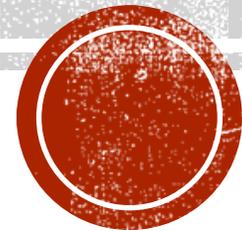


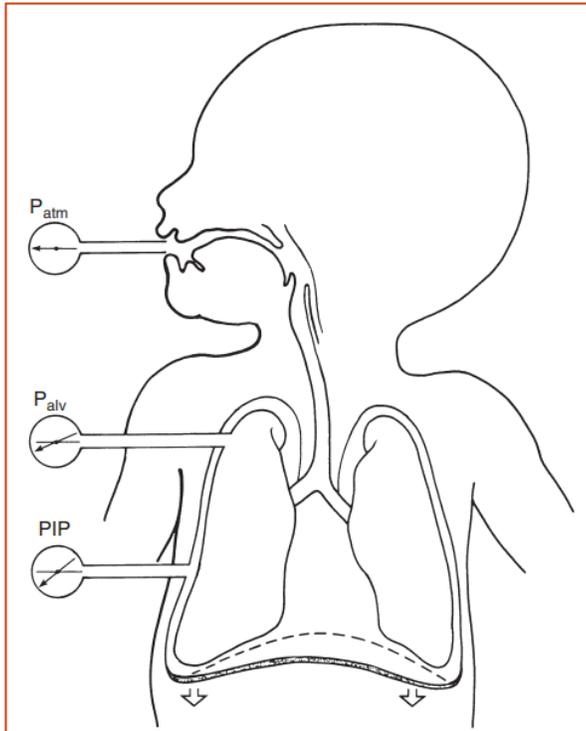
MECÁNICA PULMONAR Y MONITOREO GRÁFICO

Tania P. Solís Mezarino
Pediatra neonatóloga
HNERM



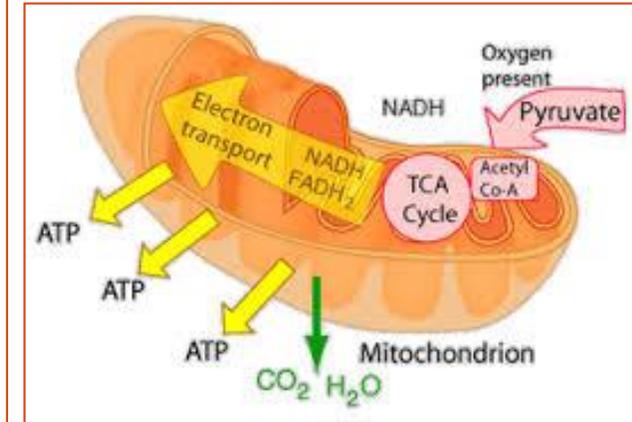
“las pruebas de función pulmonar junto con la monitorización clínica, radiológica y de gases en sangre cambiaron la ventilación neonatal de un buen juicio a un juicio informado” ... *Dr. Vinod K. Bhutani*

La respiración proporciona a los tejidos, el oxígeno necesario para las reacciones moleculares que nos proporcionan energía y, retira el dióxido de carbono que se deriva de dicho metabolismo.



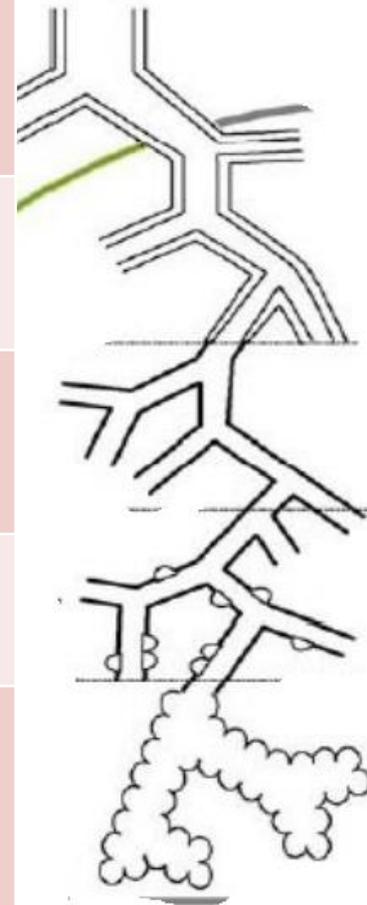
Pasos:

- Transporte de aire fresco hacia el pulmón
- Difusión del oxígeno a la sangre
- Transporte de la sangre oxigenada hacia los tejidos
- Difusión de oxígeno hacia las células
- Difusión de oxígeno en la mitocondria

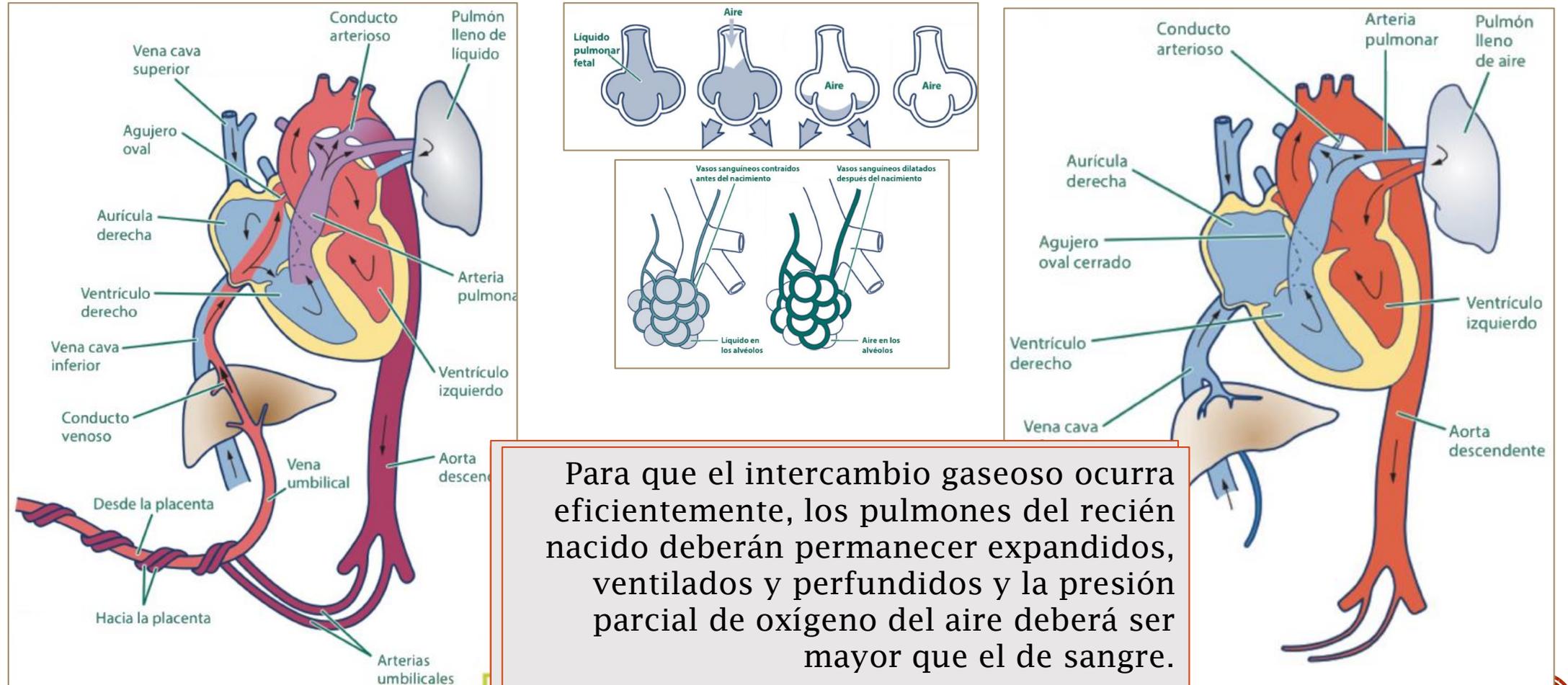


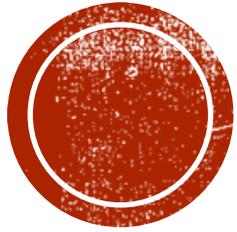
Estadios prenatales y postnatales del desarrollo pulmonar

Fase	Edad gestacional	Desarrollo pulmonar	Desarrollo vascular pulmonar
Embriónica	3 - 6 sem	Formación de yema respiratoria hasta la formación de los primeros segmentos broncopulmonares.	Vasculogénesis en mesénquima inmaduro, arterias pulmonares se ramifican a partir del 6to arco aórtico, venas como evaginaciones de aurícula izquierda
Seudo-glandular	6 - 16 sem	División de vía respiratoria y formación bronquiolos terminales (14 gener). Formación arteria pulmonar.	Ramificación paralela de arterias pulmonares grandes y vías aéreas centrales, aparecen linfáticos.
Canalicular	16 - 26 sem	3 generaciones bronquiolos respiratorios , formación de sáculos primitivos con células epiteliales tipo I y II, capilarización.	Aumenta proliferación vascular y se organizan en redes capilares alrededor de las vías aéreas.
Sacular	26 - 36 sem	Formación de sáculos de transición , aparición de verdaderos alvéolos, inicio síntesis surfactante	Expansión vascular significativa, adelgazamiento y condensación del mesénquima, barrera hemato-áerea delgada.
Alveolar	36 sem - 3 años	Sáculos terminales formados. Aparecen los verdaderos alvéolos (adelgazamiento de tabiques alveolares hasta formar aprox 300 millones). Sistema surfactante maduro .	Crecimiento vascular significativo además de remodelación vascular, con aumento de la superficie > 20 veces.

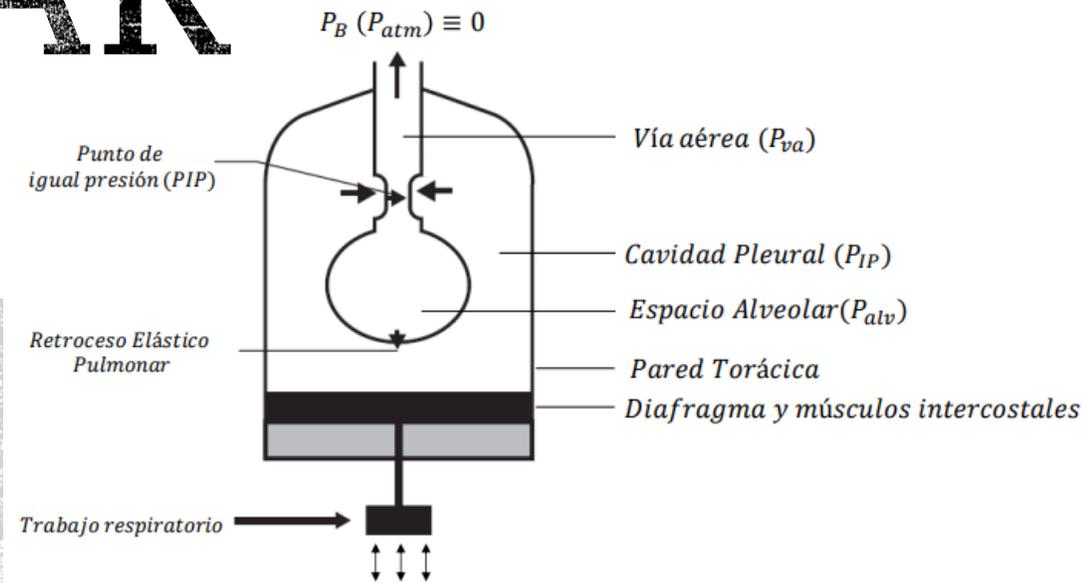


TRANSICIÓN DE LA VIDA FETAL A LA POSTNATAL

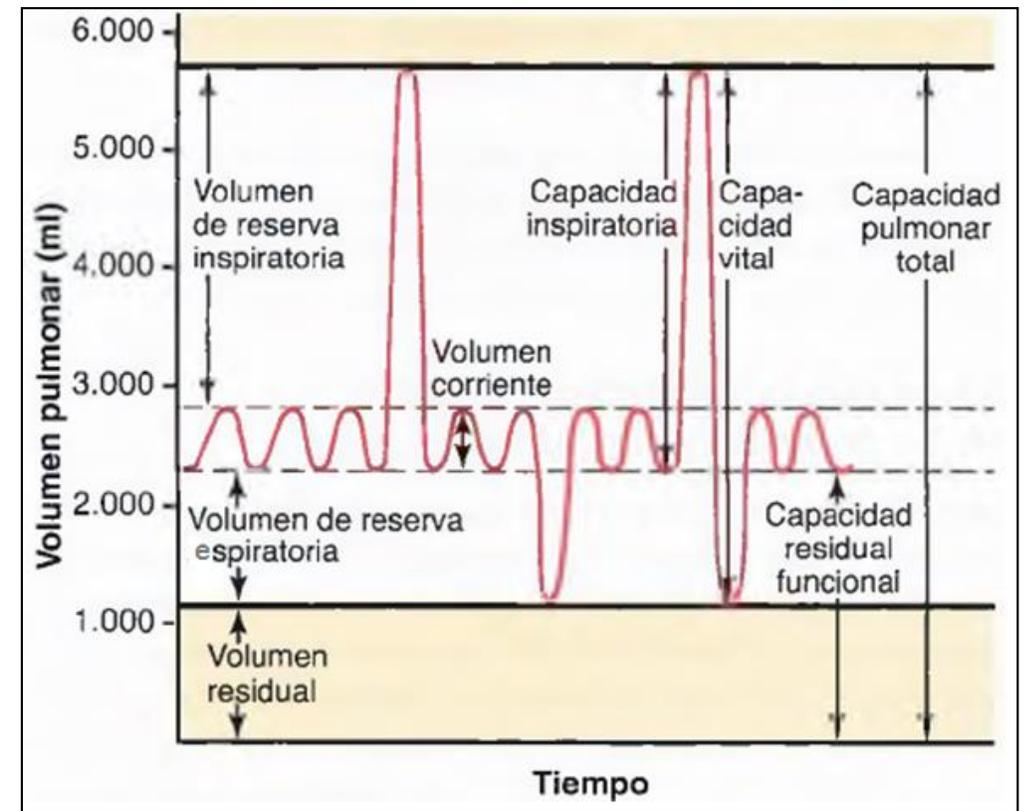
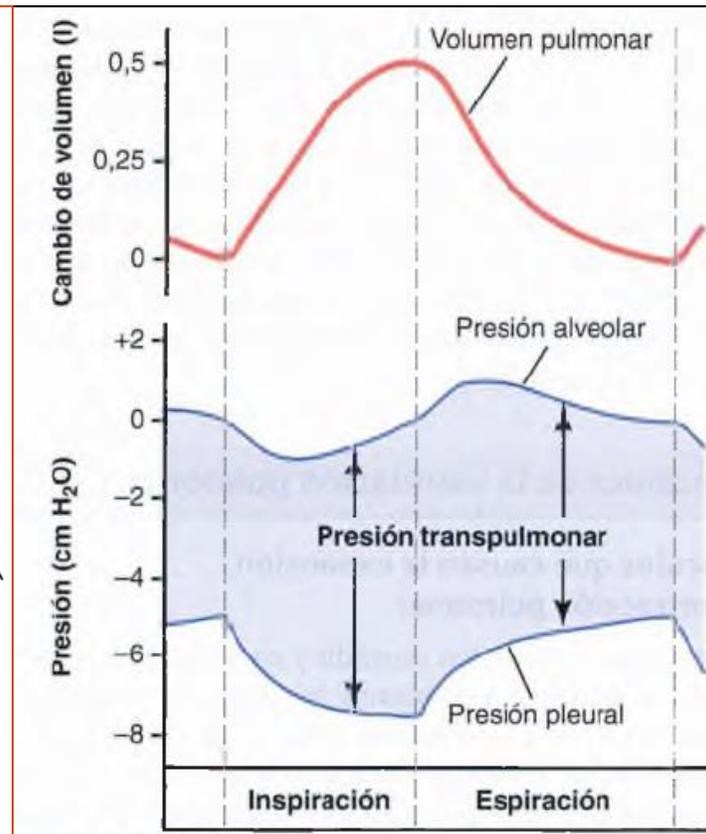
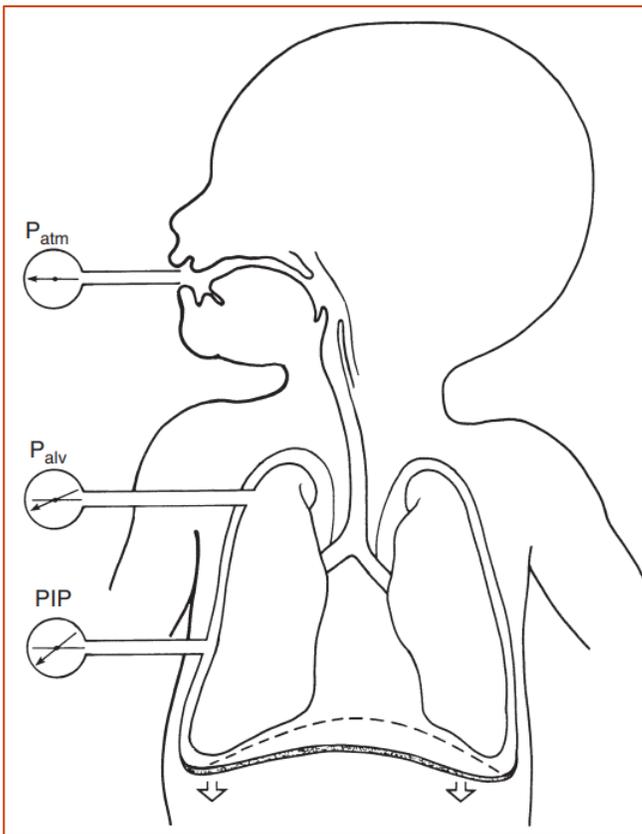




