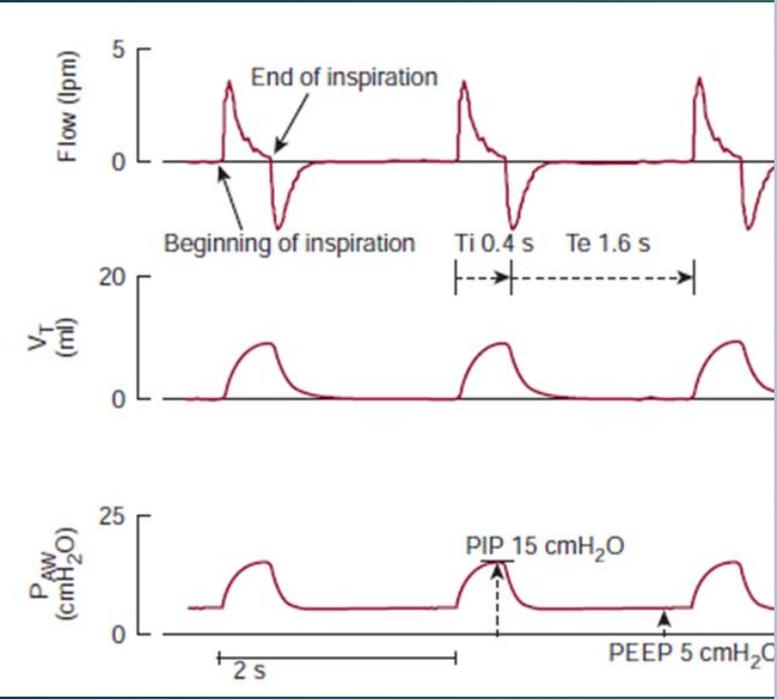
Aspectos a considerar del Monitoreo Gráfico

- ▶ Reconocimiento de Patrones. No está estandarizado la forma y escalas.
- ▶ Faltan valores de referencia.
- ▶ Variabilidad inter- intrapaciente.
- ▶ Mide la Mecánica pulmonar (cambios en Compliance y Resistencia).
- ▶ Volumen Pulmonar no es uniforme.
- ▶ V_t depende de P_{transp}  P_{vent} - $P_{paciente}$ (ésta no es medida).
- ▶ El uso de TET sin balón en NEO es una limitante ya que la fuga puede distorsionar las funciones del sistema.
- ▶ Distensibilidad de la VA del RNPT (no alcance los sáculos o alveolos).

Aplicaciones de los gráficos de Función Pulmonar

- ▶ Evaluación de Modos.
- ▶ Cambios en la mecánica respiratoria.
 - Compliance.
 - Resistencia.
- ▶ Adecuación del TI, TE, FR.
- ▶ Atrapamiento aéreo, AutoPEEP.
- ▶ Asincronías.
- ▶ Fugas en Interfase (circuito- TET- pulmón).
- ▶ Sensibilidad inapropiada.
- ▶ Flujo Inspiratorio inapropiado.
- ▶ Obstrucción respiratoria.

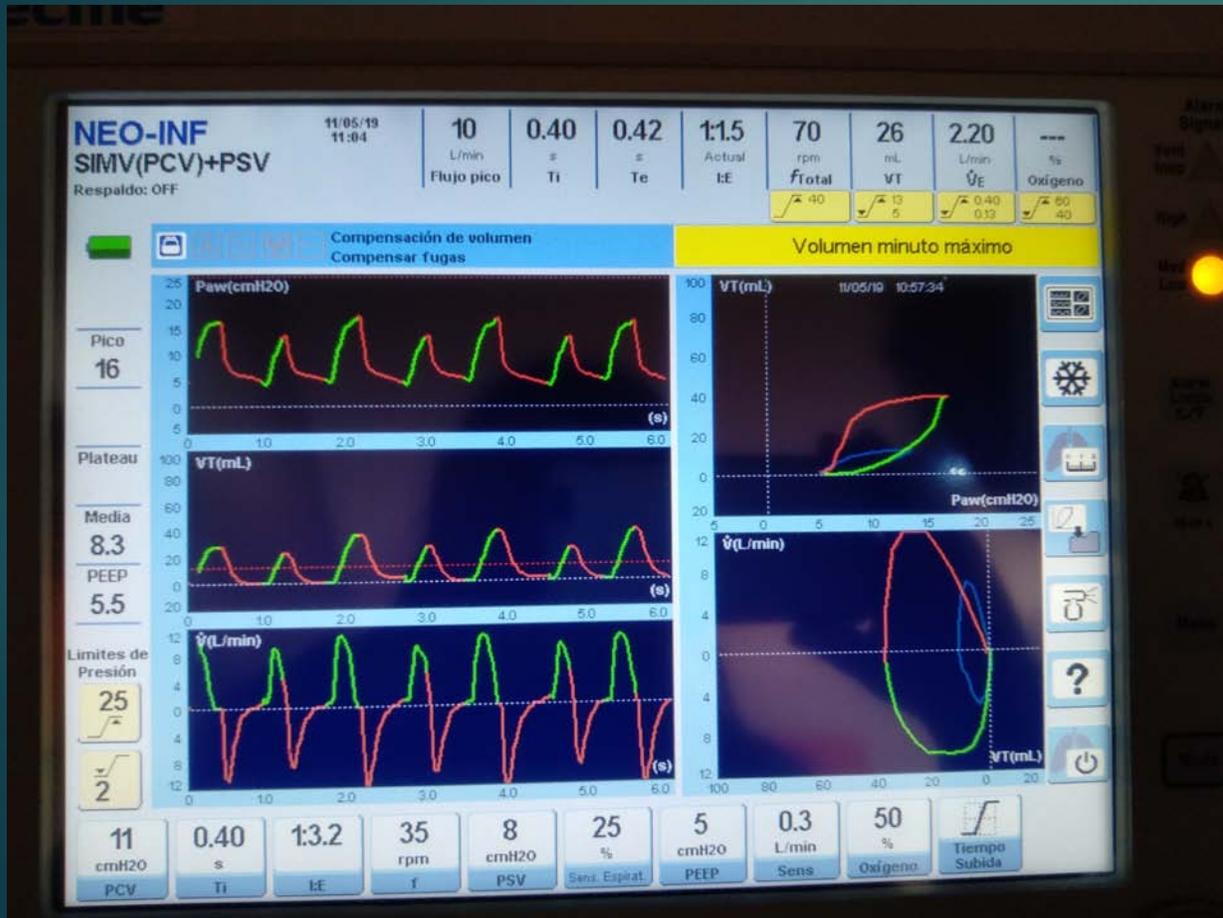
Monitoreo Gráfico: Curvas Escalares y Bucles (Loops)