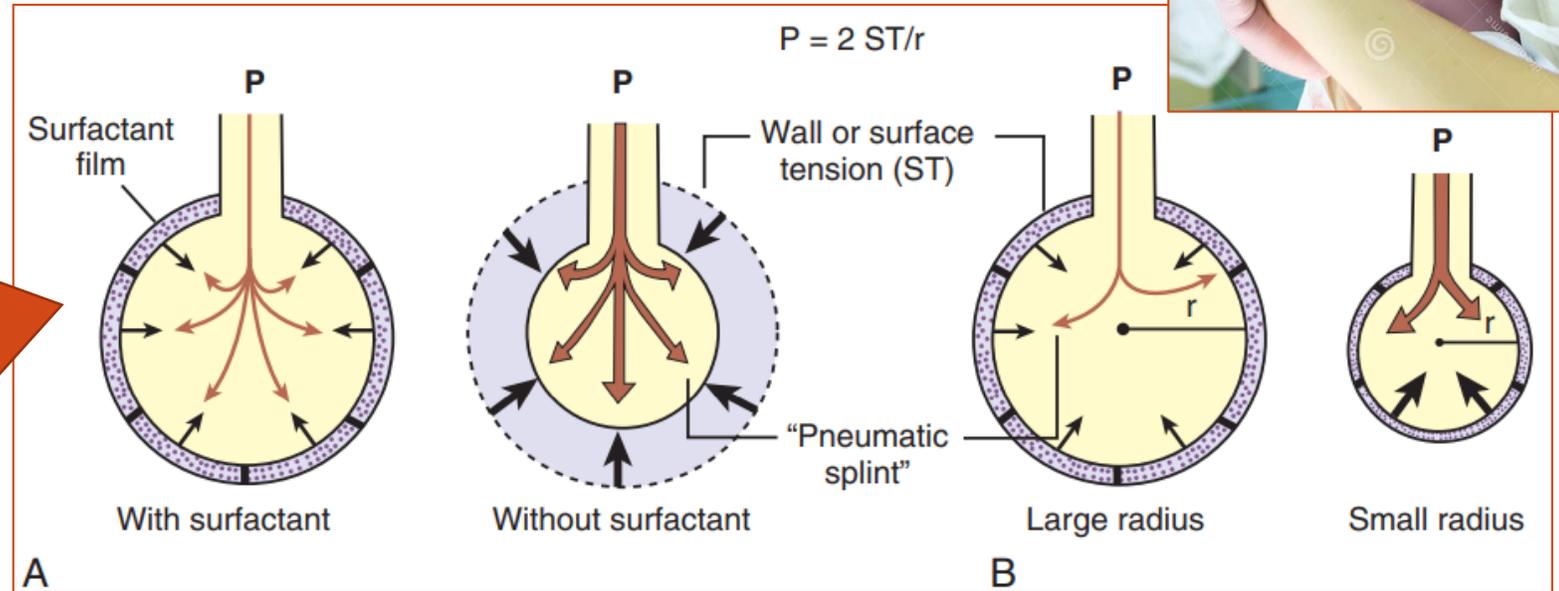
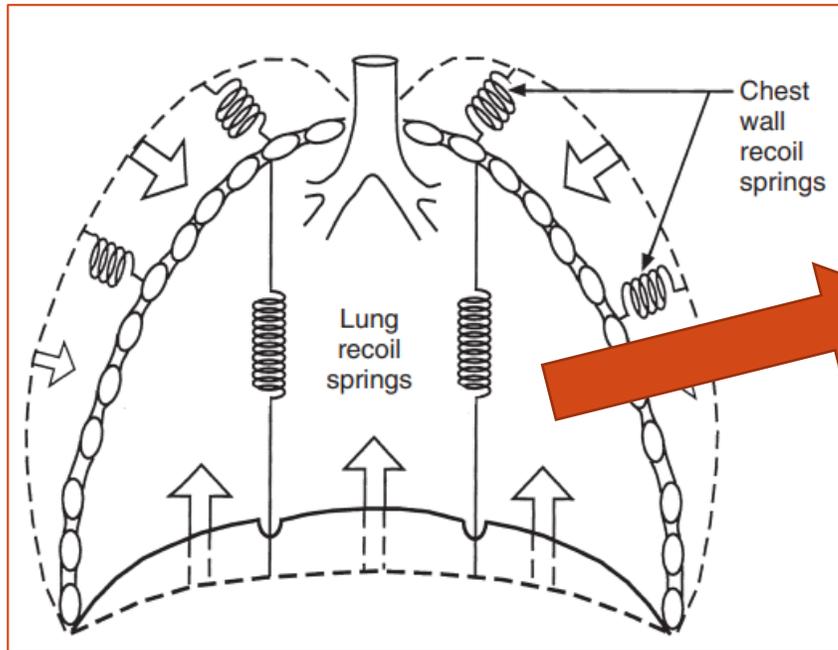
MECÁNICA PULMONAR



VENTILACIÓN ESPONTÁNEA

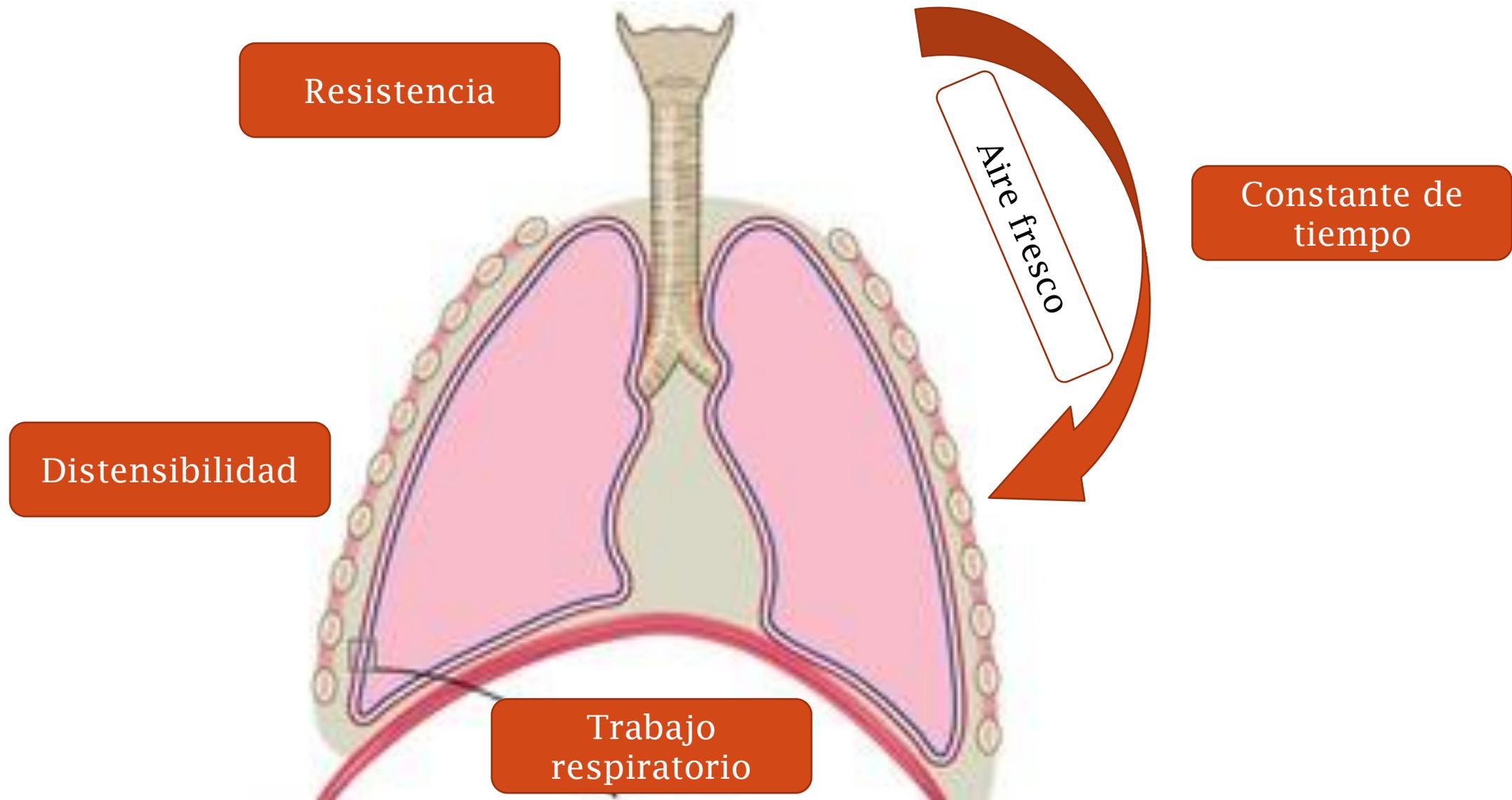


Capacidad residual funcional (CRF) es el punto en el que las fuerzas opuestas (retroceso elástico pulmón y tórax) se equilibran, para lograr un estado de reposo del sistema respiratorio.

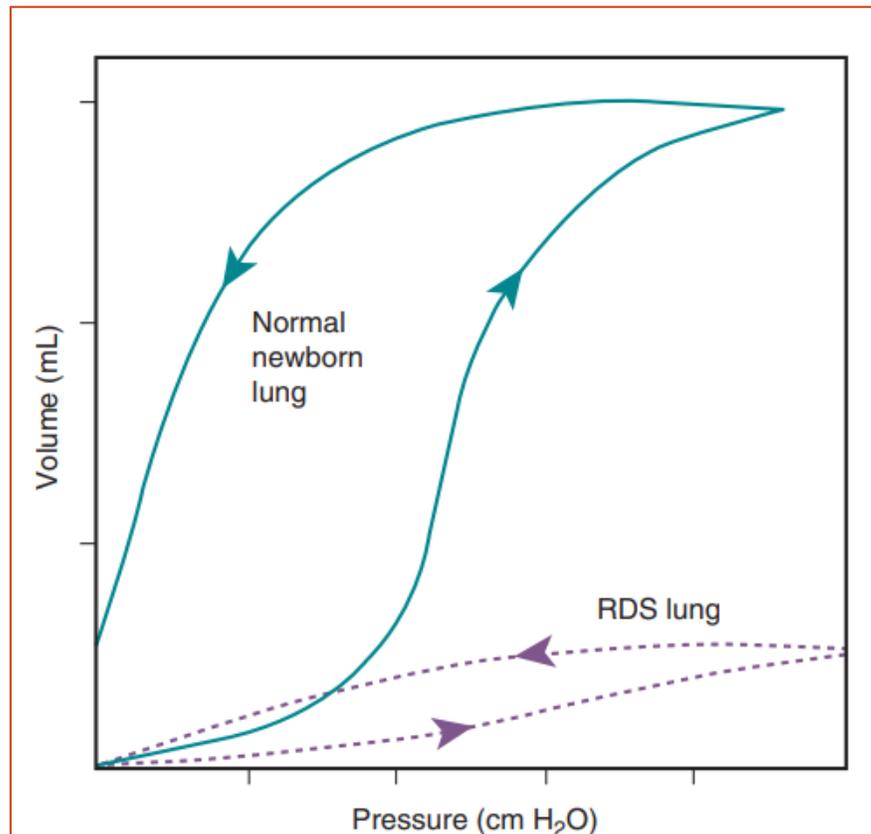


El principal contribuyente al retroceso elástico pulmonar en el RN es la tensión superficial ($P=2TS/r$). La tensión superficial en el pulmón se rige principalmente por la presencia o ausencia de surfactante.