Modo VCV: cambio onda de Flujo



SIMV + PSV



Evaluación de la Mecánica Respiratoria: Mejoría Compliance

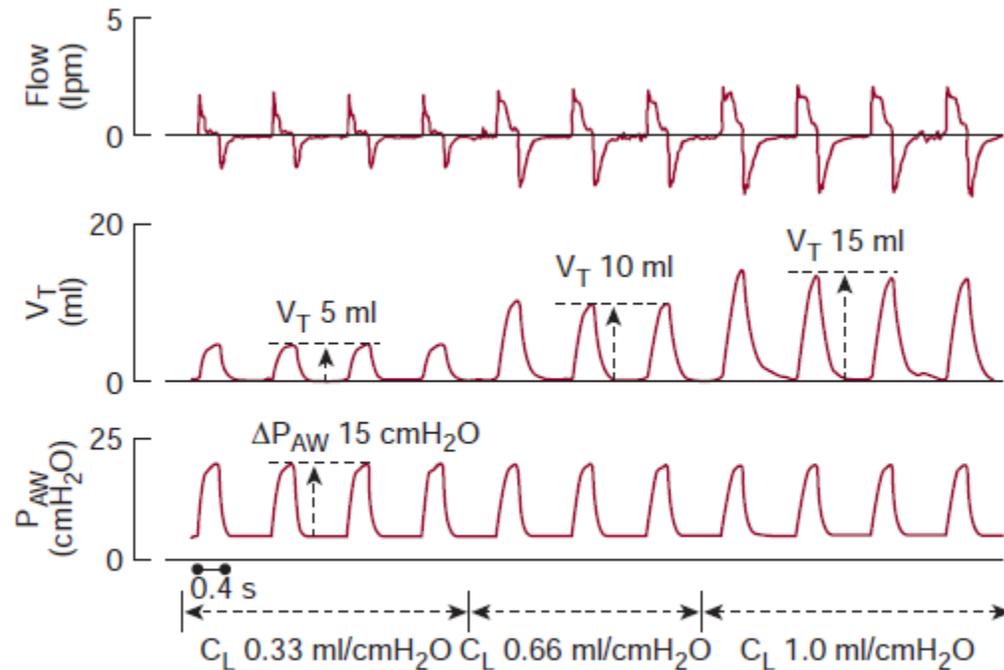
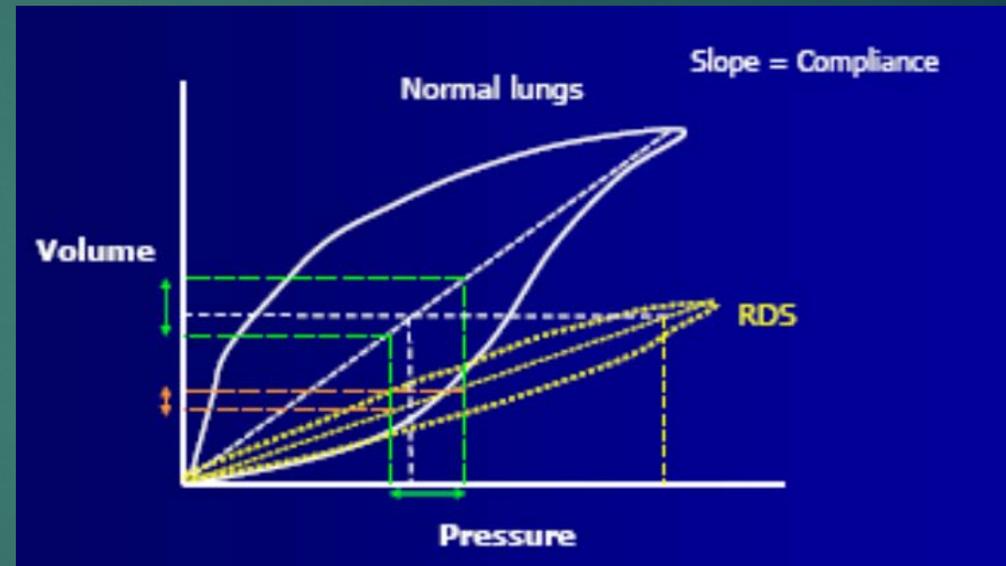
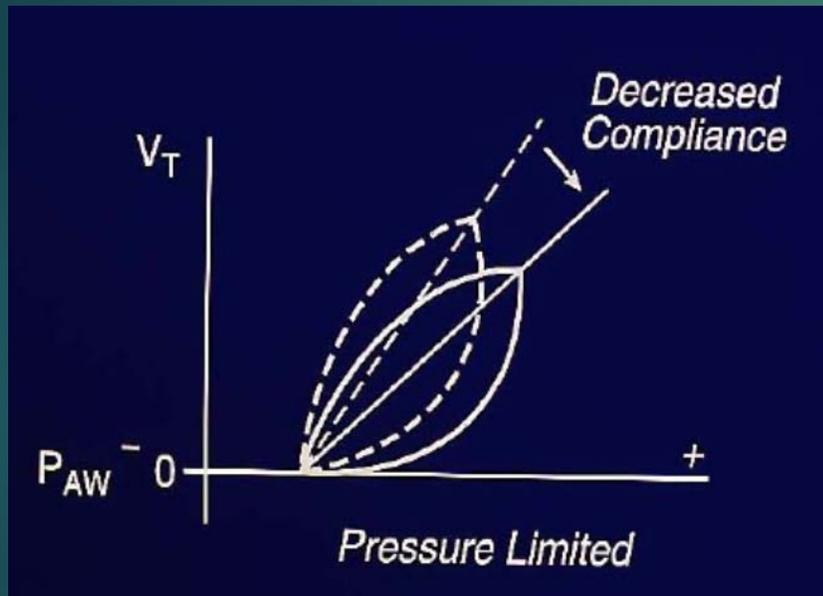


Figure 19-6 Improvement in compliance. V_T increases while pressure remains unchanged.

Cambios de Compliance



Aumento de la Resistencia en Curvas Escalares (PCV)

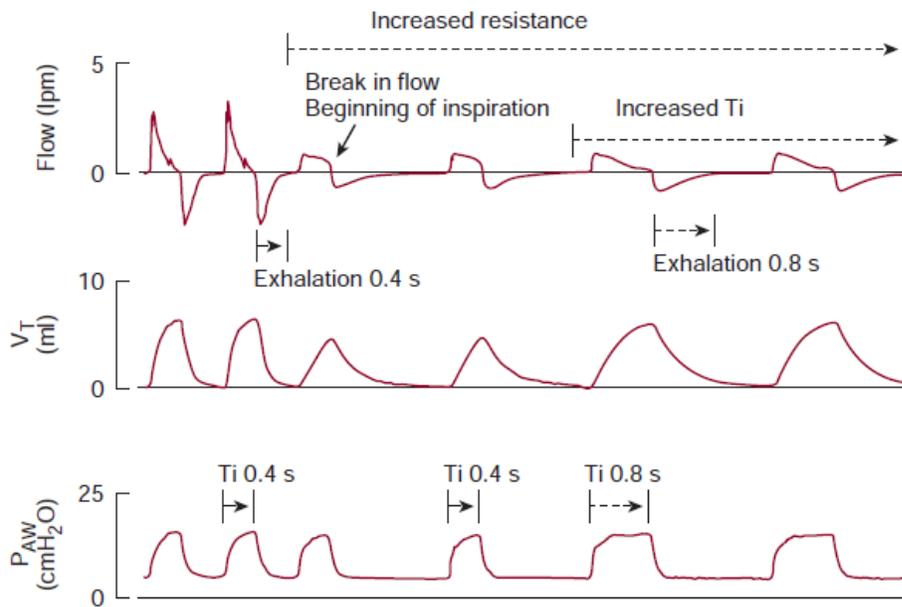
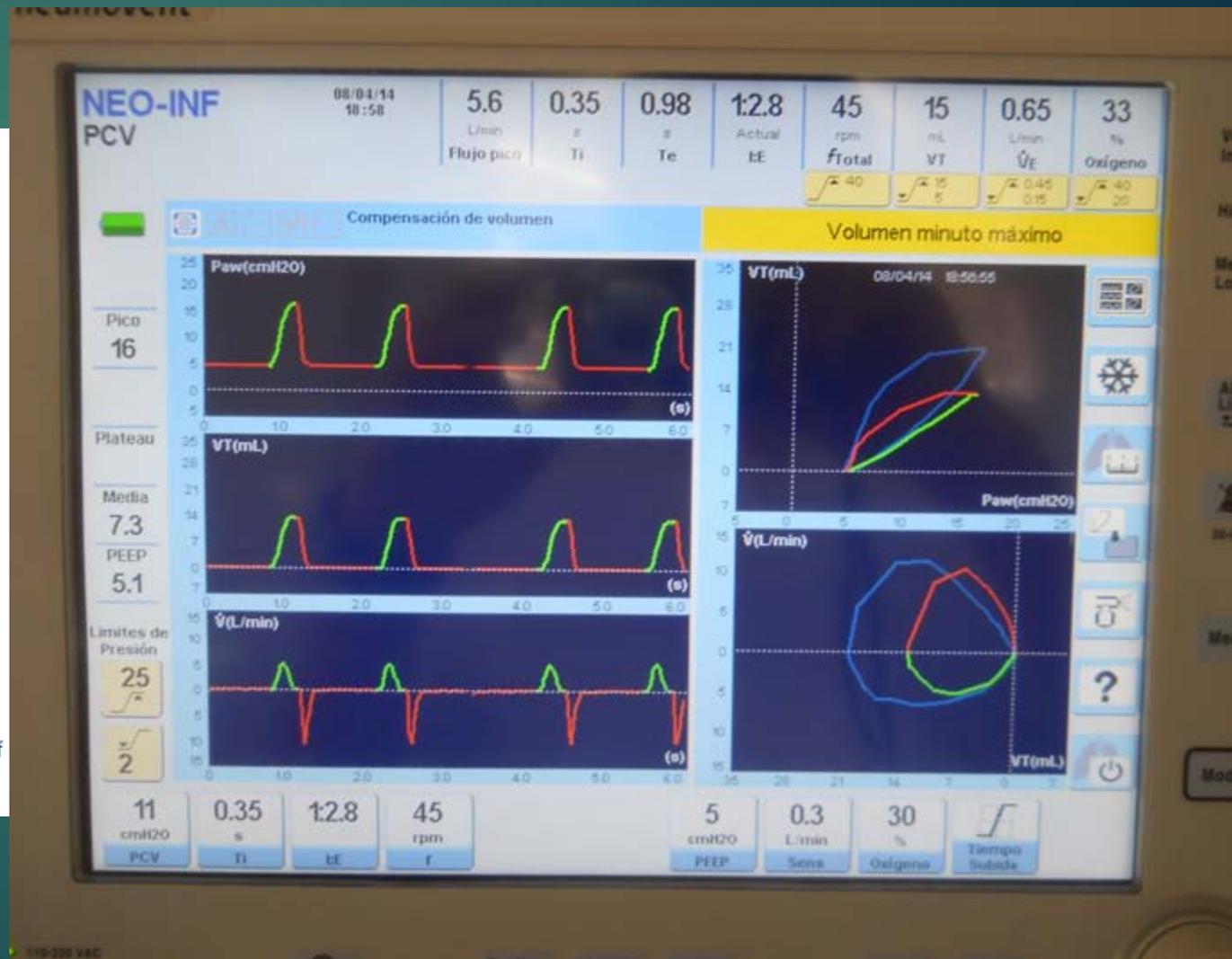
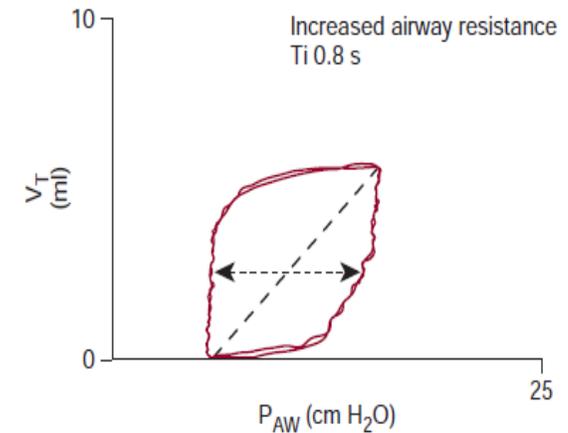
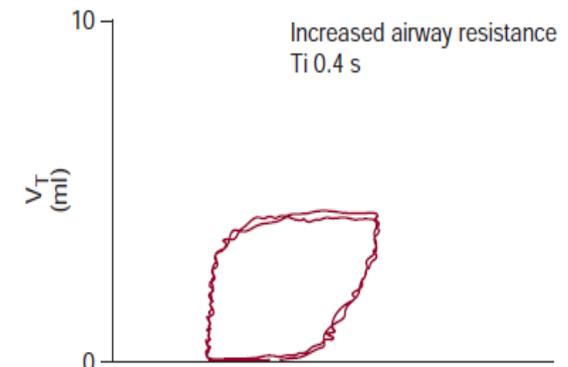
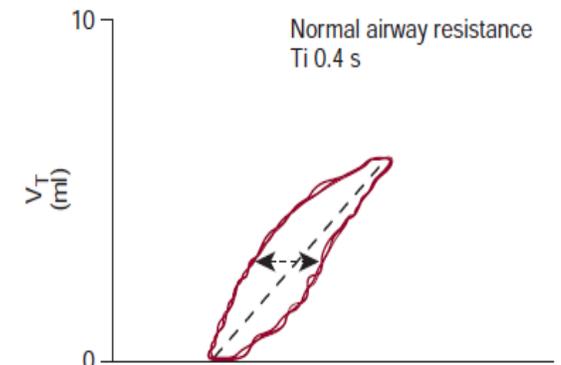


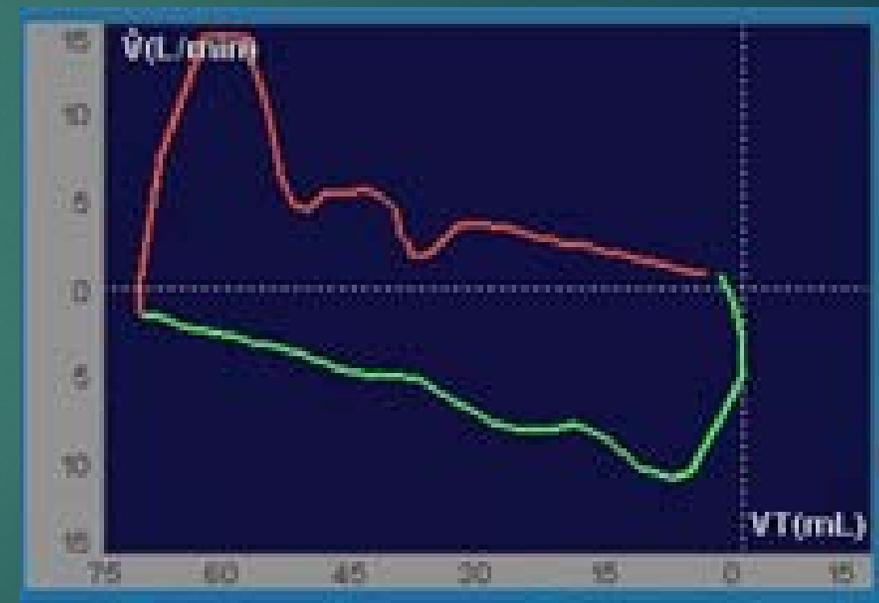
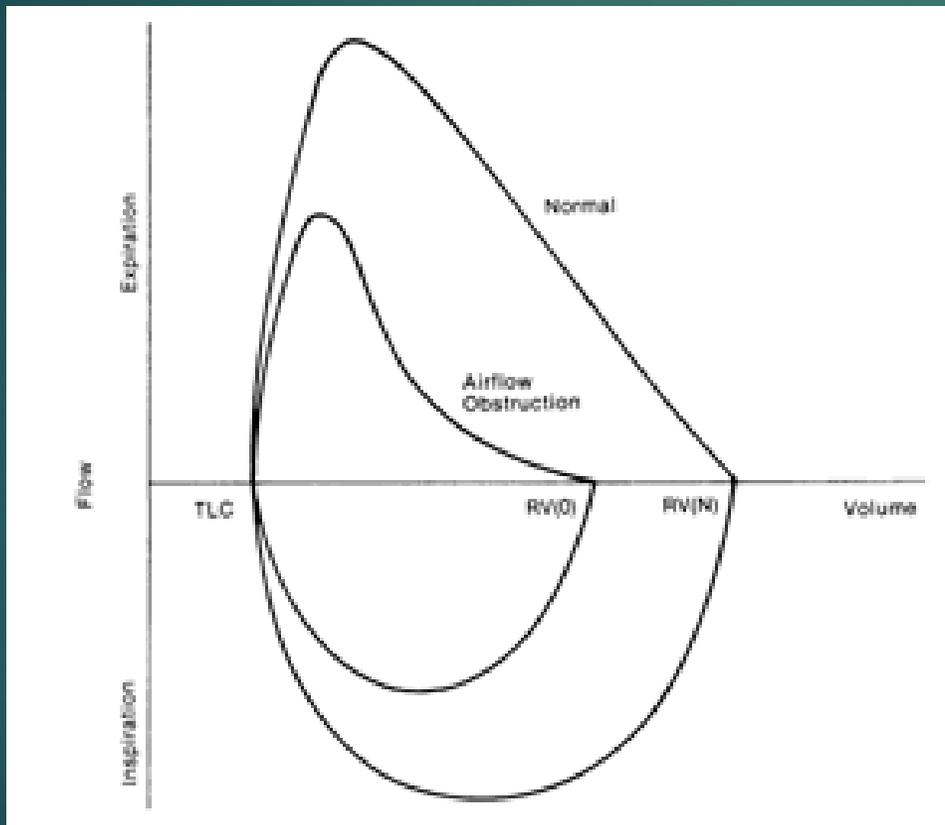
Figure 19-13 Effect of high airway resistance on flow, V_T . Necessary adjustments in duration of inspiration and expiration (T_i , T_e).



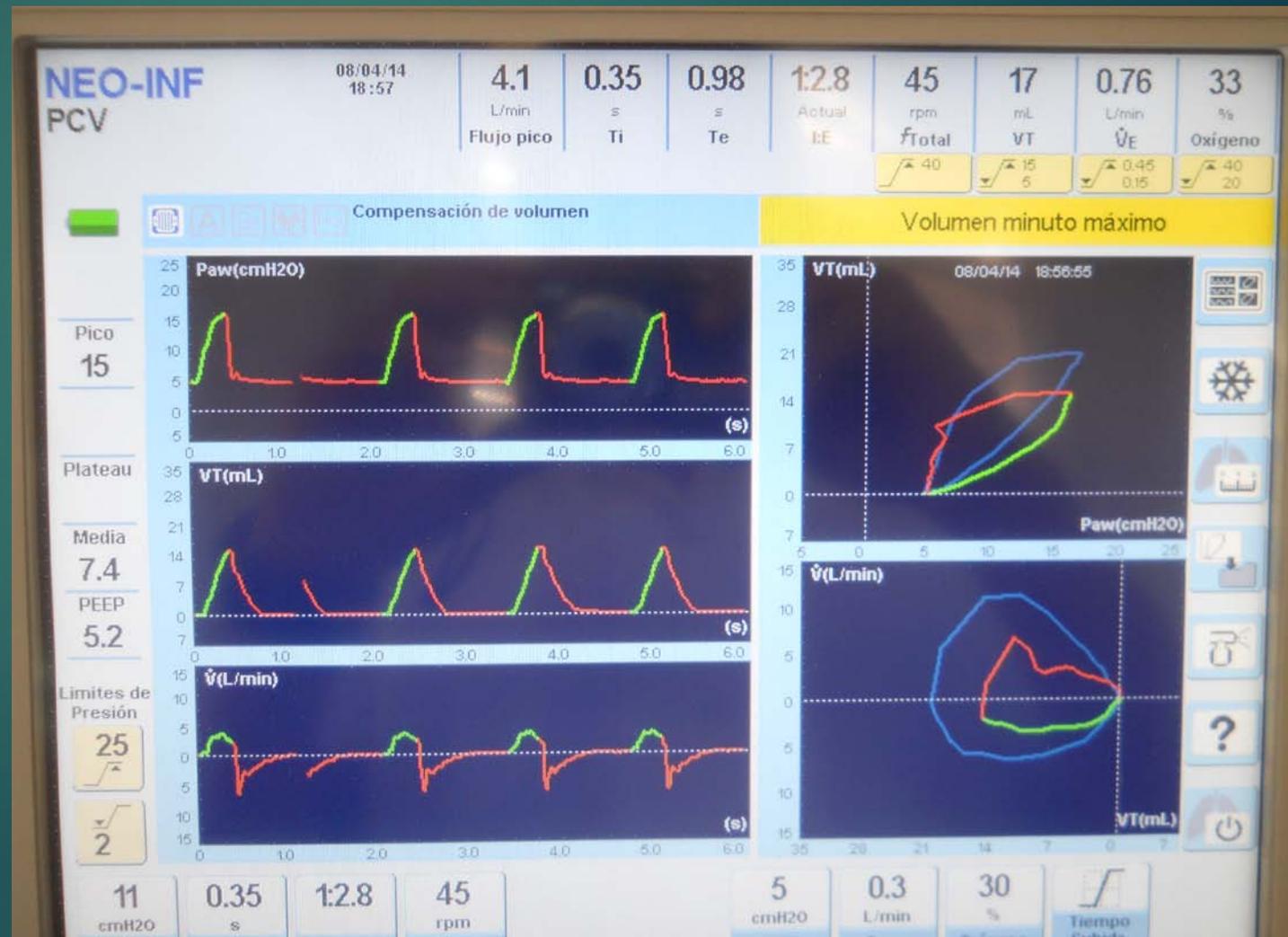
Mecánica Pulmonar: Aumento de la Resistencia en la Curva P/V