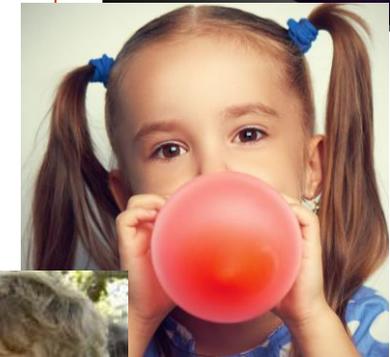
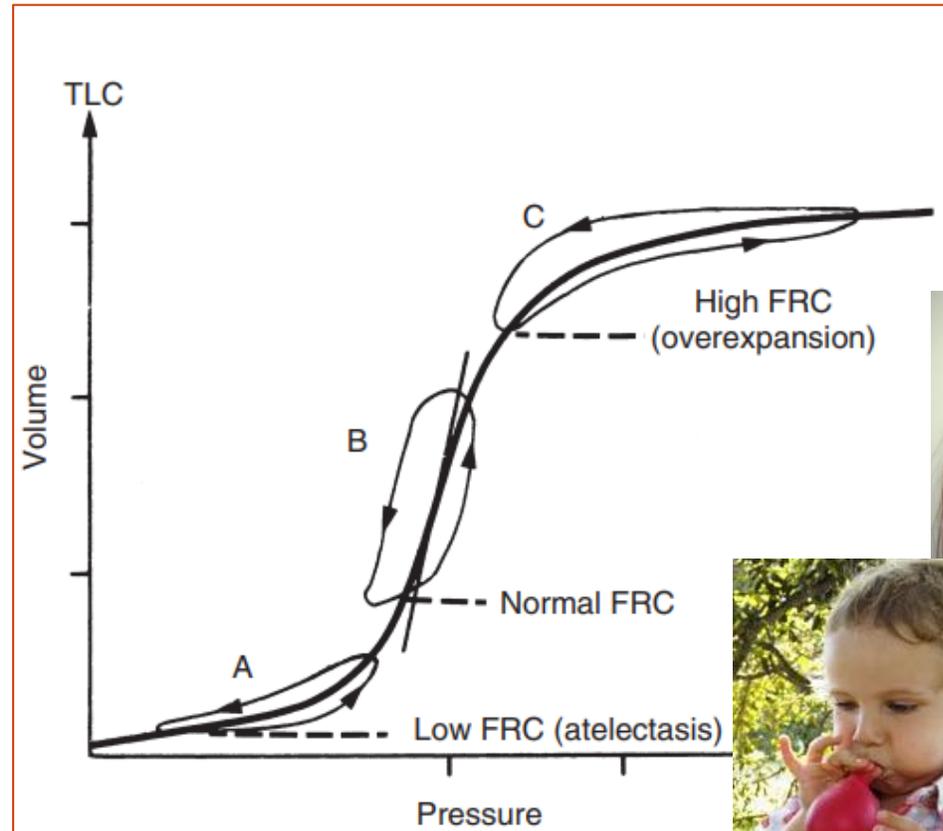
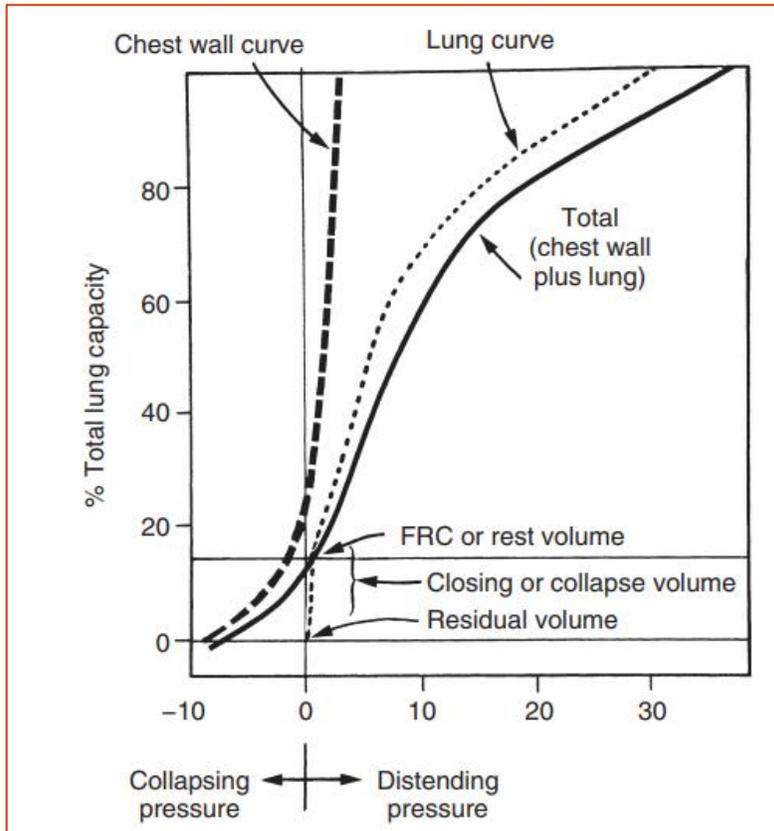
DISTENSIBILIDAD: volumen que se expanden los pulmones por cada aumento unitario de presión transpulmonar



RNT: 3 - 5 mL/cmH₂O
1,5 a 2 ml/cmH₂O/kg



La pared torácica del neonato es muy complaciente. El volumen de reposo del sistema respiratorio está muy cerca del volumen de cierre del pulmón



RESISTENCIA

- La resistencia es el resultado de la fricción del aire por los diferentes tejidos.
- La resistencia total está dada por la resistencia viscosa y la resistencia de la vía aérea .
- La resistencia de las vías respiratorias está determinada por la velocidad del flujo, la longitud de las vías respiratorias conductoras, la viscosidad y la densidad de los gases y, especialmente, el diámetro interior de las vías respiratorias.
- **RNT: 20 - 30 cmH2O/L/seg**



$$R \propto L \times \eta / r^4$$

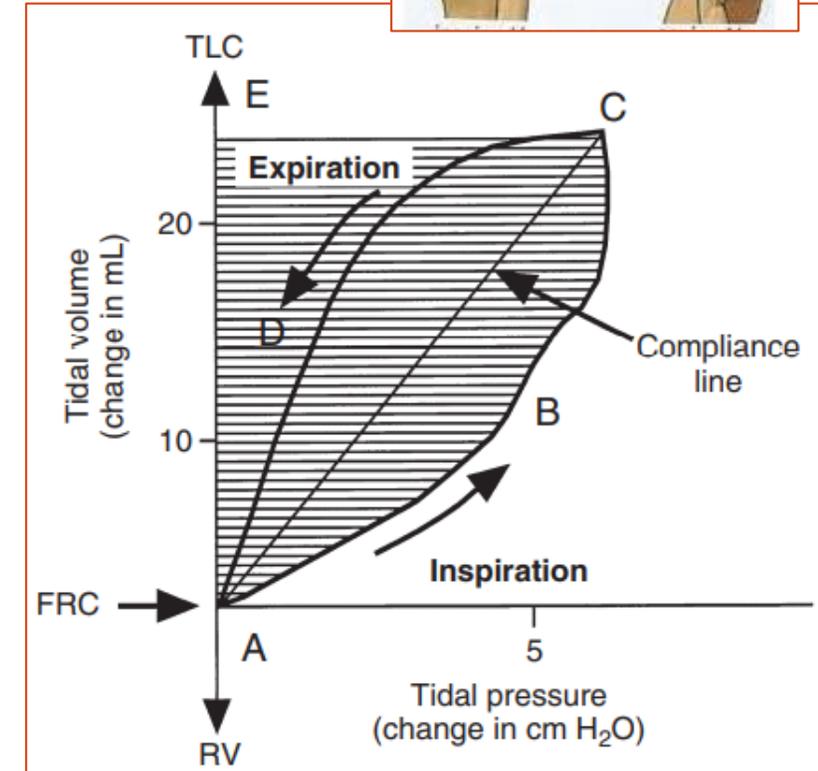
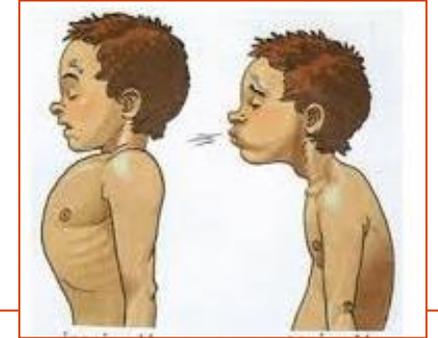


TRABAJO RESPIRATORIO

- Es la fuerza ejercida para vencer las fuerzas elásticas y resistivas del sistema respiratorio:

Trabajo respiratorio = Presión (fuerza) x volumen (desplazamiento)

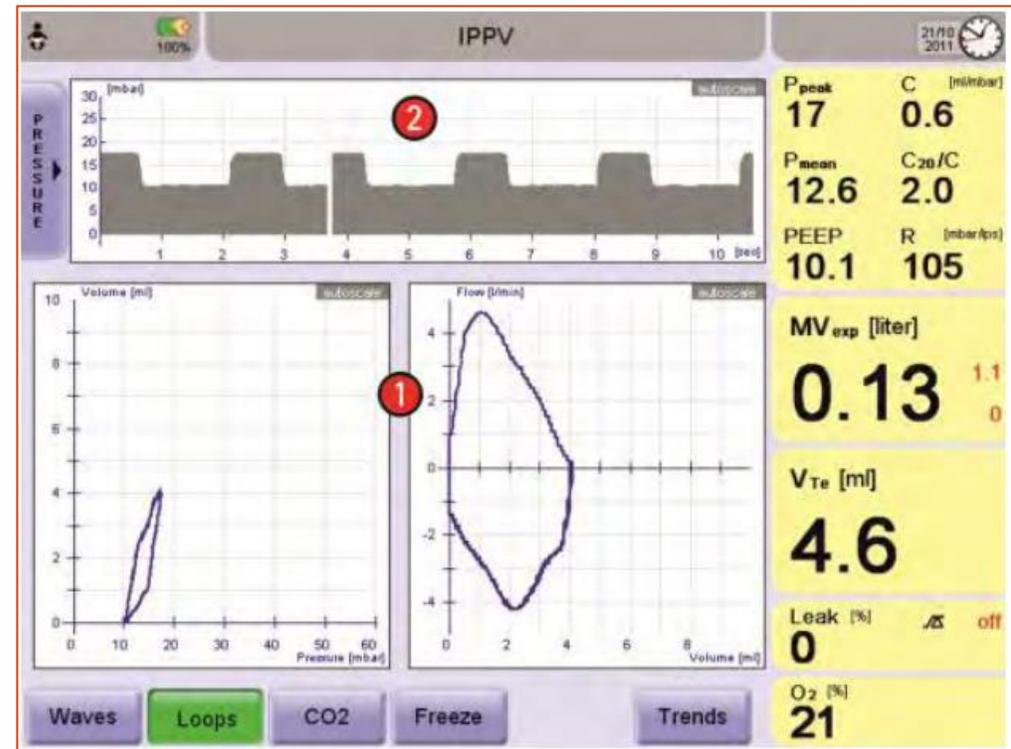
- En los bebés sanos, la exhalación es pasiva. Una parte de la energía generada por los músculos inspiratorios se almacena en los componentes elásticos de los pulmones; esta energía se devuelve durante la exhalación
- El diafragma es responsable de la mayoría del trabajo respiratorio. El factor determinante para generar la fuerza es su posición inicial y la longitud de sus fibras al iniciar la contracción.



CONSTANTE TIEMPO

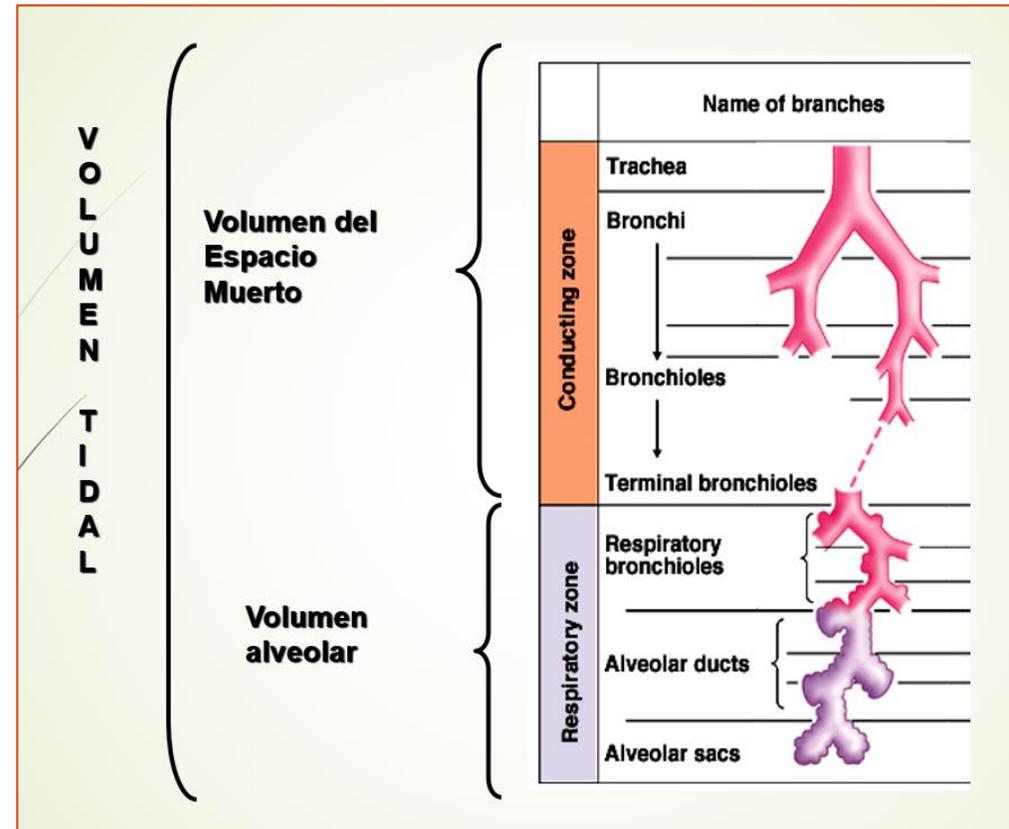
$$K_t = C_L \times R_{aw}$$

- La constante de tiempo (K_t) es una medida de la rapidez con que los pulmones pueden inflarse o desinflarse.
- Una K_t es el tiempo que tardan los alvéolos en descargar el 63% de su VT a través de las vías respiratorias a la boca o al circuito del ventilador. Al final de 3 K_t , se descarga el 95% del VT.
- La relación inspiración y espiración, es de 1: 2.



VOLUMEN TIDAL

- El volumen tidal o volumen corriente es el volumen movilizado hacia dentro y fuera del pulmón con cada respiración.
- Es igual a 3 - 6 mL/kg.
- Comprende el volumen del espacio muerto anatómico (vía aérea) mas el volumen alveolar (bronquiolos respiratorios y alveolo).



VOLUMEN MINUTO

- Es la cantidad total de aire nuevo que pasa hacia las vías respiratorias en cada minuto, es igual al volumen tidal multiplicado por la frecuencia respiratoria por minuto.

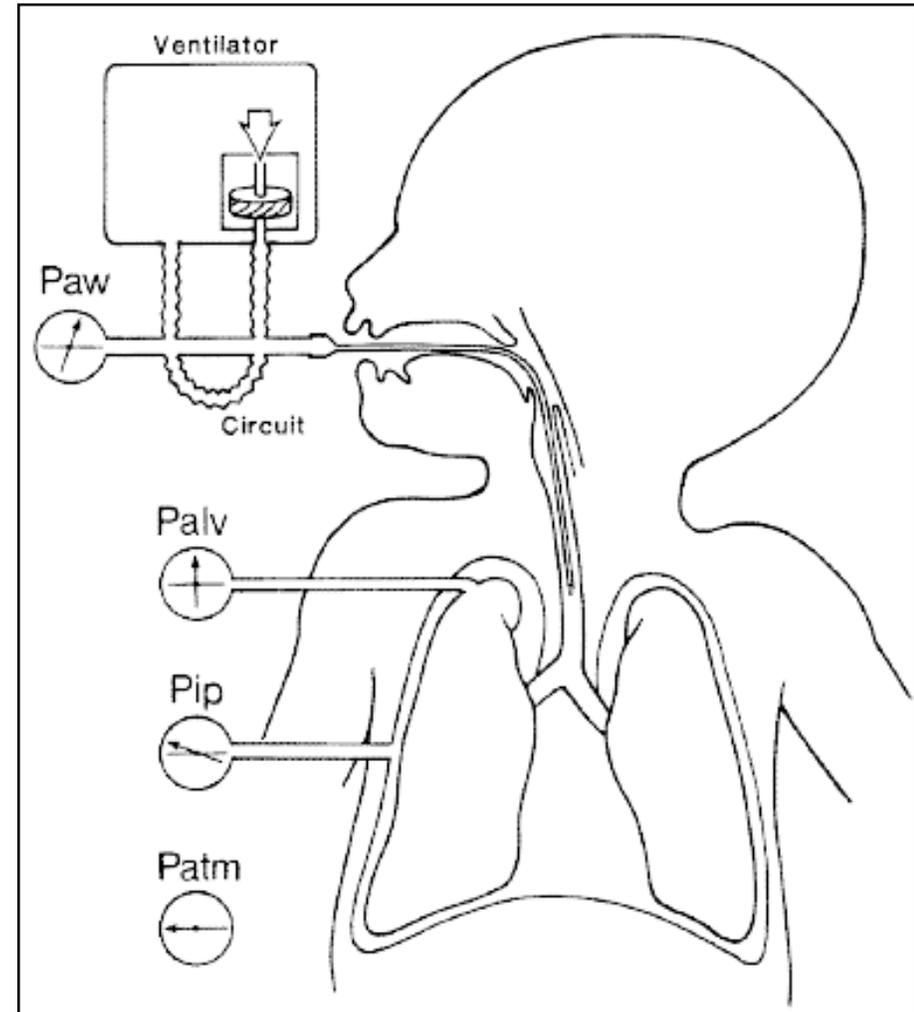
$$V_{\text{min}} \text{ (L/min)} = V_T \text{ (L)} \times FR \text{ (min)}$$

- La ventilación típica por minuto para los recién nacidos a término es de aproximadamente 240 a 360 ml/kg/min.