Aumento de la Resistencia



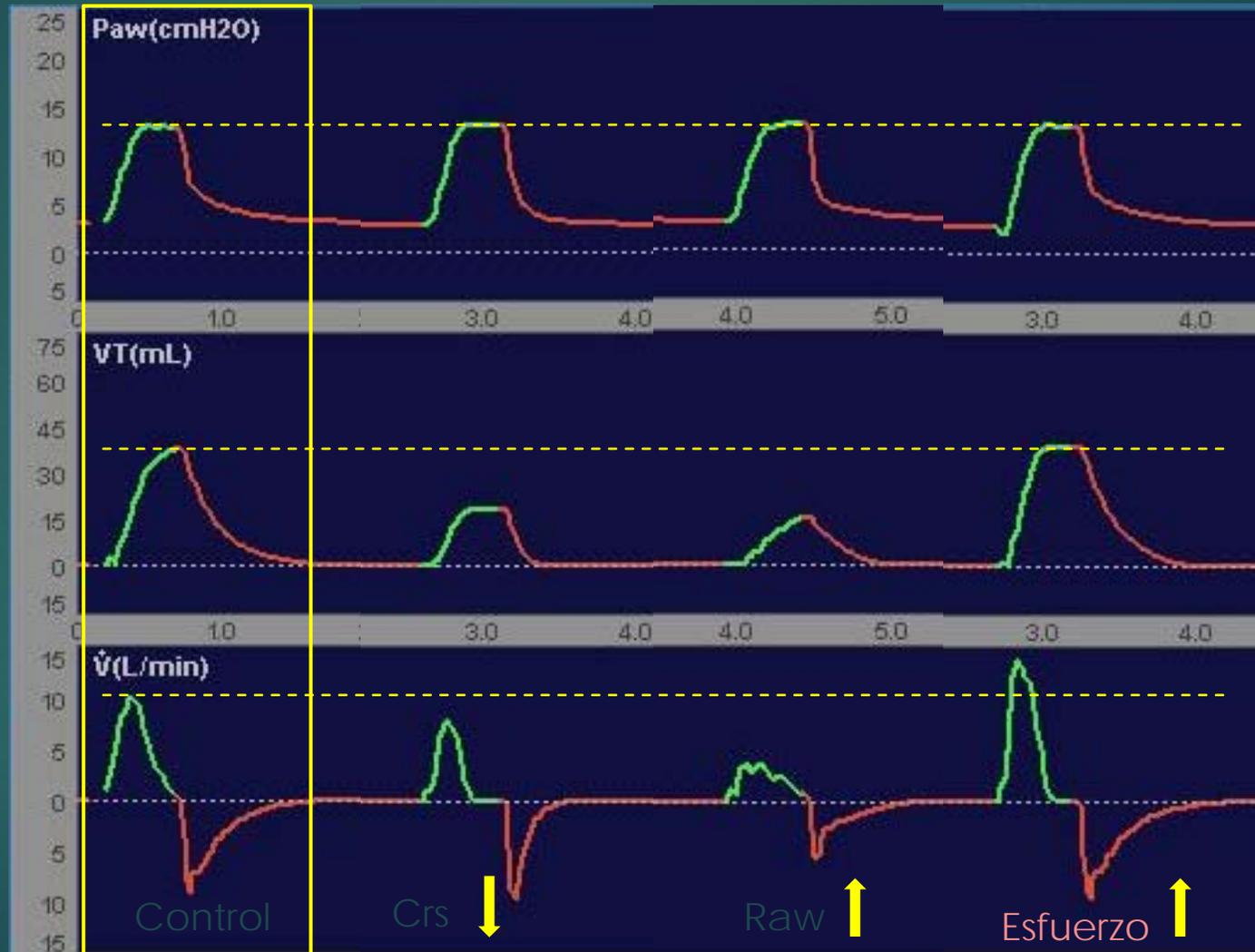
Aumento de la Resistencia: cambios Curvas y Bucles



Evaluación de Modos: Regla General

- ▶ *Los cambios en la mecánica respiratoria del paciente suelen evidenciarse a través de modificaciones en las variables NO controladas*

Control por presion (PCV)



Curva Flujo/Tiempo



- ▶ Identificar el Modo.
- ▶ Más útil de las escalares?
- ▶ **TI/TE óptimo.**
- ▶ Pausa Inspiratoria.
- ▶ Ver Atrapamiento Aéreo /AutotPEEP.
- ▶ Valorar Respuesta al tratamiento.

PCV: Ti adecuado



TI Prolongado

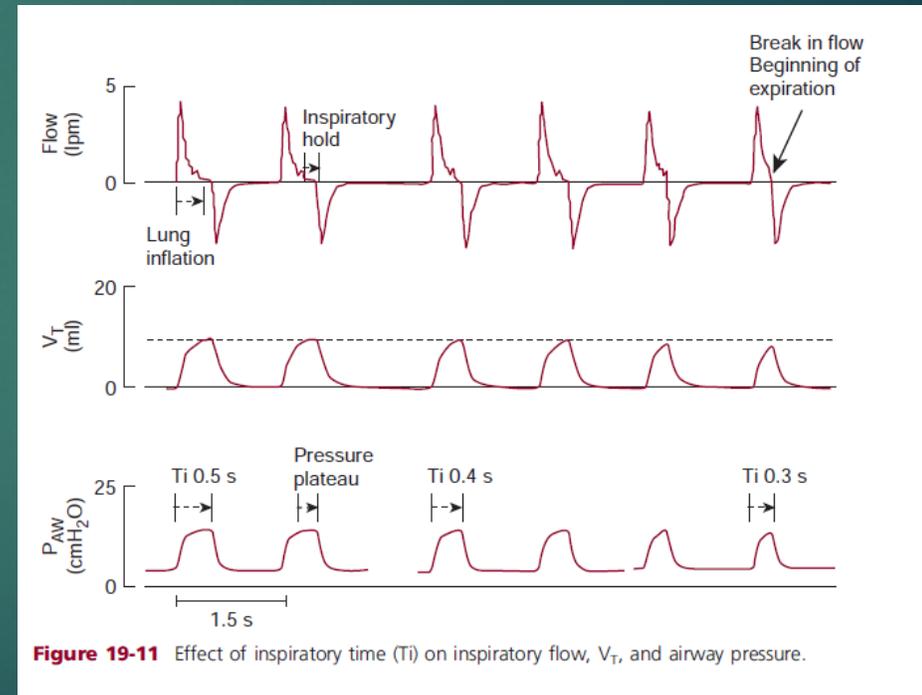
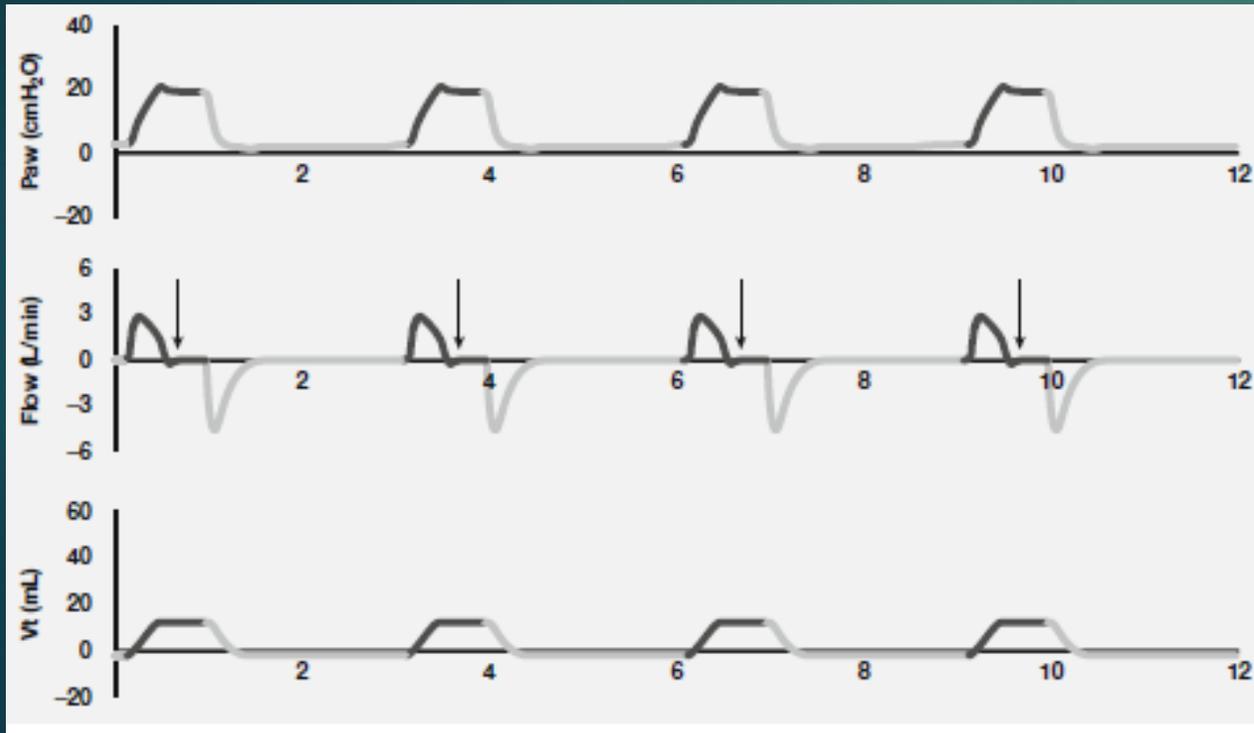


Figure 19-11 Effect of inspiratory time (Ti) on inspiratory flow, V_T, and airway pressure.

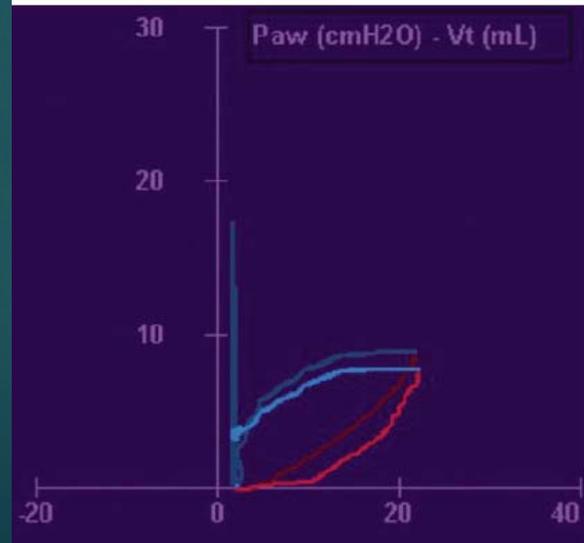
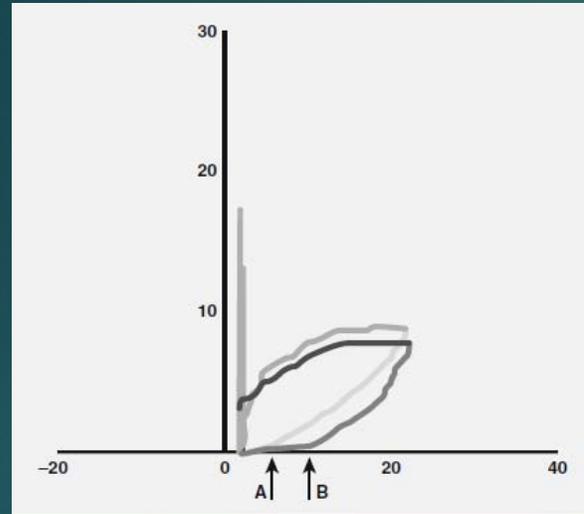
PCV : Tl prolongado = esfuerzo espiratorio



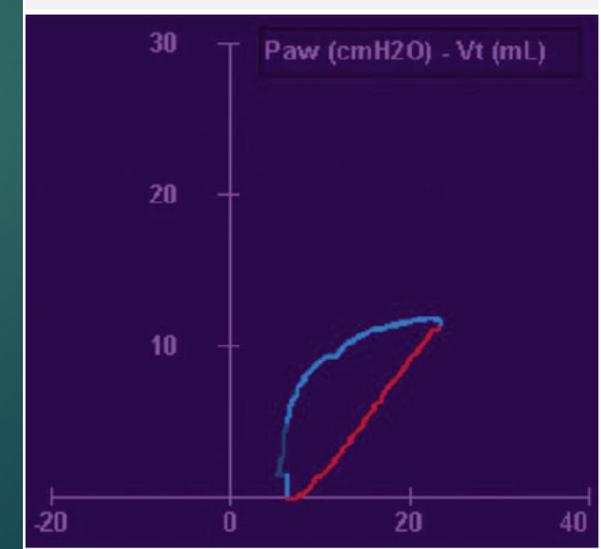
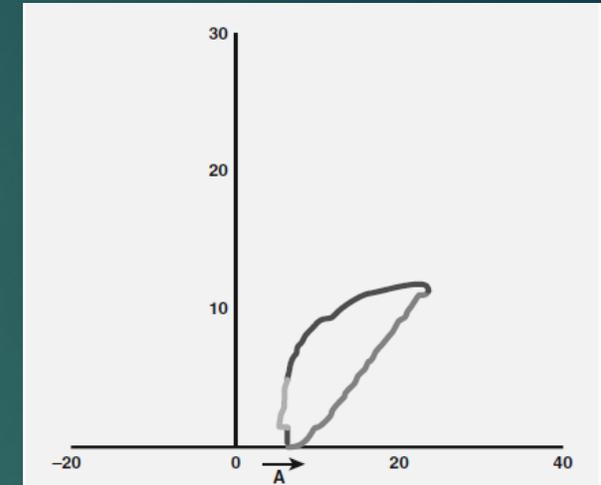
Cambios en el PEEP y efectos en la

curva V/P

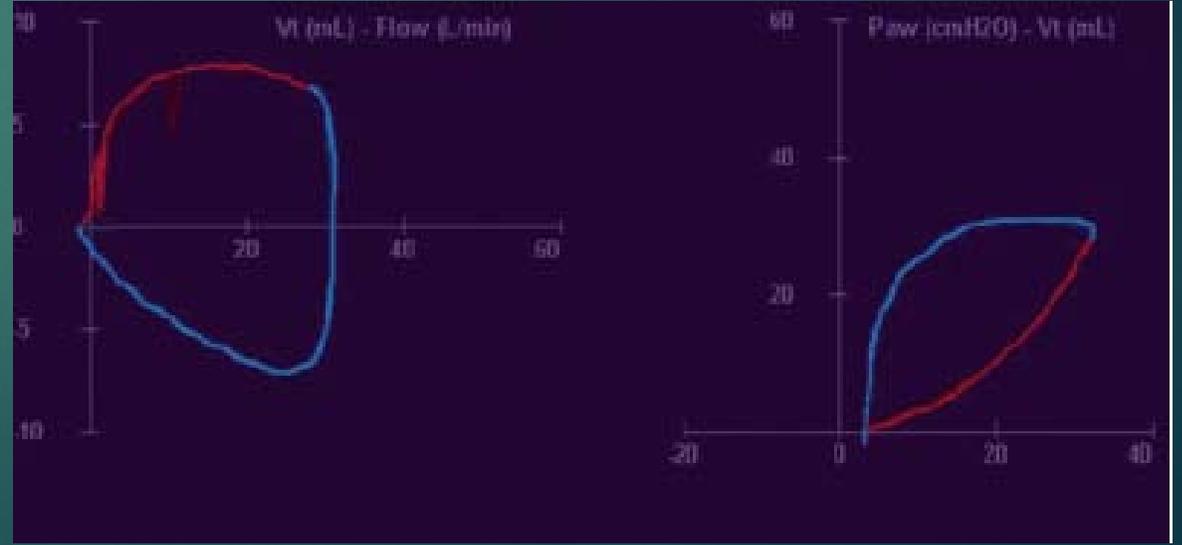
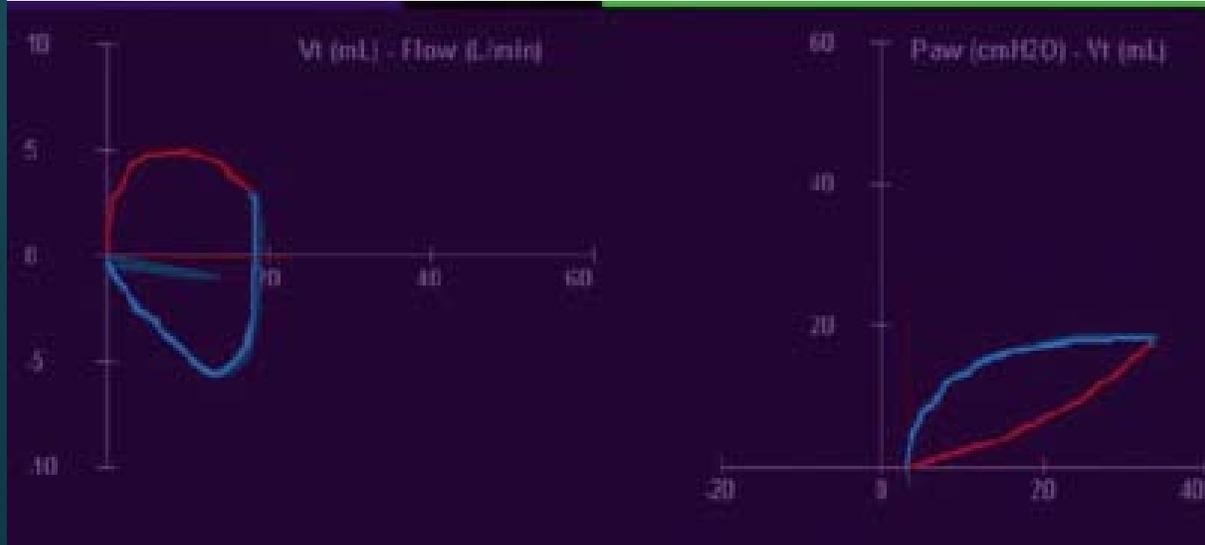
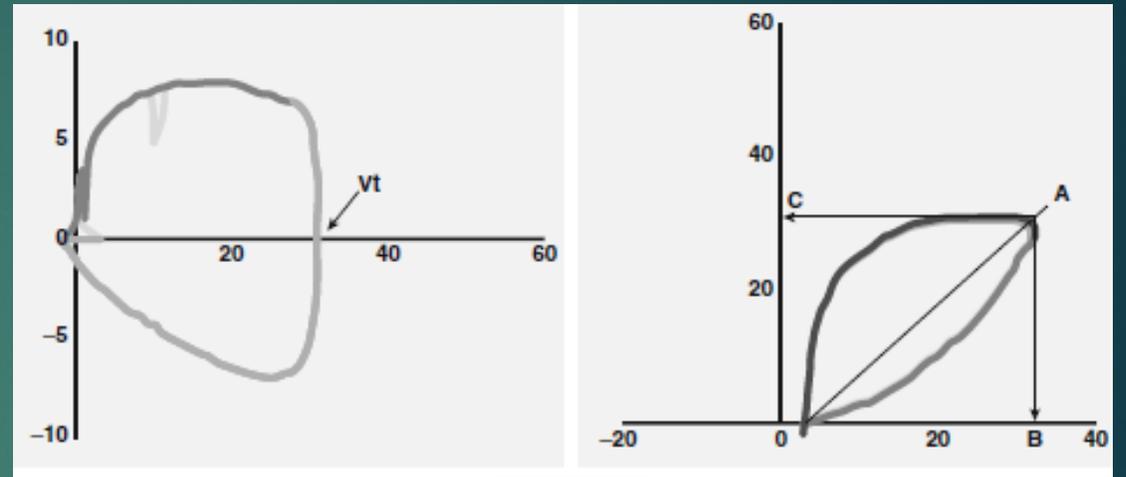
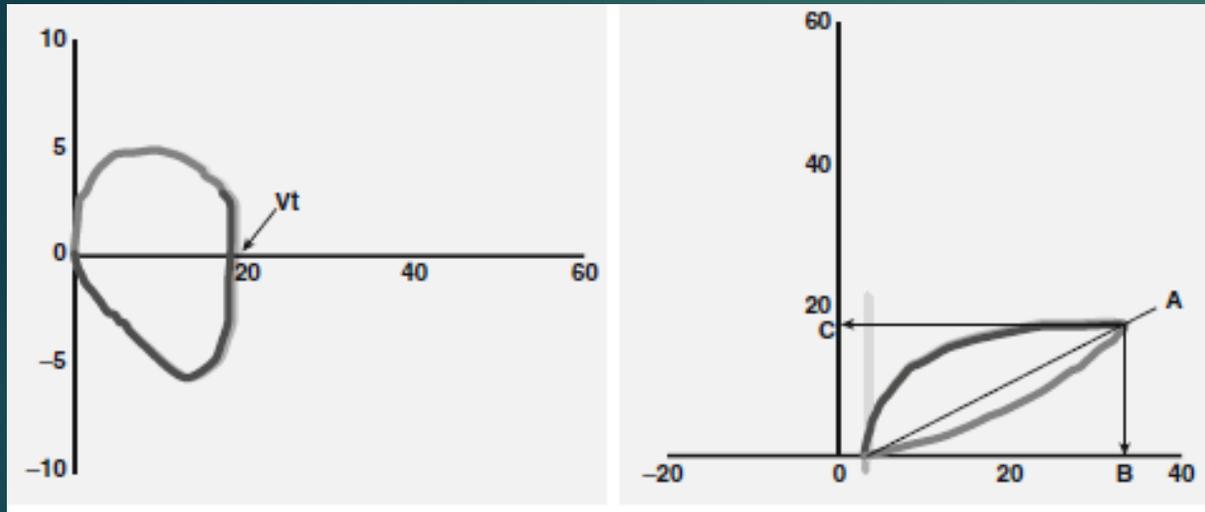
PEEP BAJO