VENTILACIÓN ASISTIDA

- Es el movimiento de gas dentro y fuera del pulmón por una fuente externa conectada directamente al paciente, manteniéndose hasta que este sea capaz de respirar adecuadamente sin ayuda.

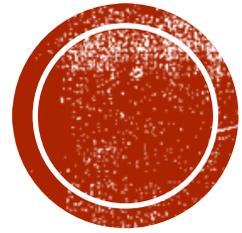


OBJETIVO DE LA VENTILACIÓN NEONATAL

Mantener un intercambio gaseoso adecuado durante la falla respiratoria, con el mayor confort posible y el menor daño posible para el recién nacido.

- Normocapnea en sangre arterial: 35 - 50mmHg
- Normoxemia en sangre arterial:
 - Prematuro: 50 - 60mmHg
 - Peritérmino o a término: 50 - 70 mmHg
- pH: 7,25 - 7,45
- Todo esto con mínima injuria pulmonar

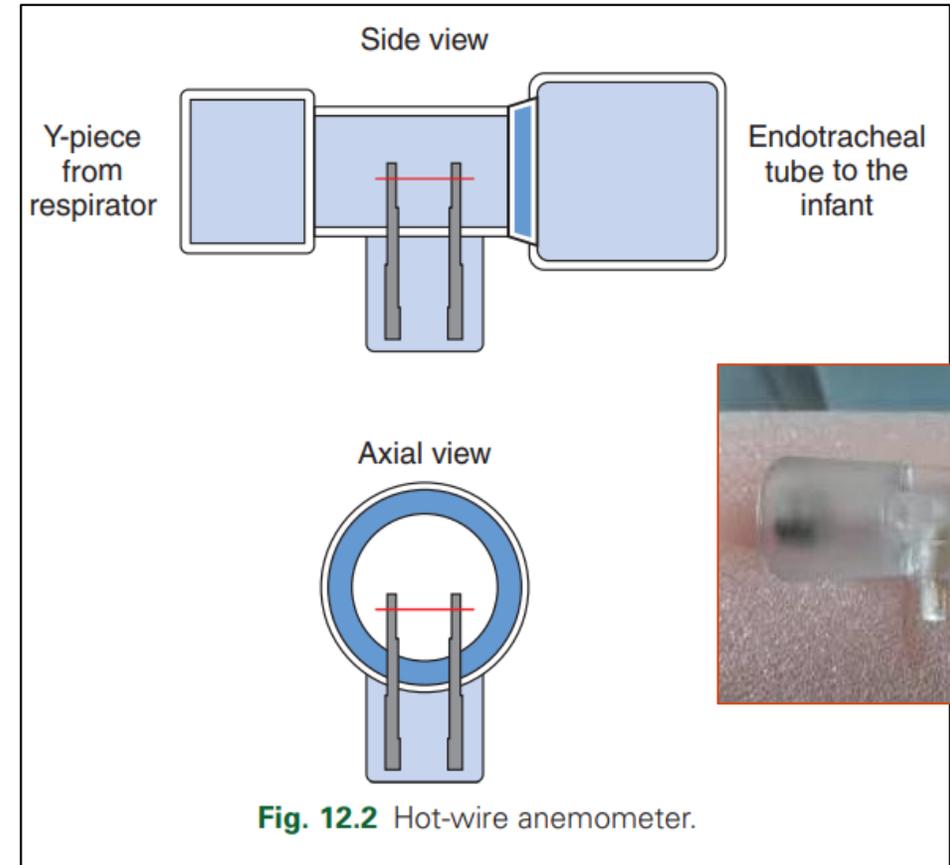
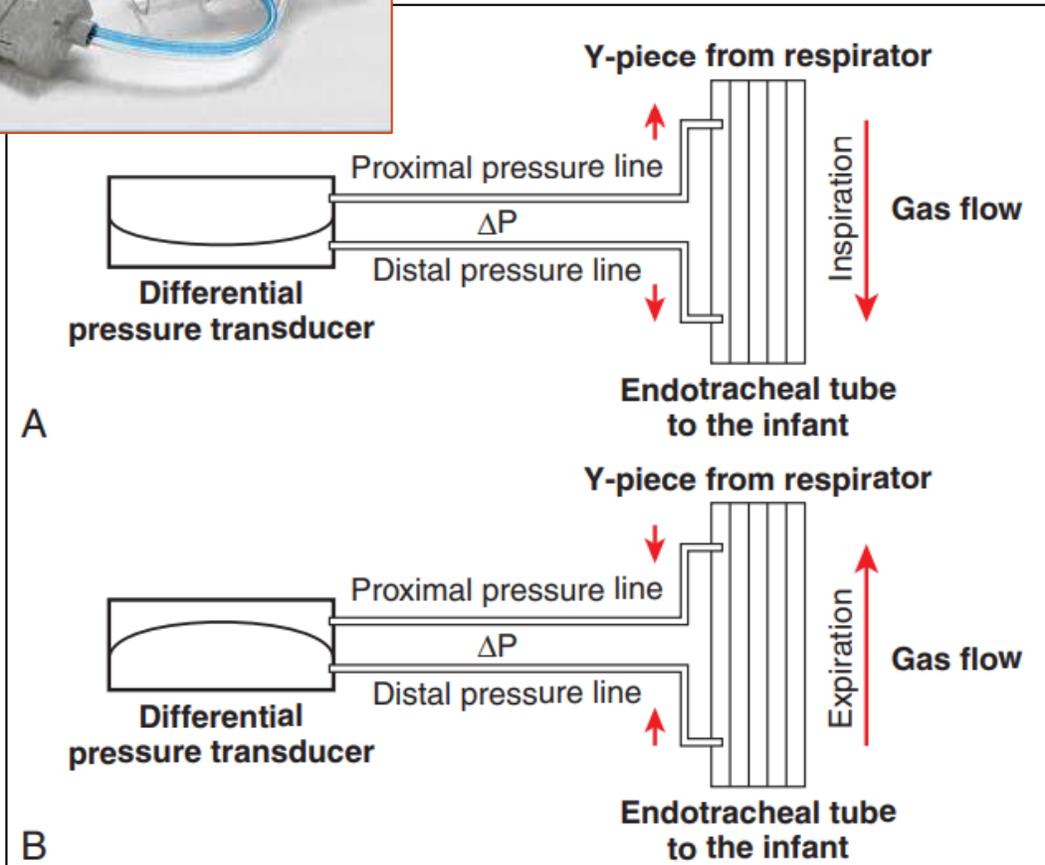




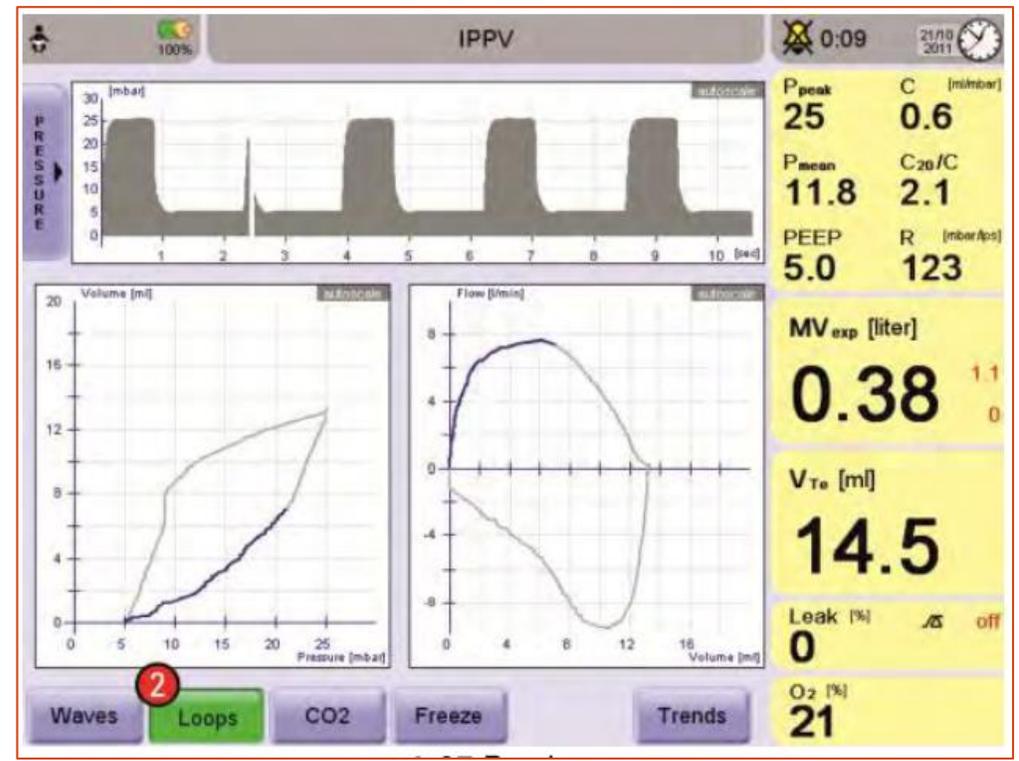
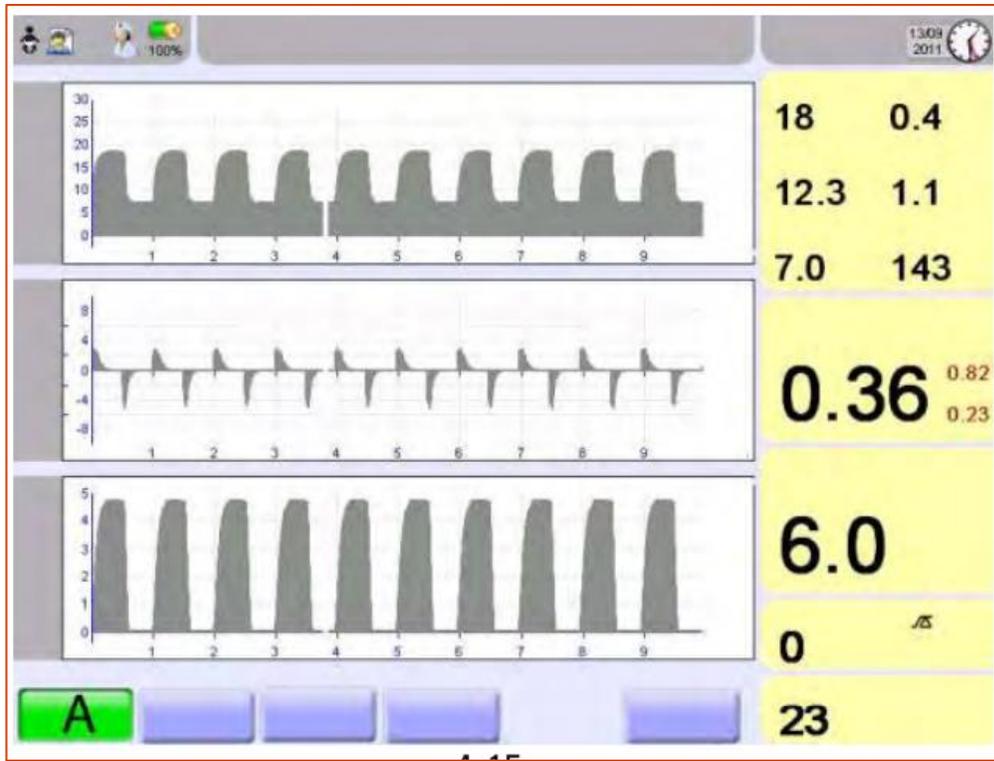
MONITOREO GRÁFICO



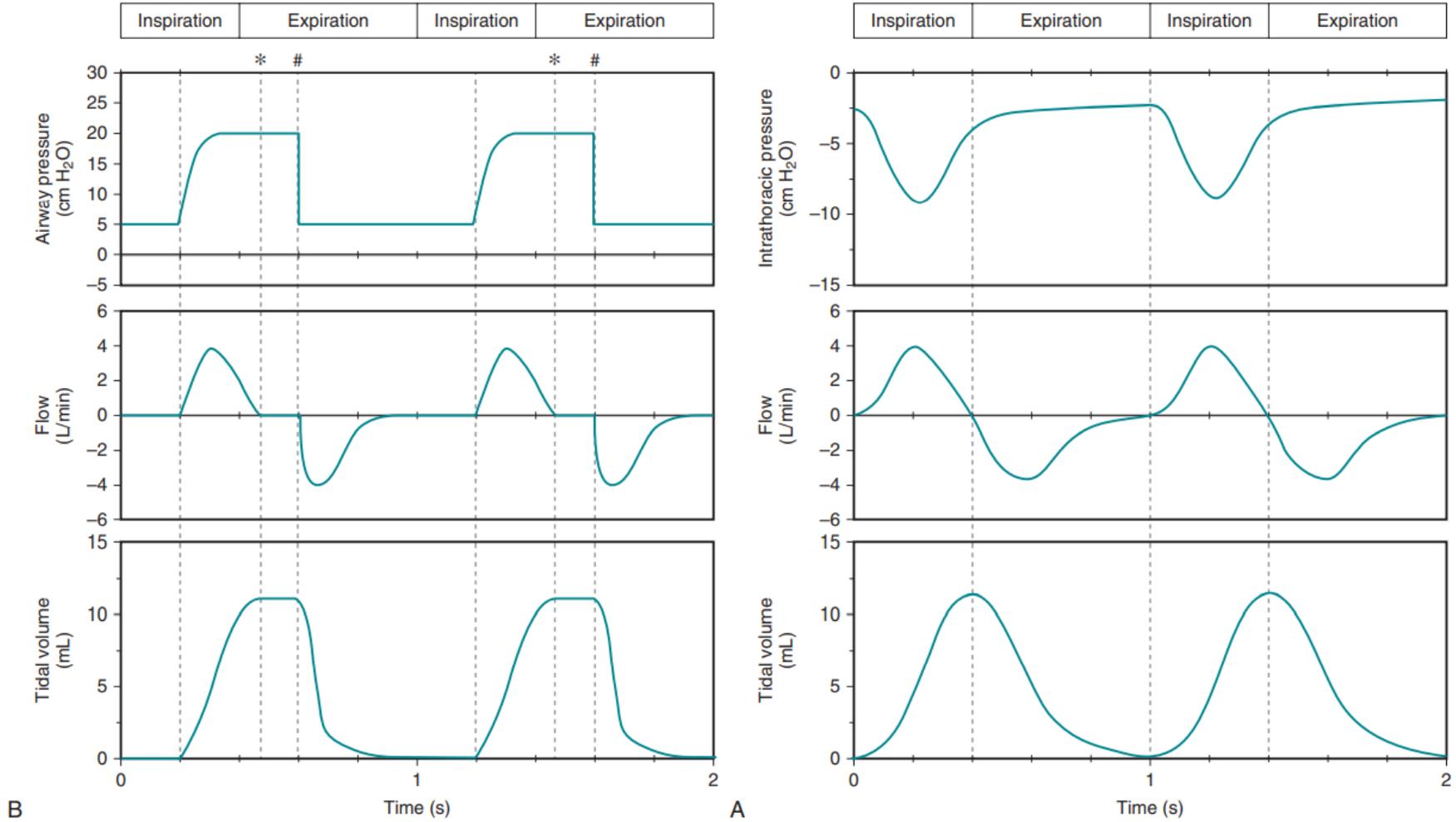
SENSOR DE FLUJO



MONITOREO VENTILACIÓN MECÁNICA

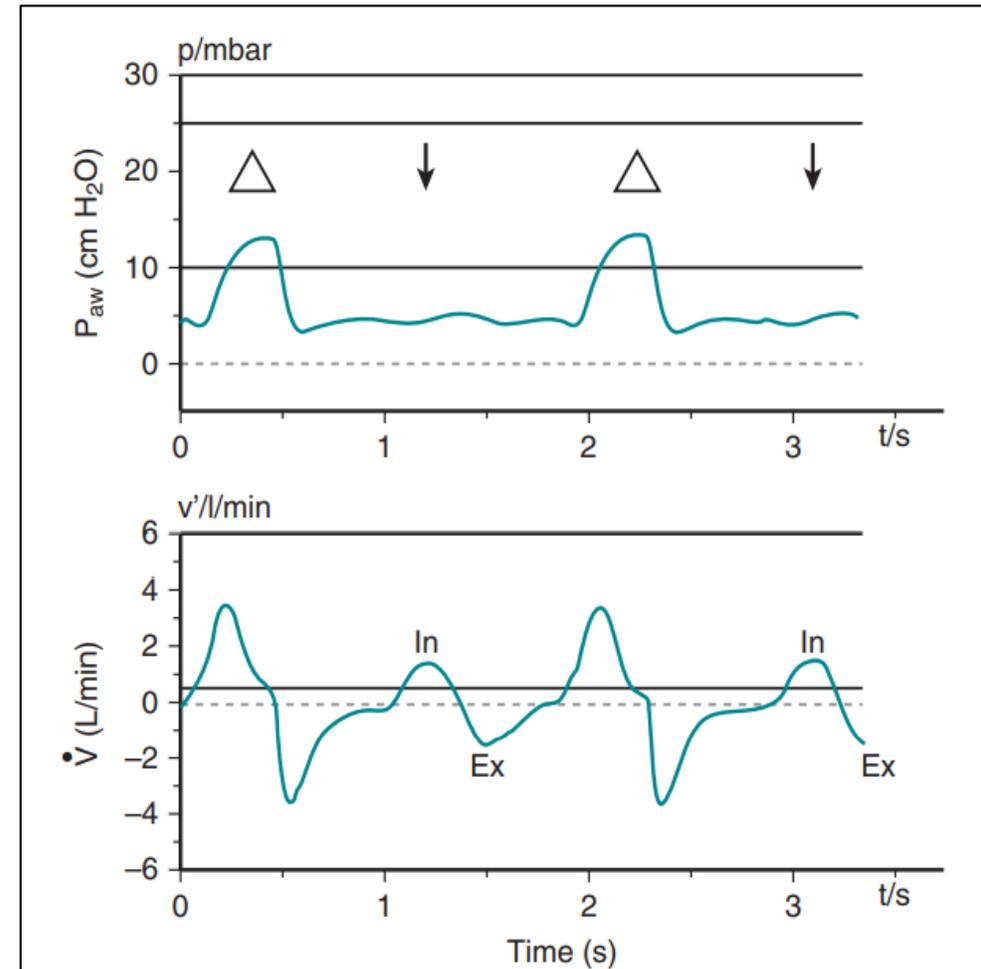
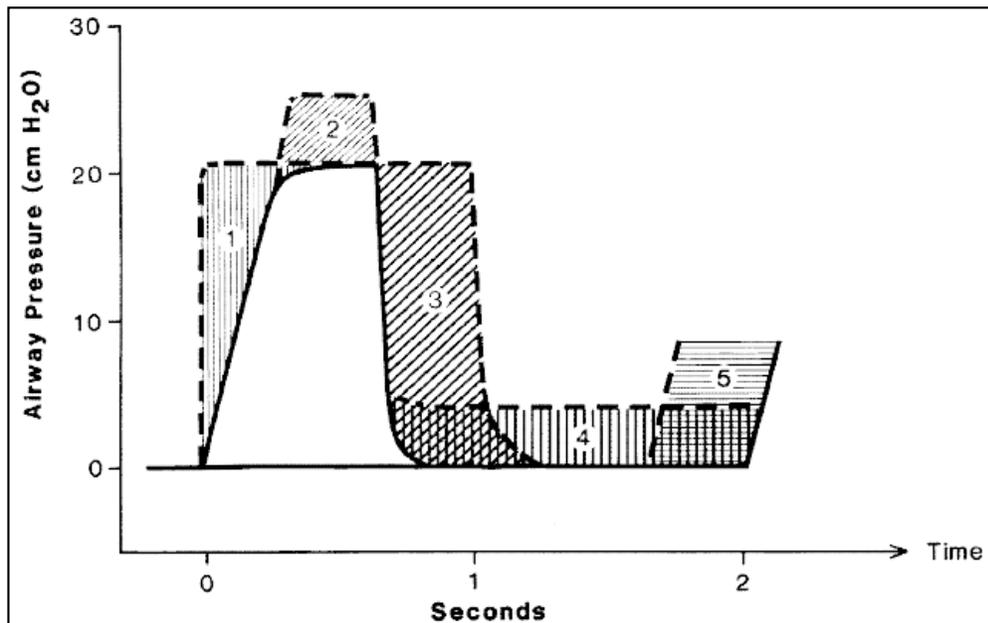


Curvas de presión, flujo y volumen en VM y respiración espontánea

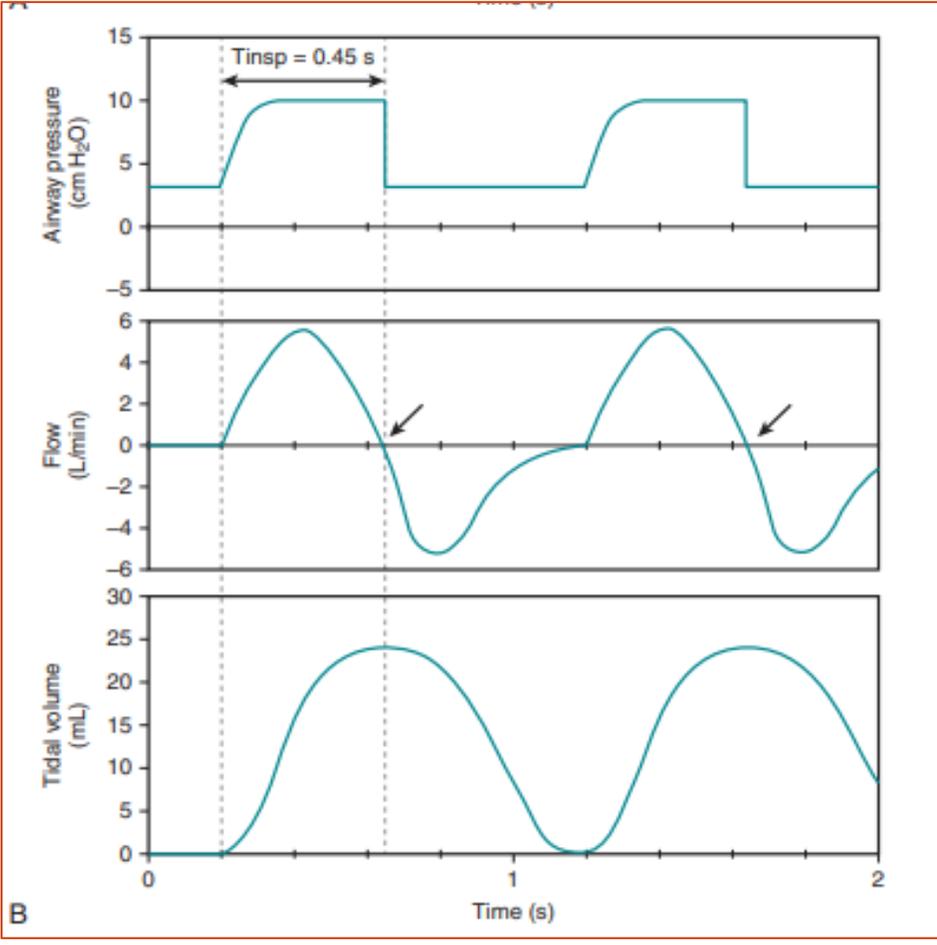
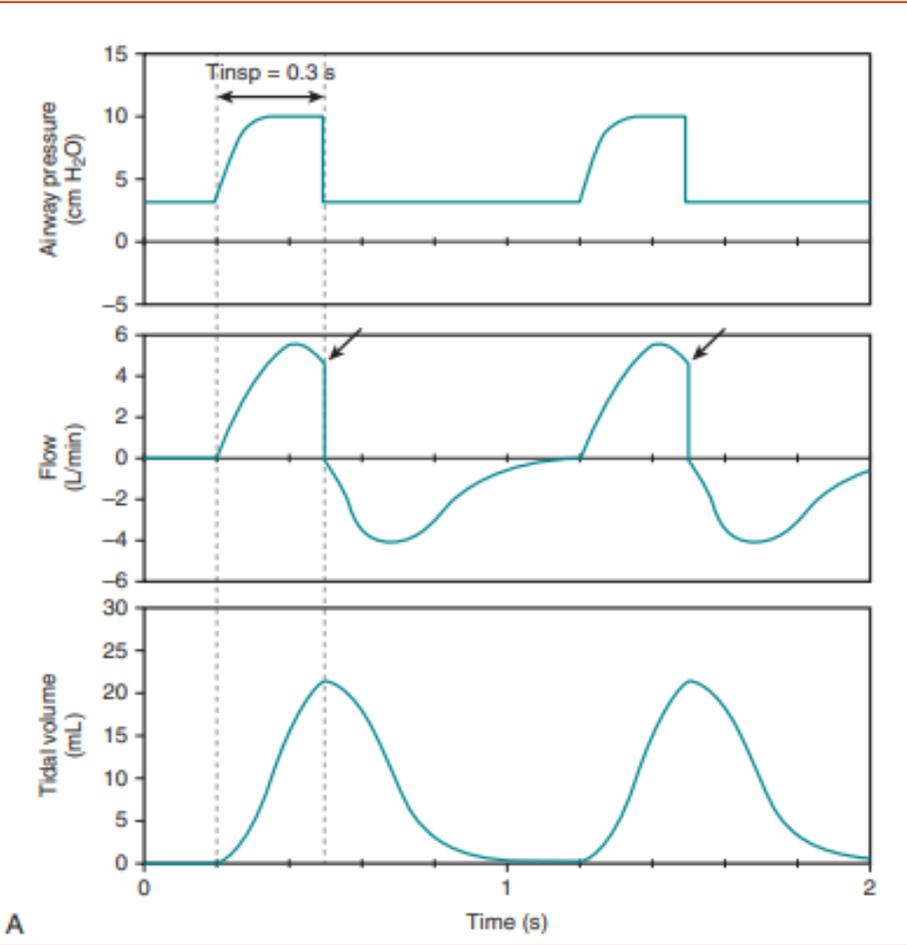


Curva de presión

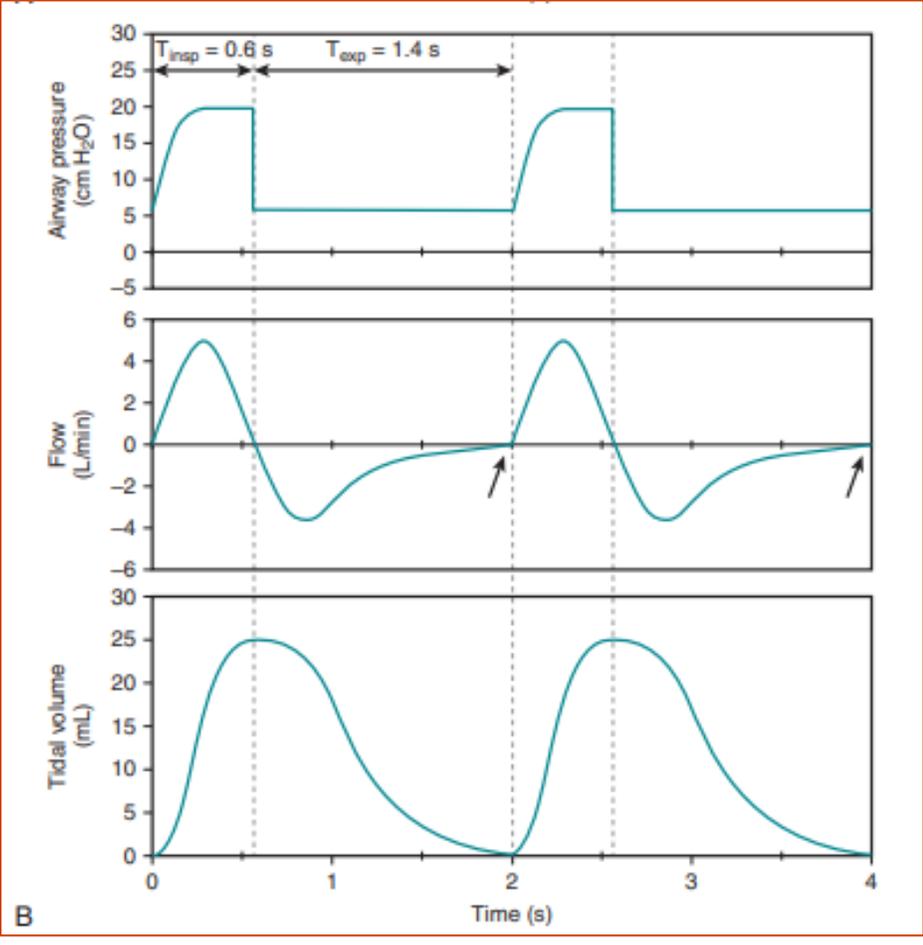
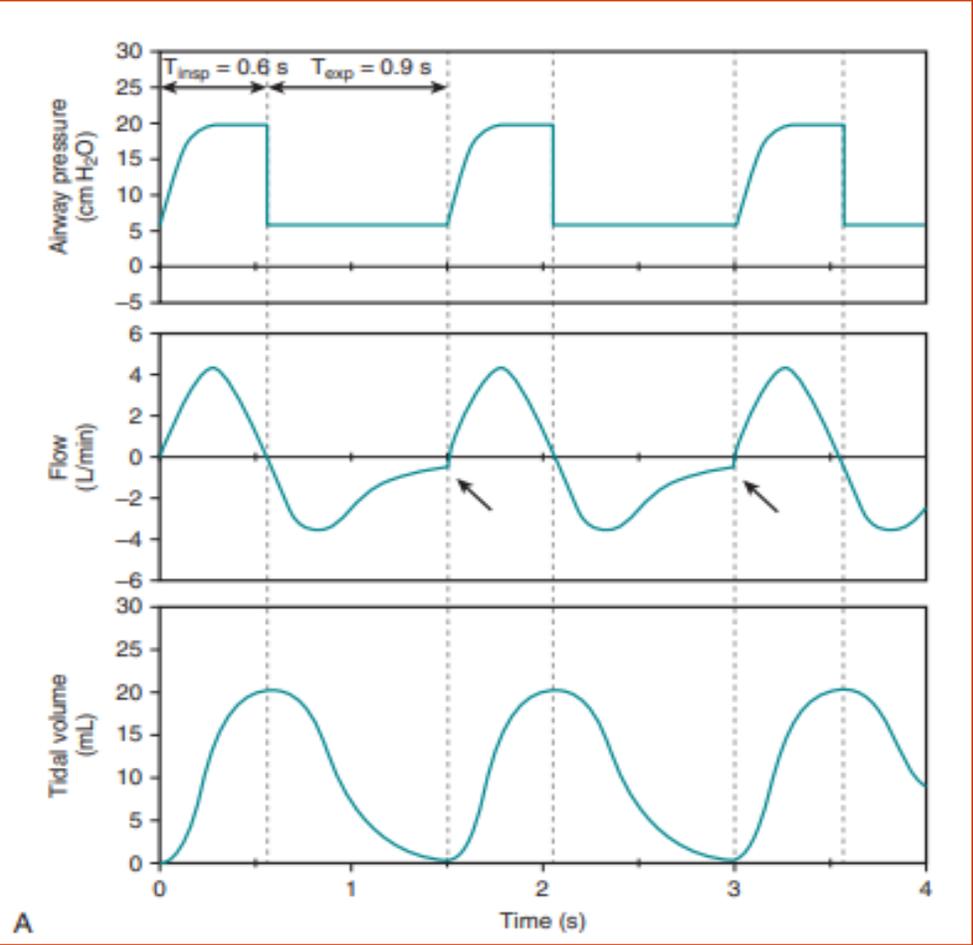
- El monitoreo de la presión es útil para confirmar las presiones establecidas que administra el ventilador y como una señal de referencia para interpretar las señales de flujo y VT.