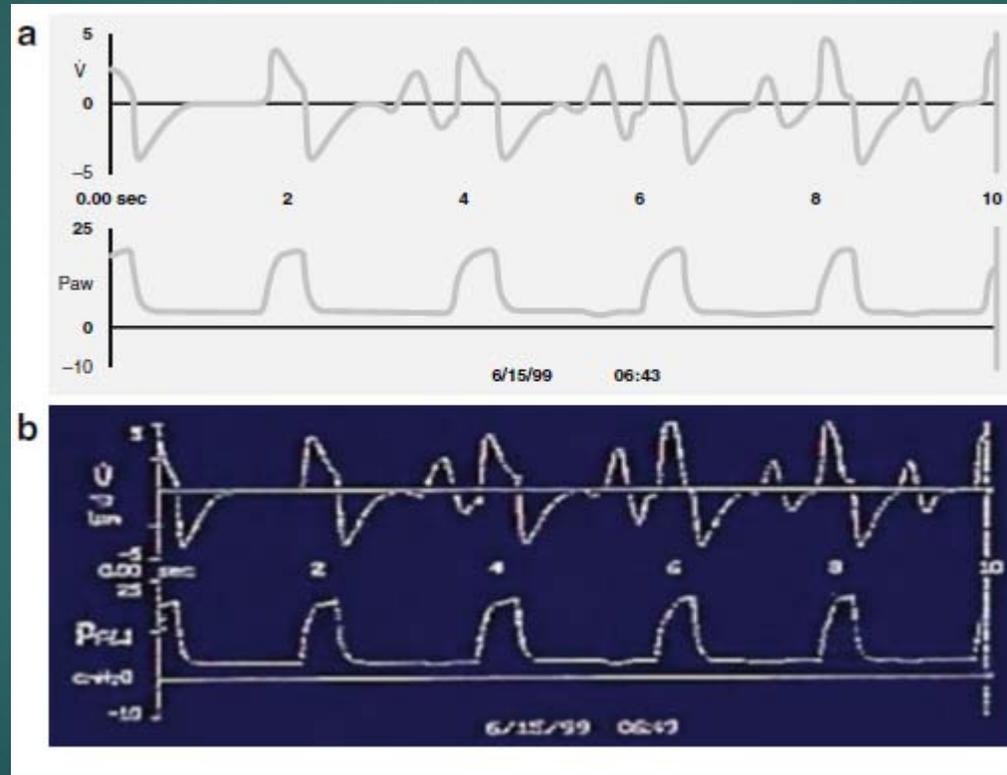
INCREMENTO PEEP



Administración de Surfactante



IMV: Asincronía



Fugas en la Interfase



Fugas en la Interfase



18:53

0.1	0.35	0.38	1.2.8	75	20	1.04	32
L/min	s	s	Actual I:E	rpm	mL	L/min	%
Flujo pico	Ti	Te		f _{Total}	VT	Ū _E	Oxígeno
				40	15 5	0.45 0.15	40 20

Compensación de volumen
Compensar fugas

Volumen minuto máximo



Complementos ventilatorios

Pausa inspiratoria No

Compensar volumen Si

Humidificador Pasivo

Compensar fugas Si

Sensor de flujo Distal

Presionar [Perilla] Seleccionar - [Esc] Retornar

11 cmH2O PCV	0.35 s Ti	1:2.8 I:E	45 rpm f	5 cmH2O PEEP	0.3 L/min Sens	30 % Oxígeno	Tiempo Subida
--------------------	-----------------	--------------	----------------	--------------------	----------------------	--------------------	---------------

Detección y medición: Auto PEEP



Medición de Volumen Atrapado



Conclusiones

- ▶ Los distintos modos respiratorios ofrecen una variedad de posibilidades para mejorar la interacción entre el paciente y el respirador, en la cambiante fisiología respiratoria del RN y de las patologías perinatales.
- ▶ Conocer y comprender cada uno de ellos y juicio clínico en cada situación individual es esencial para el manejo respiratorio óptimo de RN con trastornos respiratorios.
- ▶ El monitoreo gráfico es una herramienta útil para evaluar la Función Pulmonar e interacción respirador-paciente, junto a la clínica, EAB, monitoreo multiparamétrico y la Rx de tórax.
- ▶ Es importante el conocimiento y la experiencia en el uso de los respiradores microprocesados para ENTENDER LO QUE HACEMOS

**Muchas Gracias Por Su
Atencion**

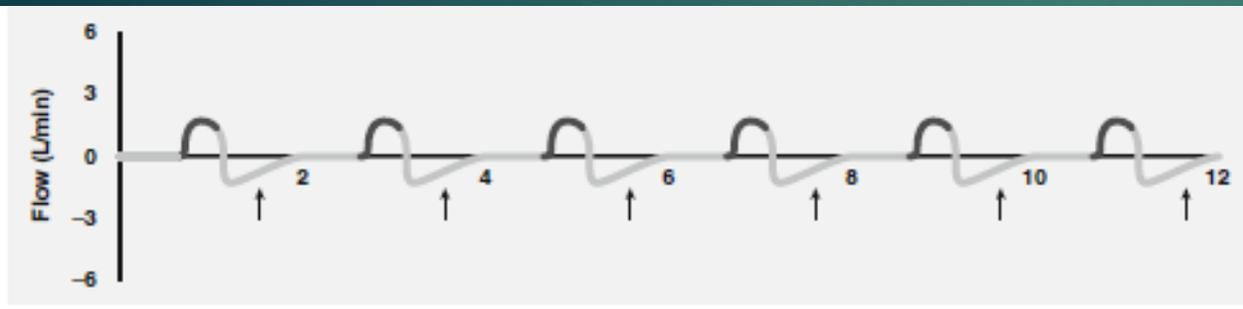


Dudas Consultar En Google

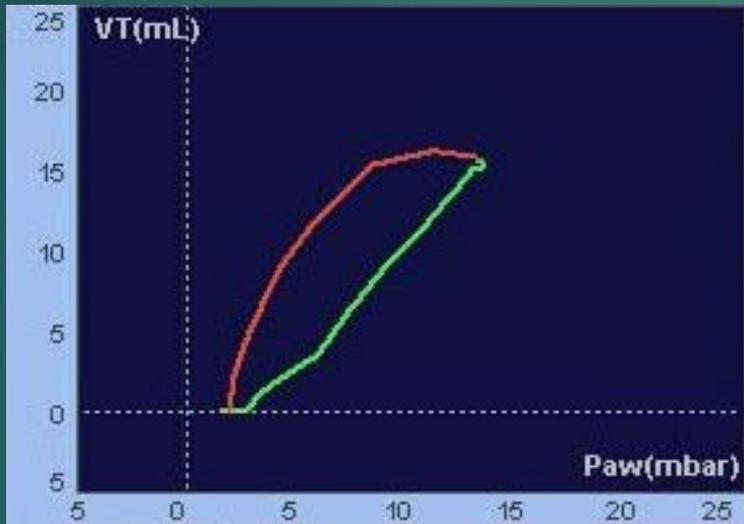
Curva de Flujo: Cambios Mecánica Respiratoria (Constante de Tiempo = $P \times V$)