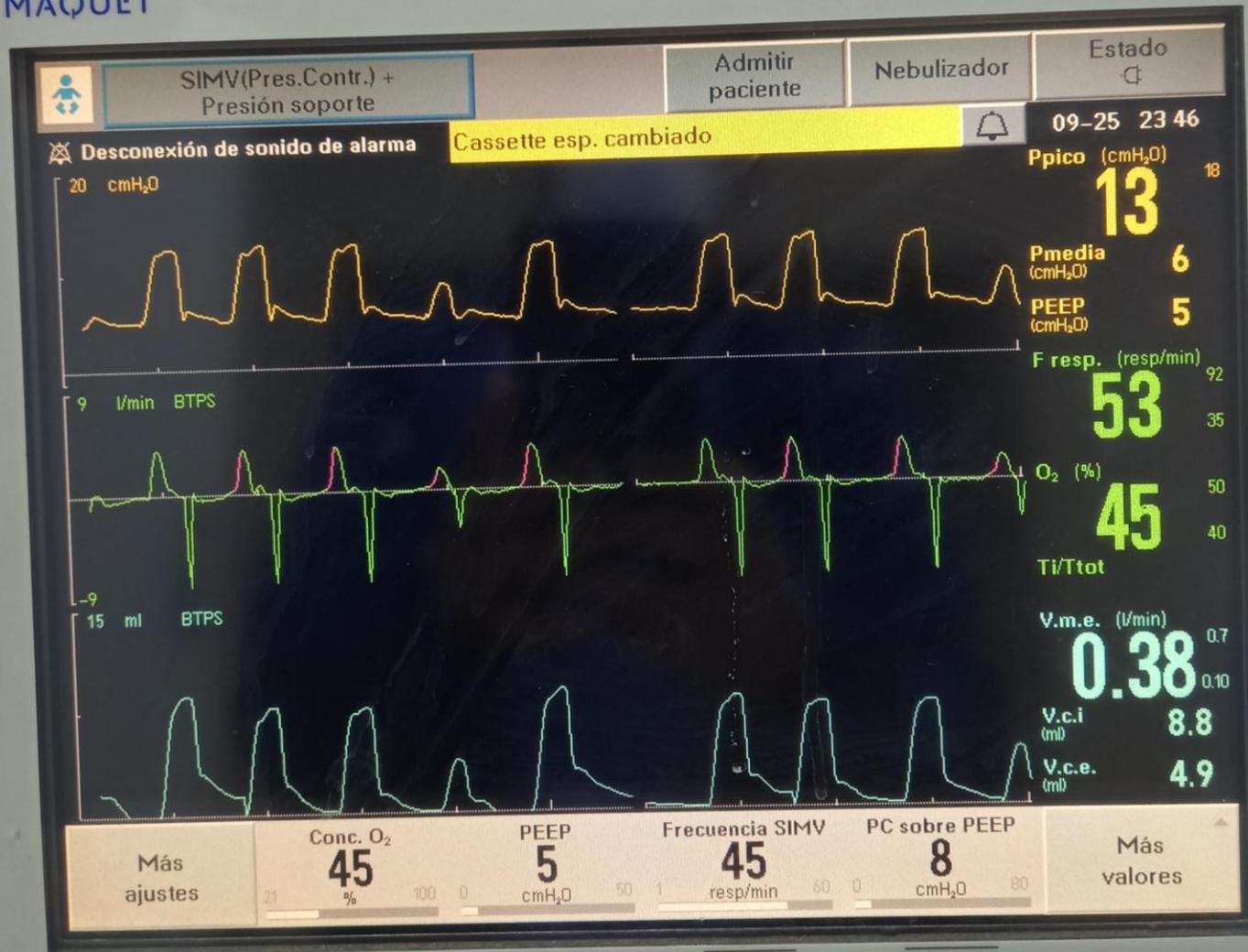
Valoración del tiempo inspiratorio



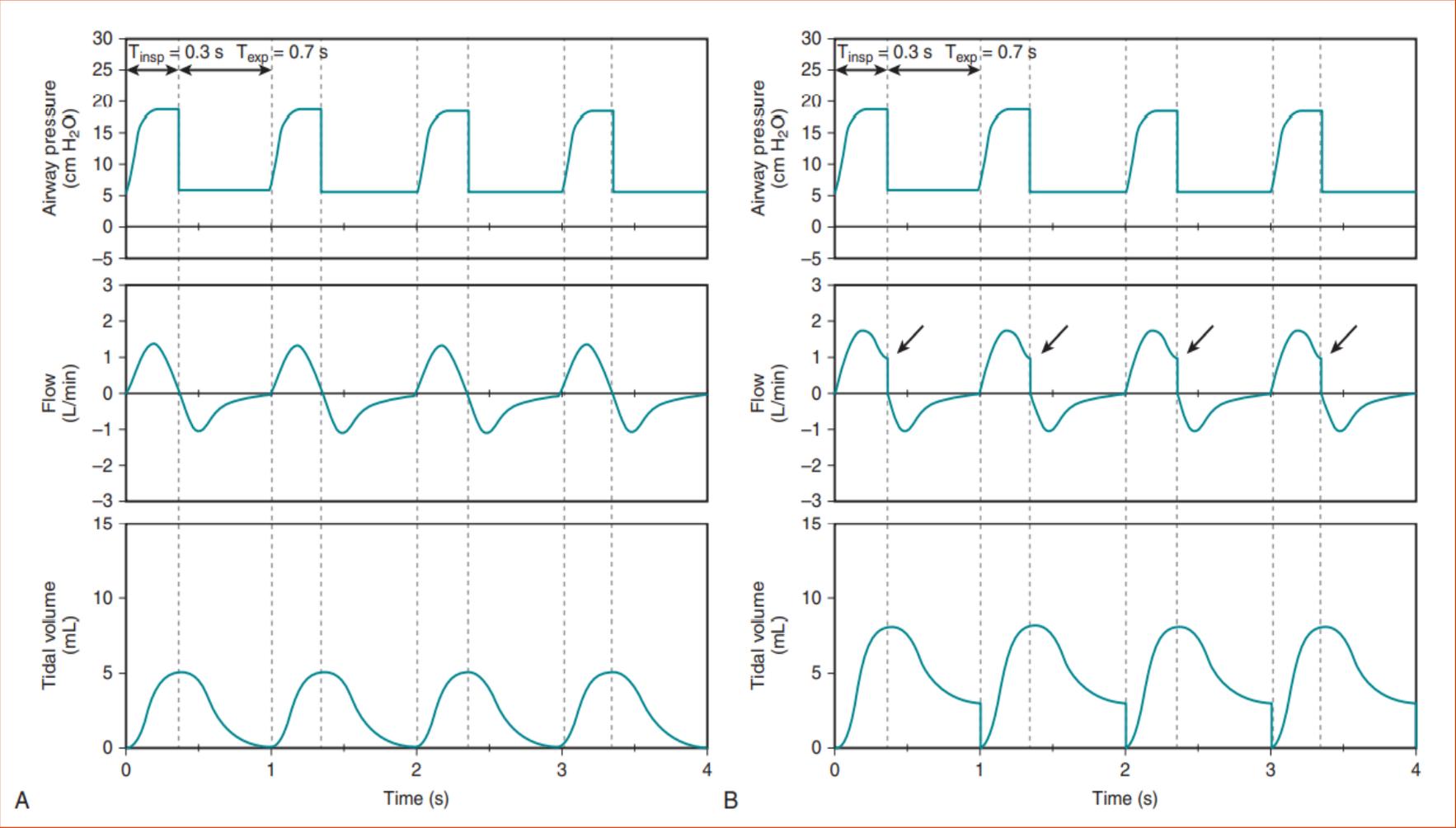
Valoración del tiempo espiratorio



MAQUET

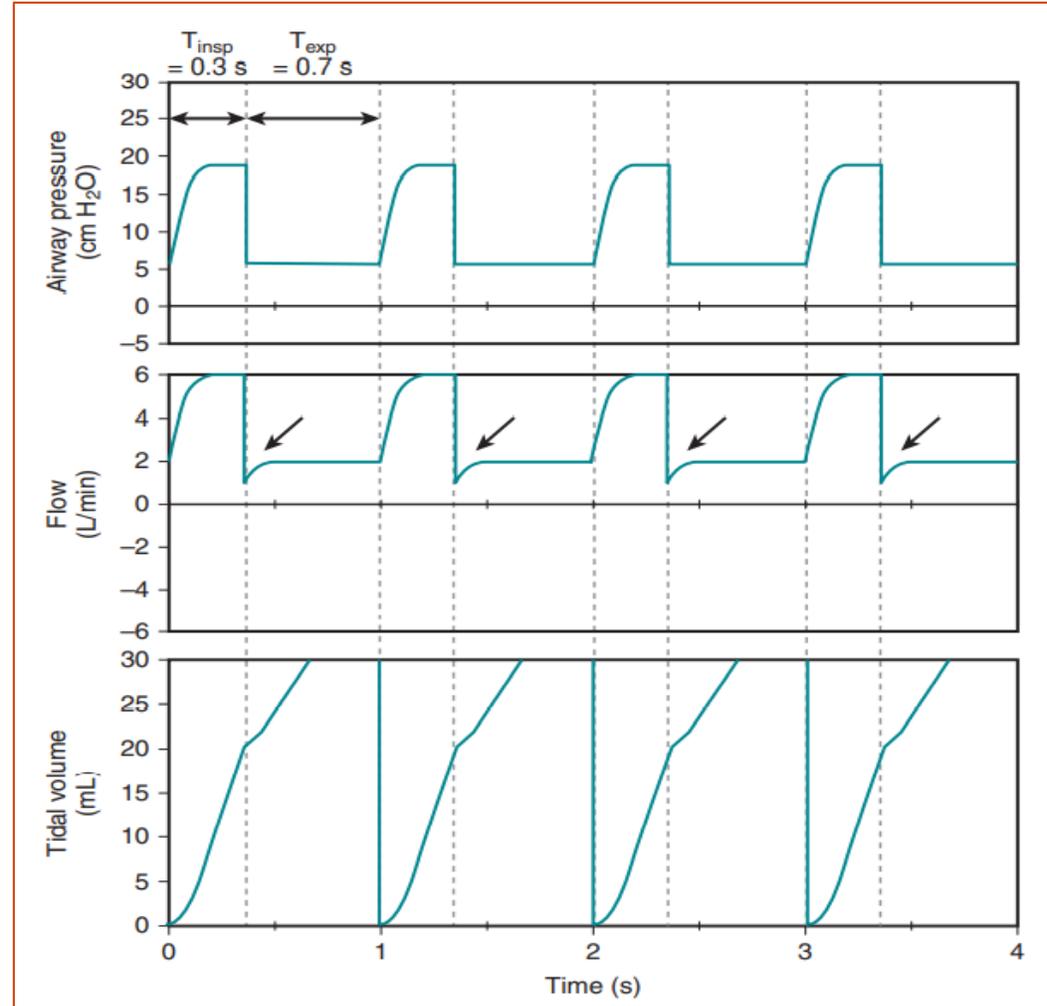


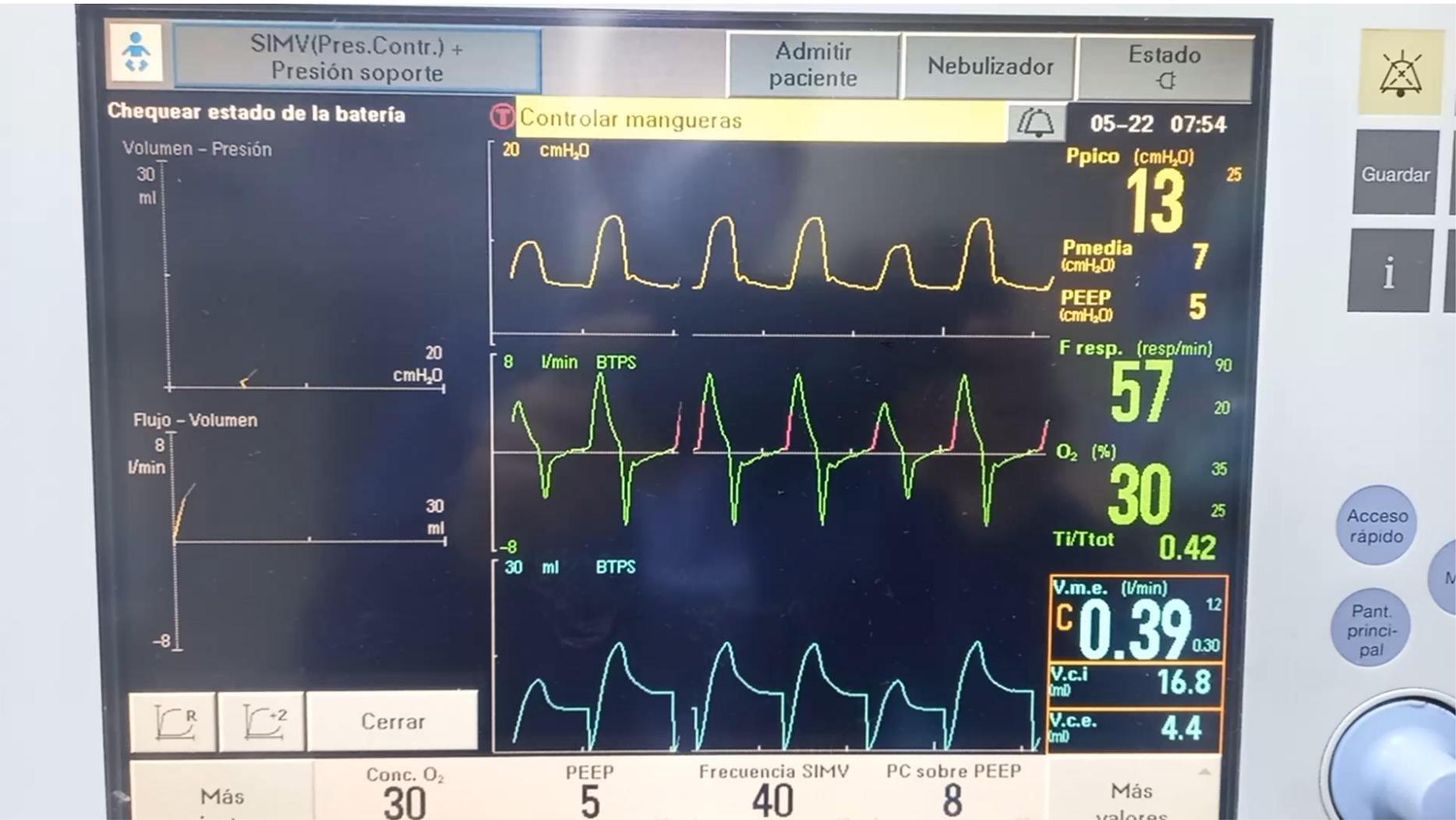
Efecto de la fuga del TET en las curvas de flujo y volumen tidal