Aumento de la Resistencia

Disminución de la Compliance

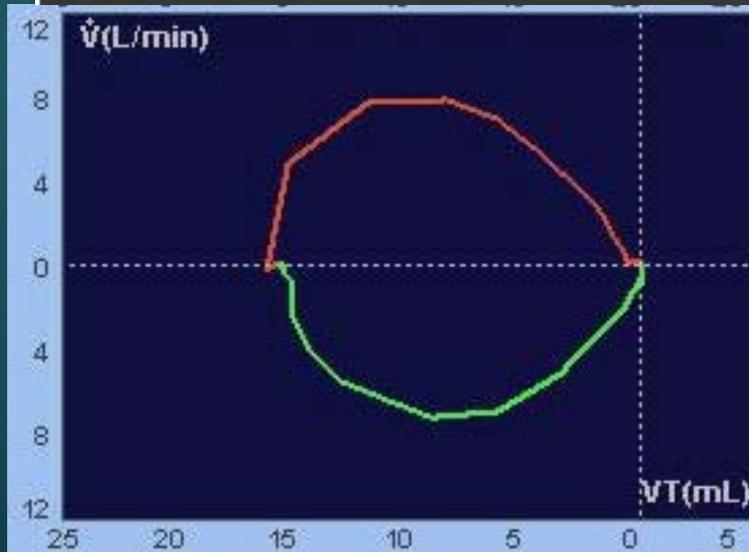
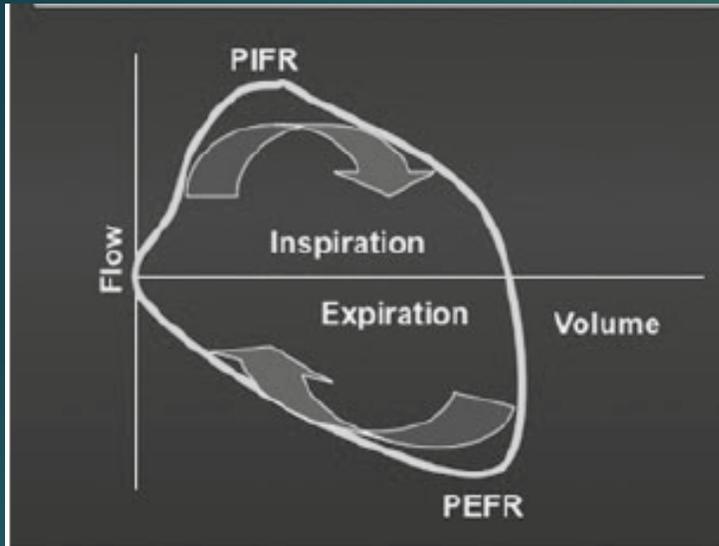


Curva Presión/Volumen:



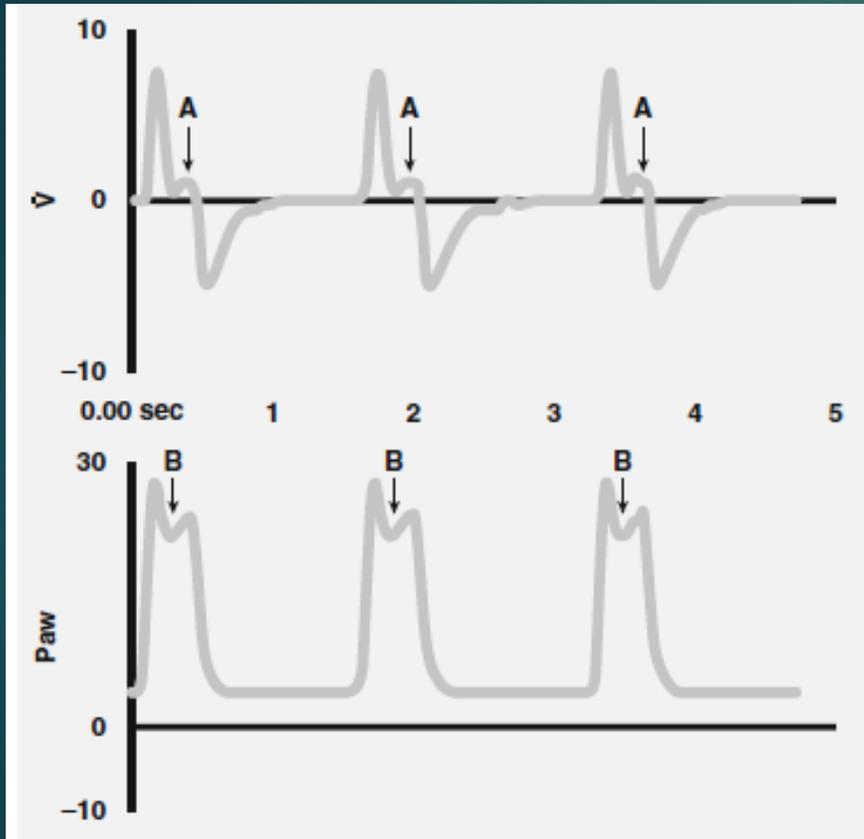
- ▶ Valora Mecánica Pulmonar:
 - ▶ Compliance.
 - ▶ Resistencia.
- ▶ Establecer Tendencia.
- ▶ Sobredistensión.

Curva Flujo/Volumen



- ▶ Valora Mecánica Pulmonar:
 - ▶ Compliance.
 - ▶ Resistencia.
 - ▶ Flujo Espiratorio restrictivo.
- ▶ Establecer Tendencia.
- ▶ Fugas.
- ▶ Secreciones de la VA.
- ▶ Atrapamiento Aéreo.
- ▶ Respuesta al tratamiento.

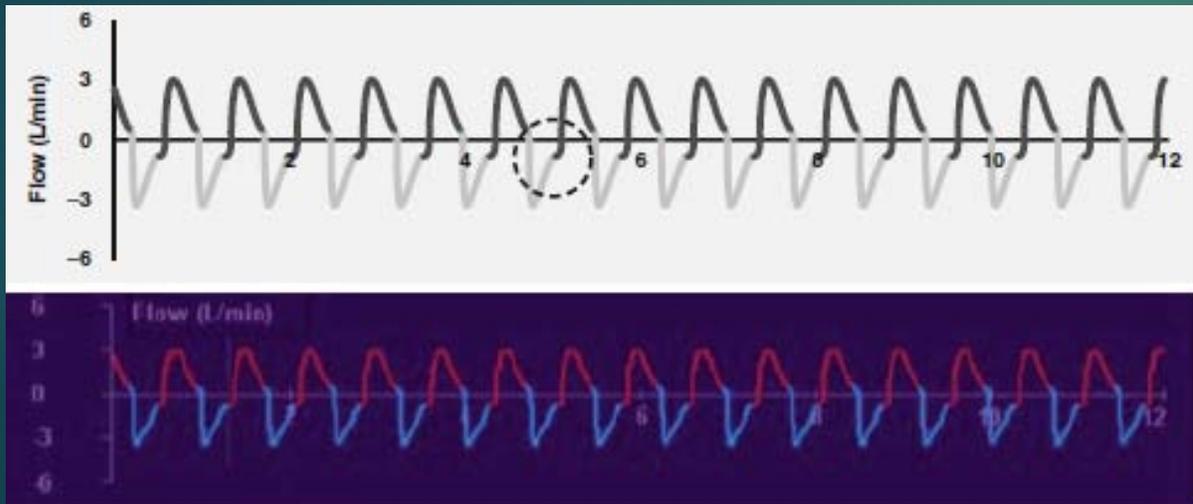
Presión "overshoot" o "ringing"



- ▶ Excesivo flujo inicial o rise time.
- ▶ Se controla variando el rise time de los ventiladores.

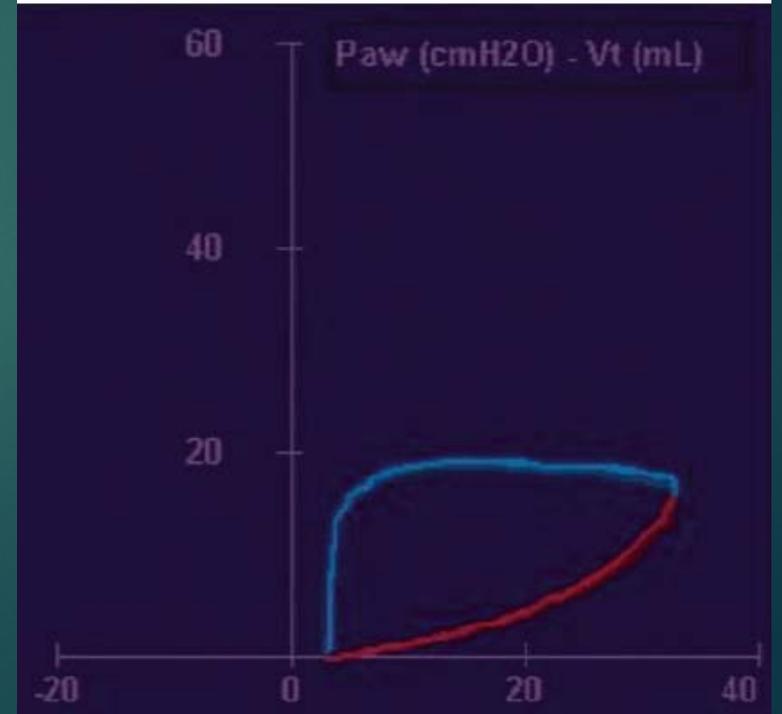
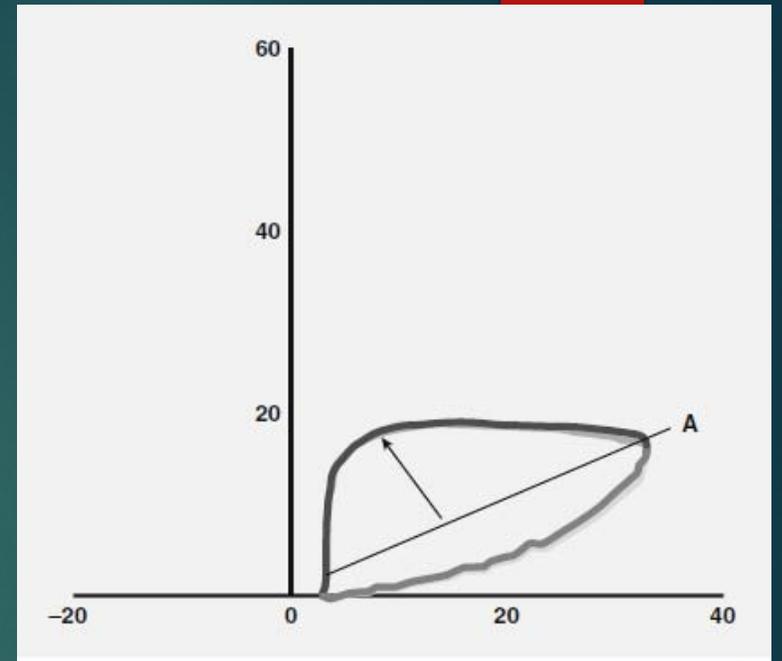
Curva de Flujo: Atrapamiento Aéreo

TE corto por autociclado



Incremento de R espiratoria

- ▶ Cambia la rama espiratoria de la curva P/V ampliando la histéresis.
- ▶ Se ajusta modificando TE y PEEP.



Asincronía por Ti inapropiado

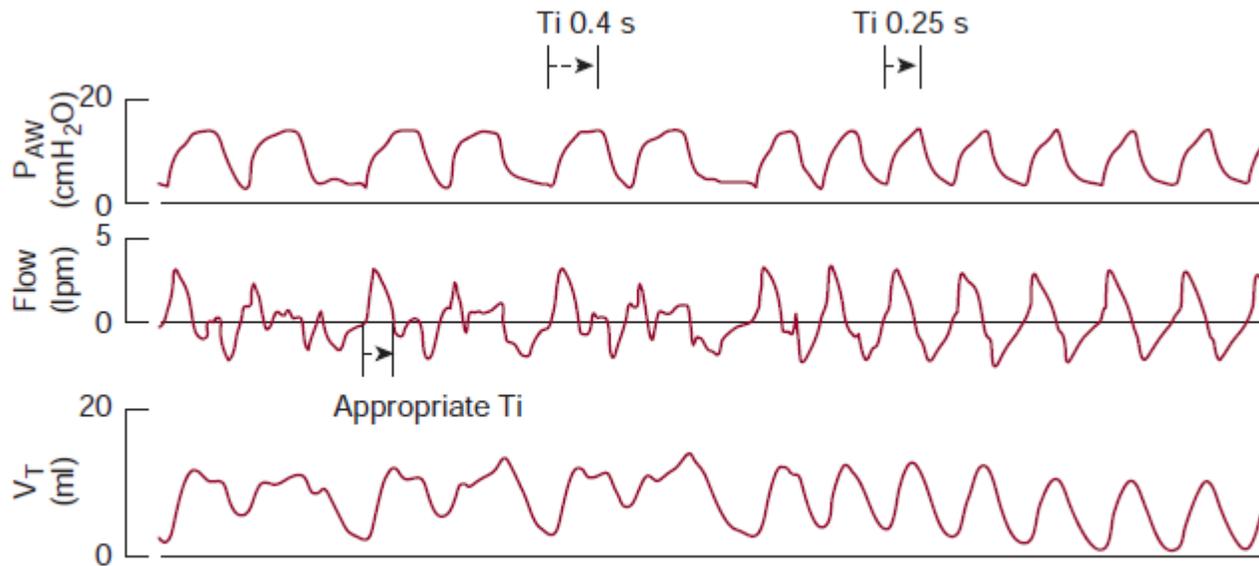
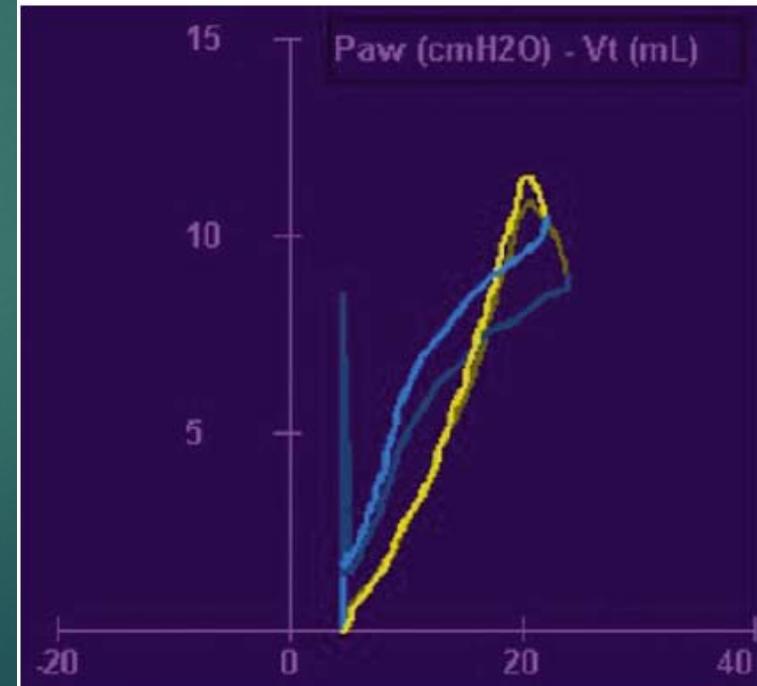
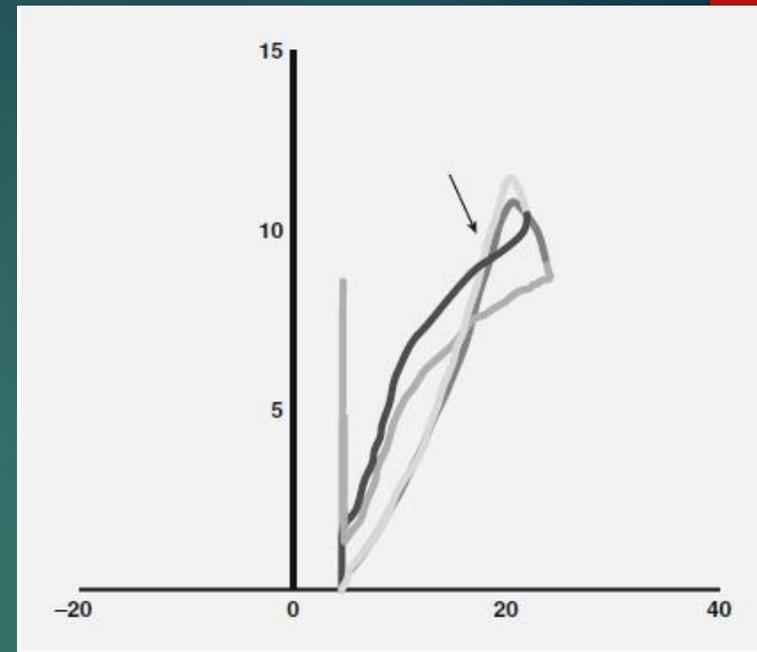


Figure 19-21 Inappropriate inspiratory duration can cause asynchronous breathing during assist/control ventilation.

“Hambre de Aire”

Porqué se produce?

- ▶ V_t es inadecuado para las demandas del paciente.
- ▶ Aumento de WOB.
- ▶ Patrón “figura del 8”
- ▶ Se corrige:
 - ▶ Flujo adicional,
 - ▶ Aumentado V_t
 - ▶ Aumentado Tl .



Modo PCV A/C: alto umbral de sensibilidad