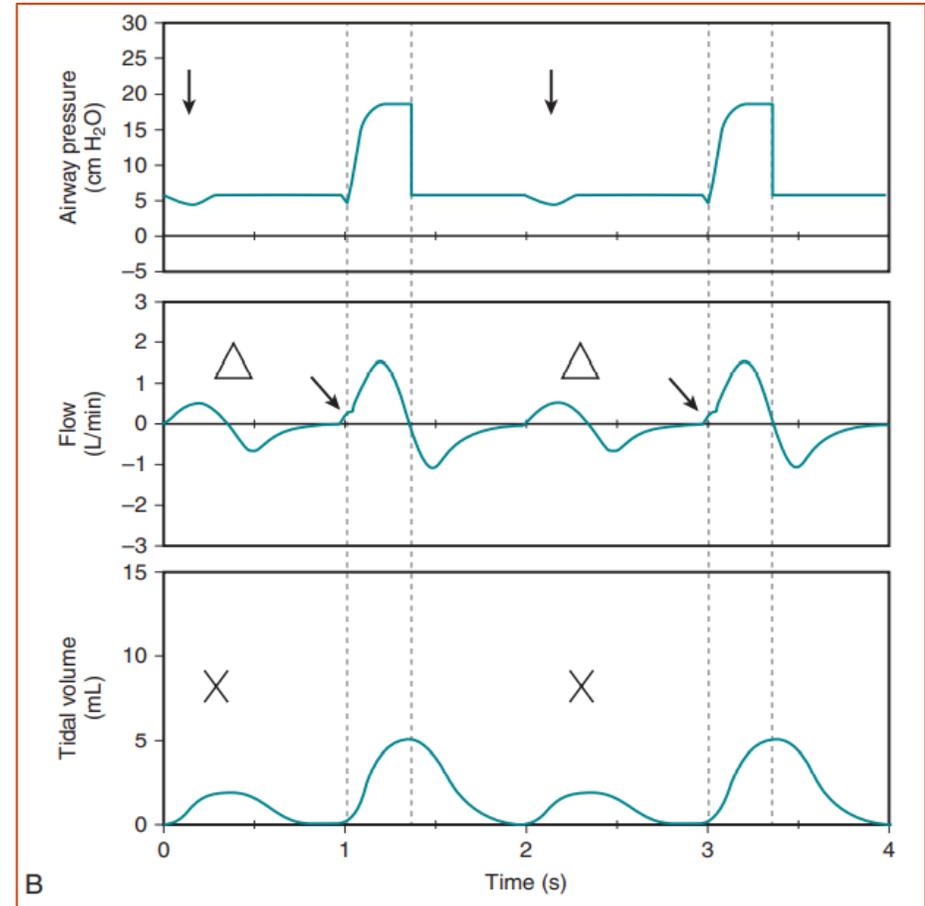
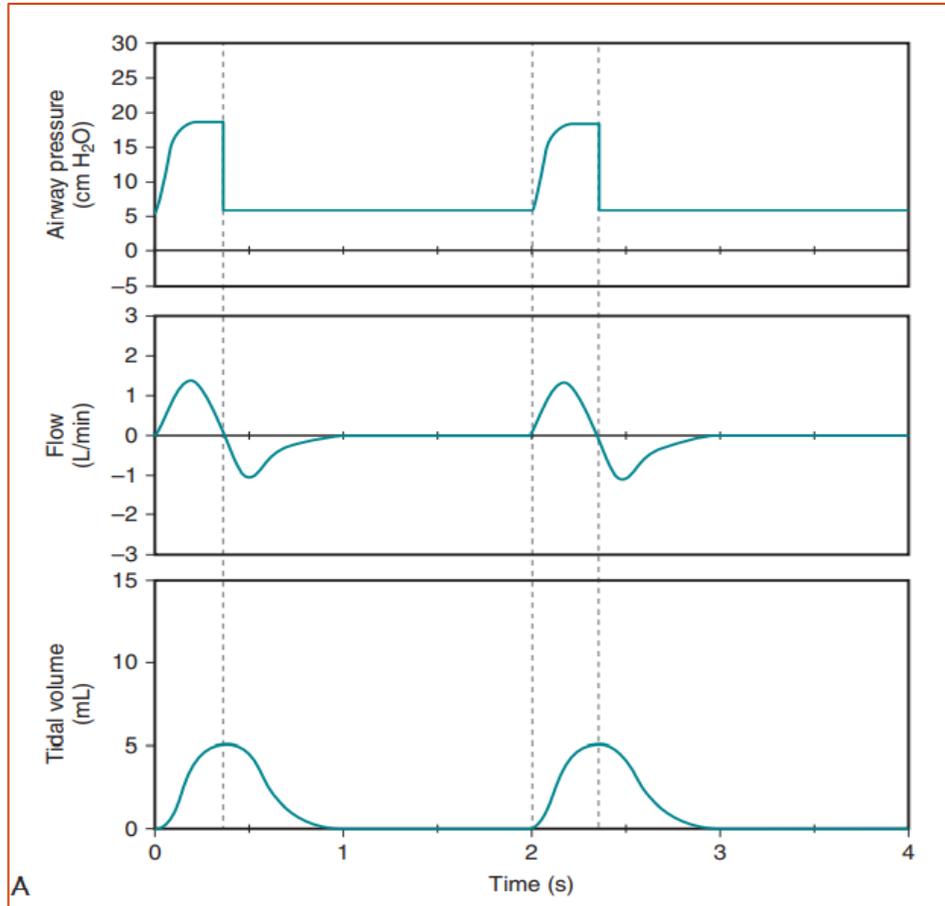
Efecto de las fugas del TET

- En presencia de una fuga del tubo endotraqueal, el VT inspiratorio es mayor que el espiratorio.
- El VT exhalado sale del pulmón y, por lo tanto, es la aproximación más cercana al VT entregado al pulmón.
- Los ajustes del ventilador para alcanzar un determinado VT siempre deben basarse en el VT espiratorio en lugar del inspiratorio.

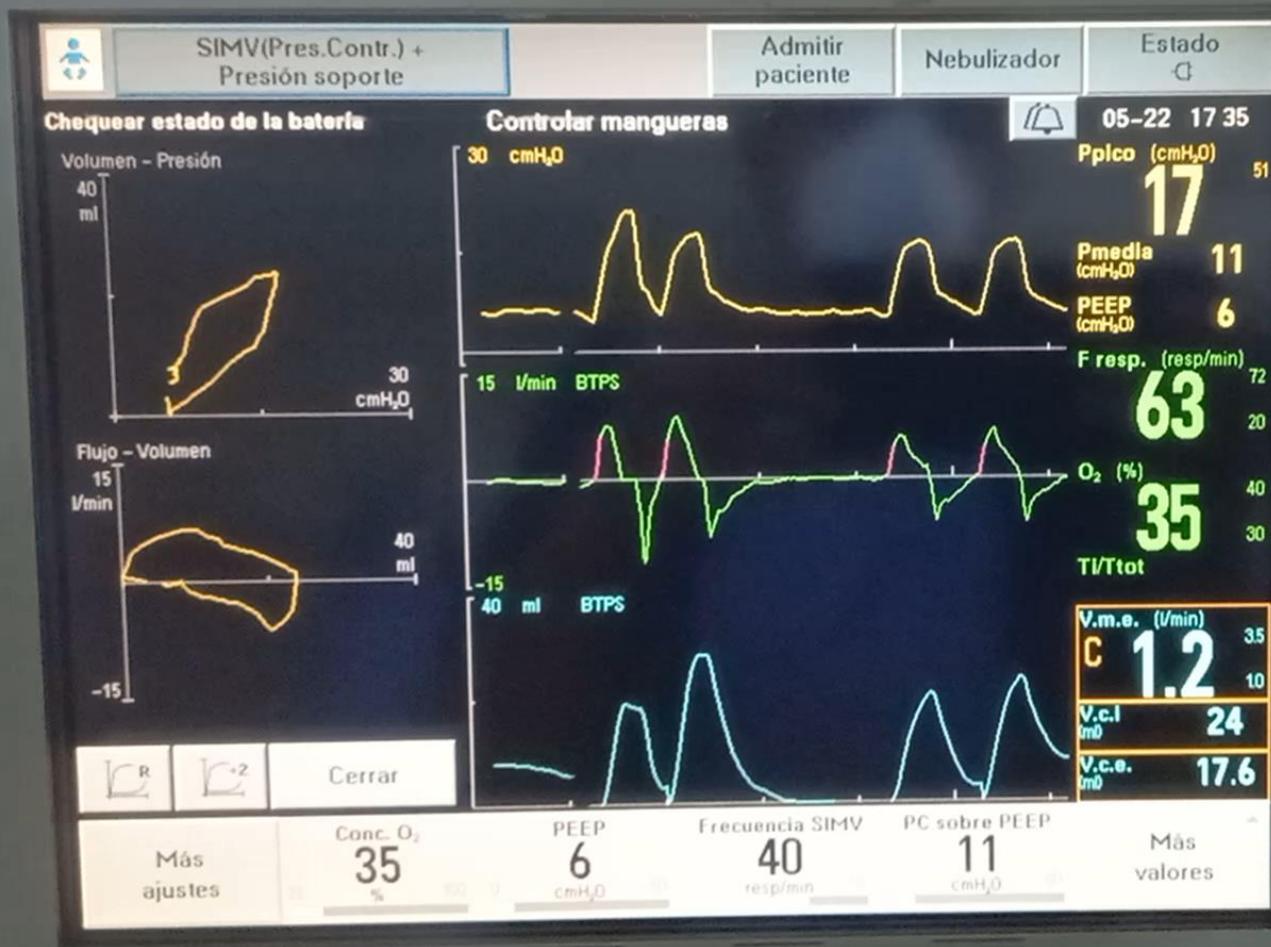




Reconocimiento de los esfuerzos espontáneos del paciente



MAQUET



Perfil de alarmas

Guardar Tendencias

i Acceso neural

Acceso rápido

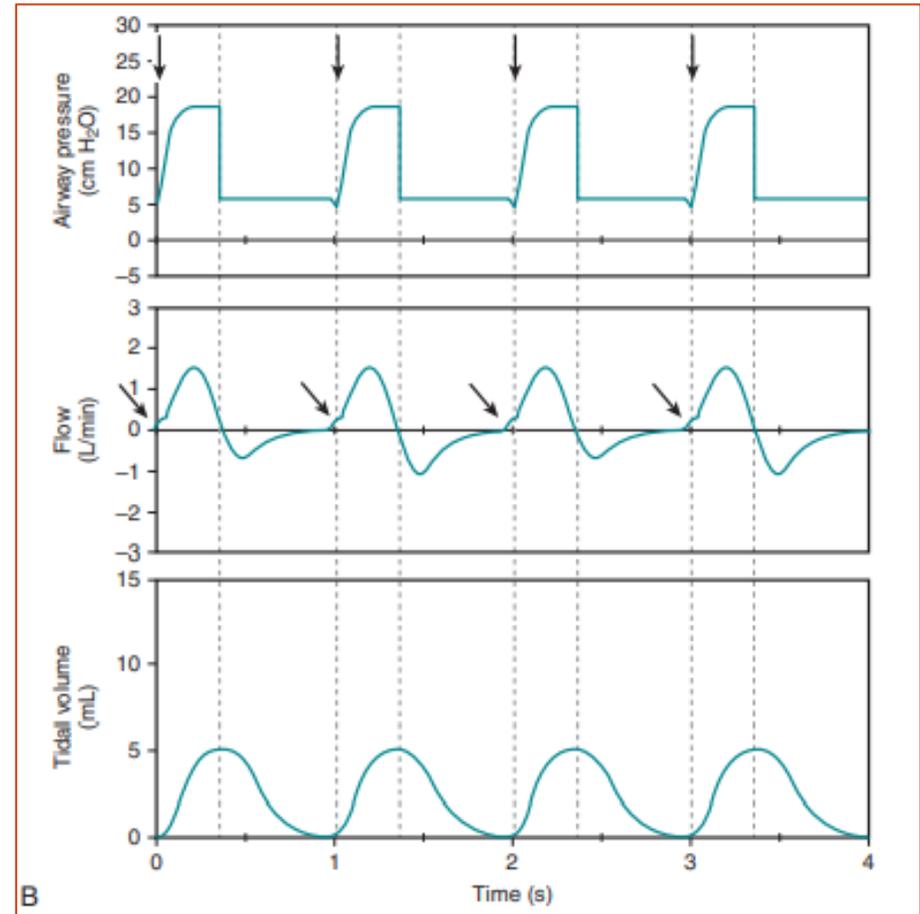
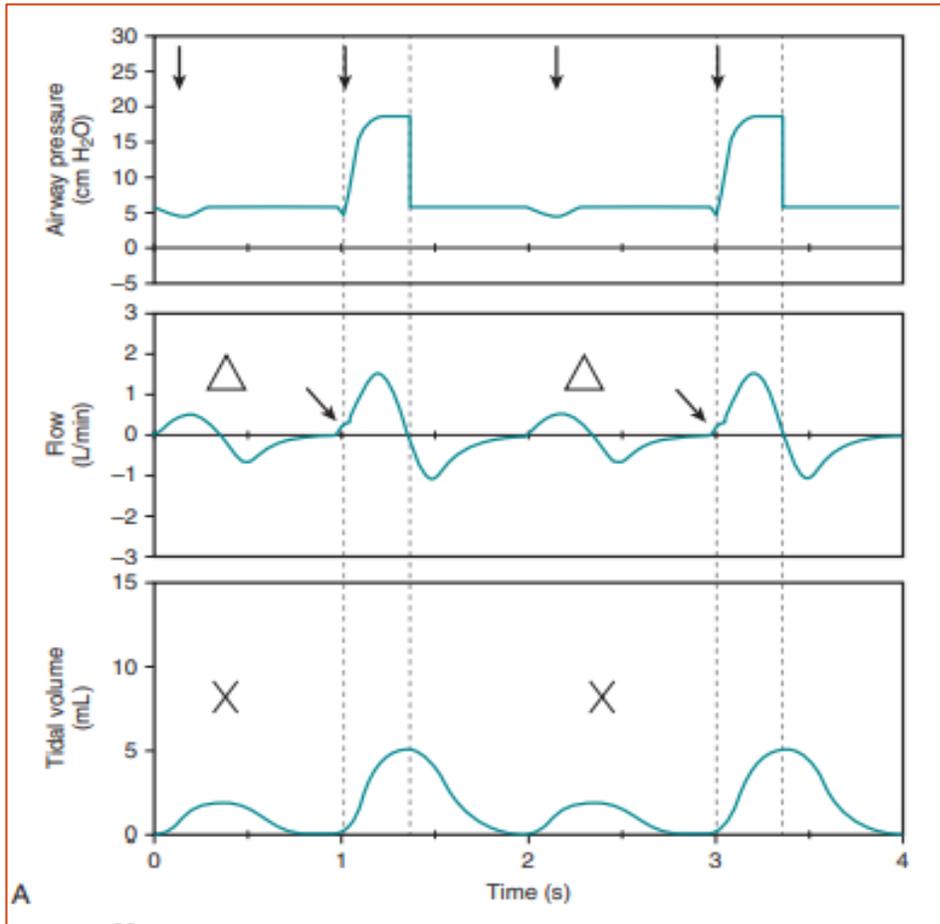
Menú

Parámetros

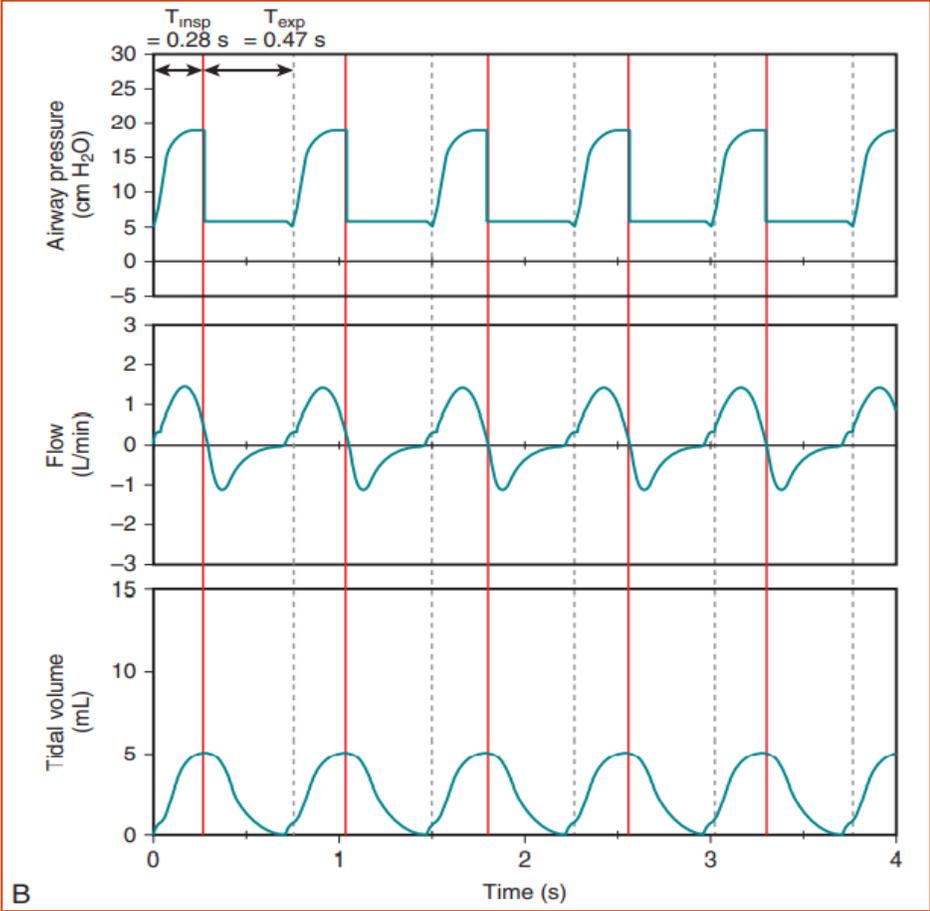
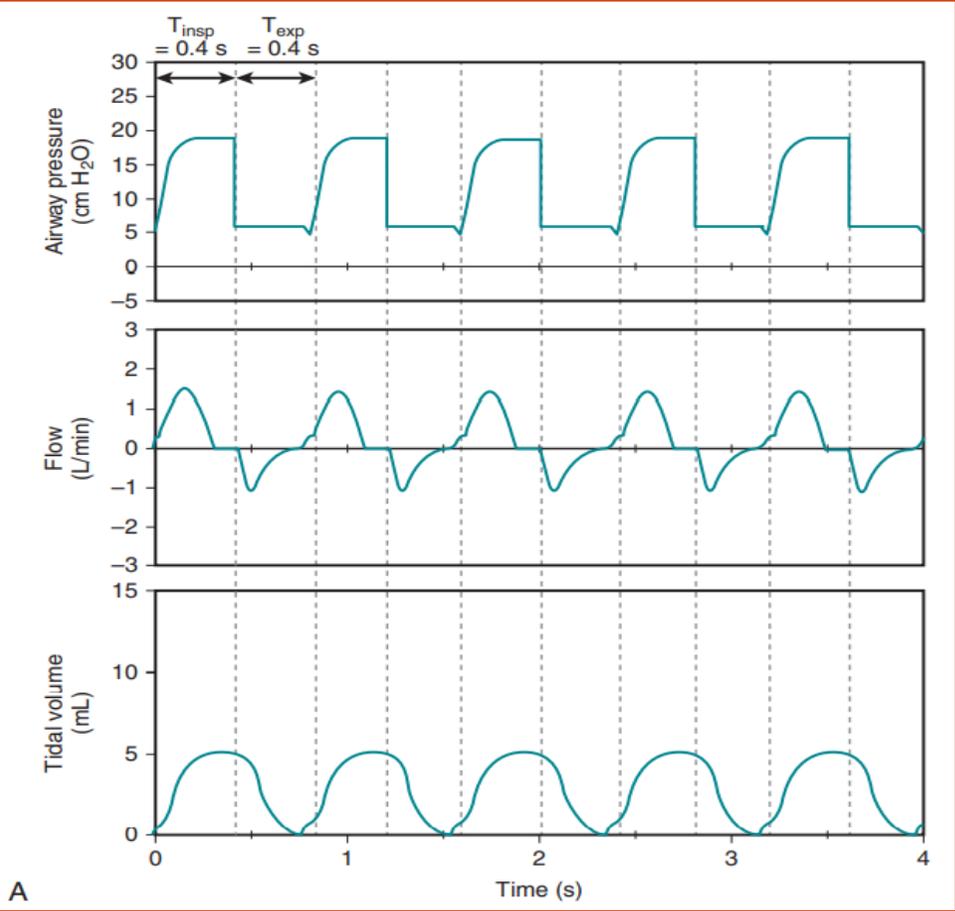
Control knob



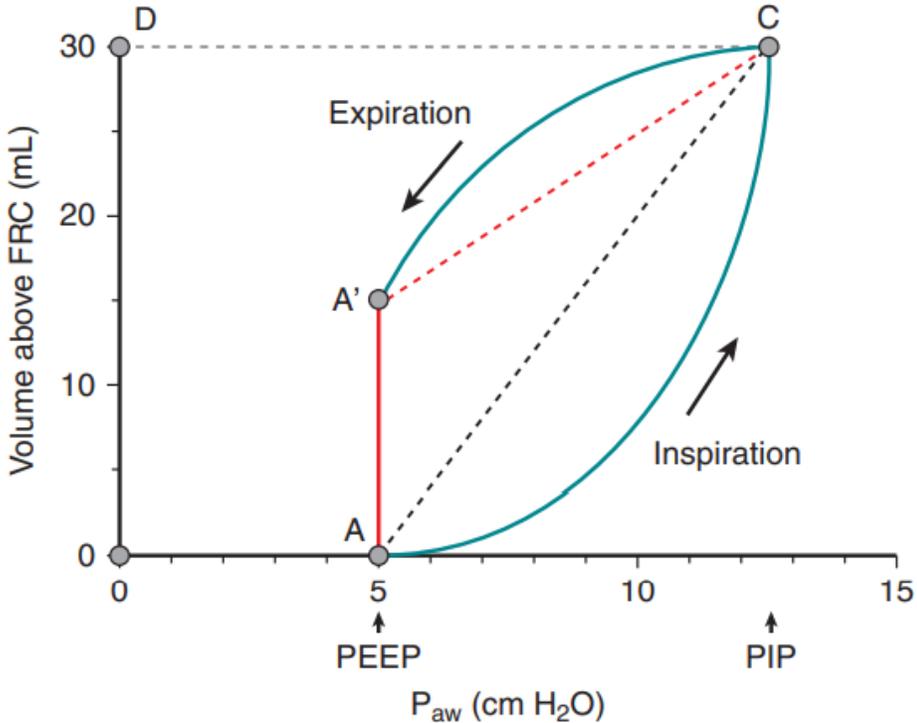
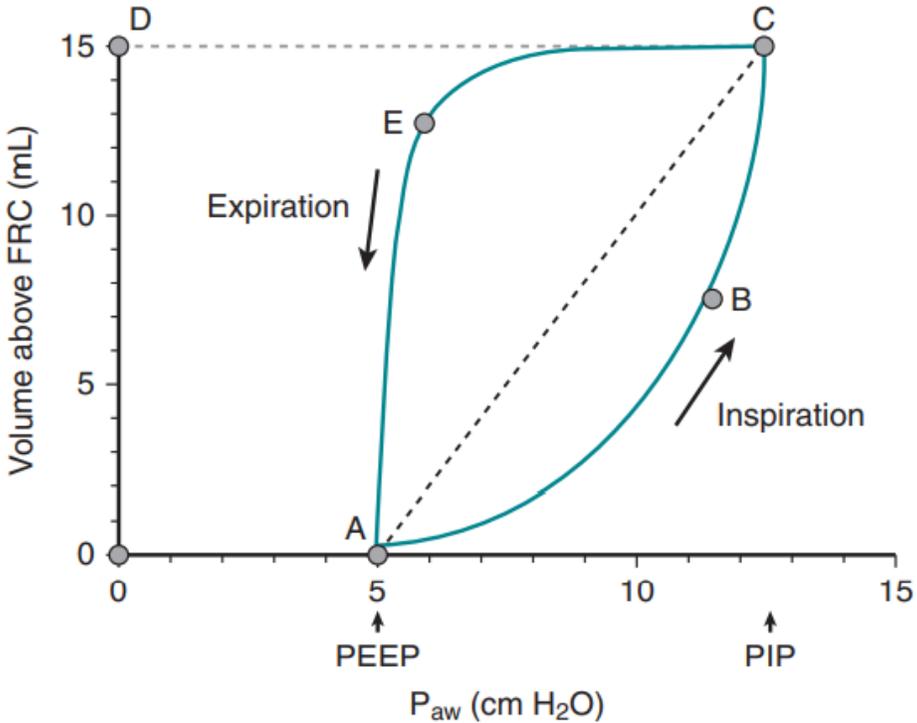
Reconocimiento de los esfuerzos espontáneos del paciente - comprobación de la sincronización



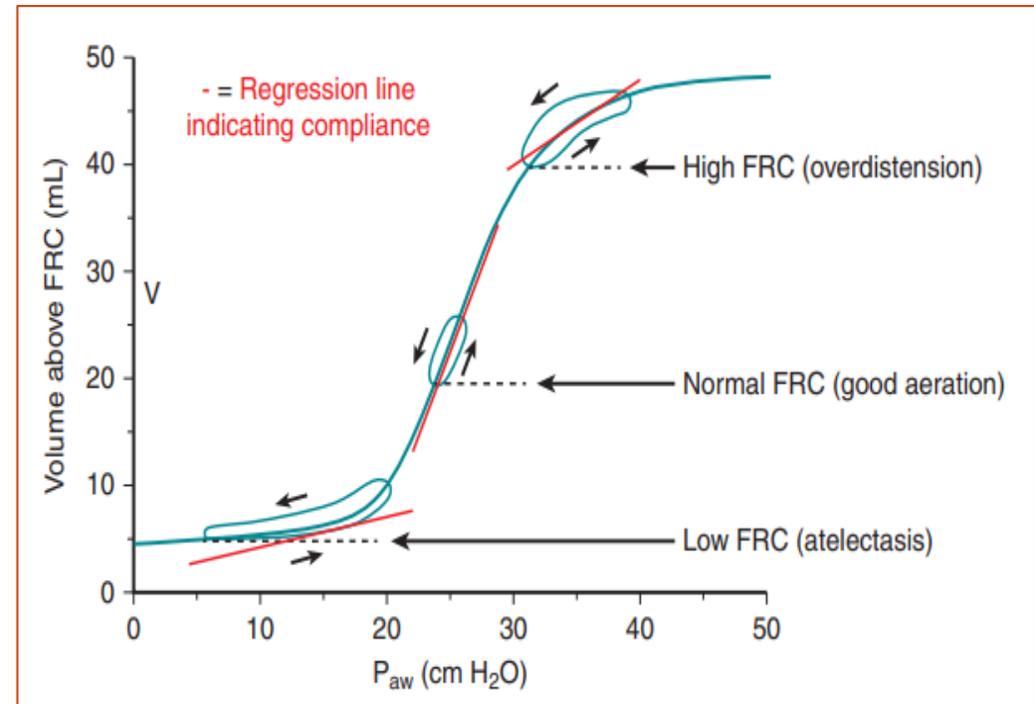
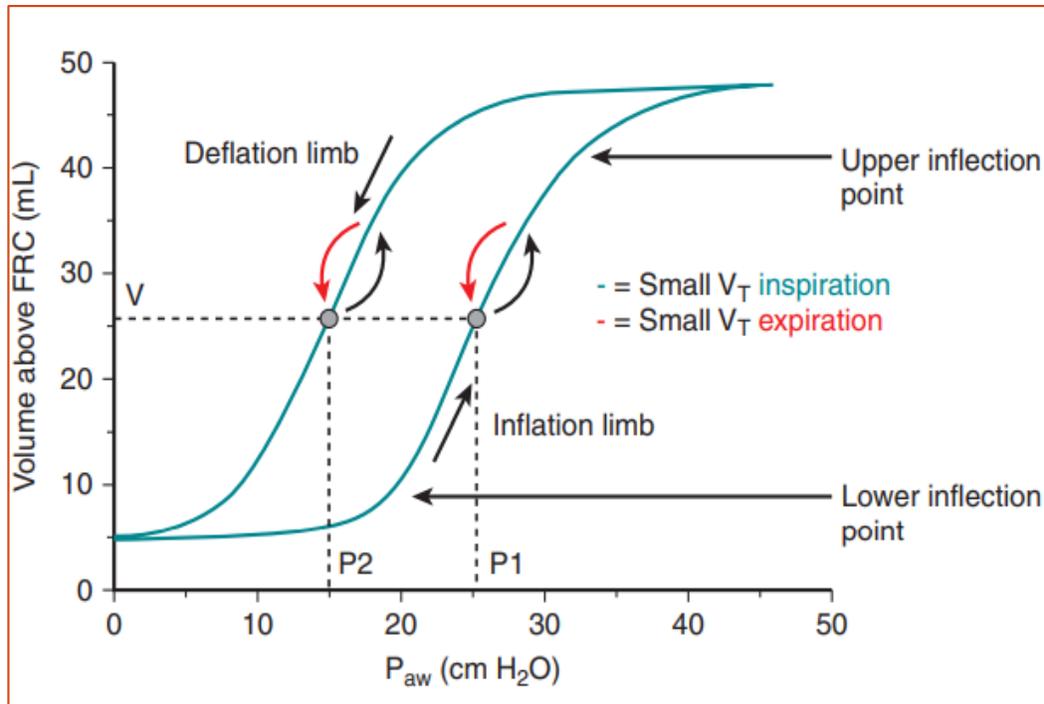
Comprobación de la sincronización inspiratoria y espiratoria.

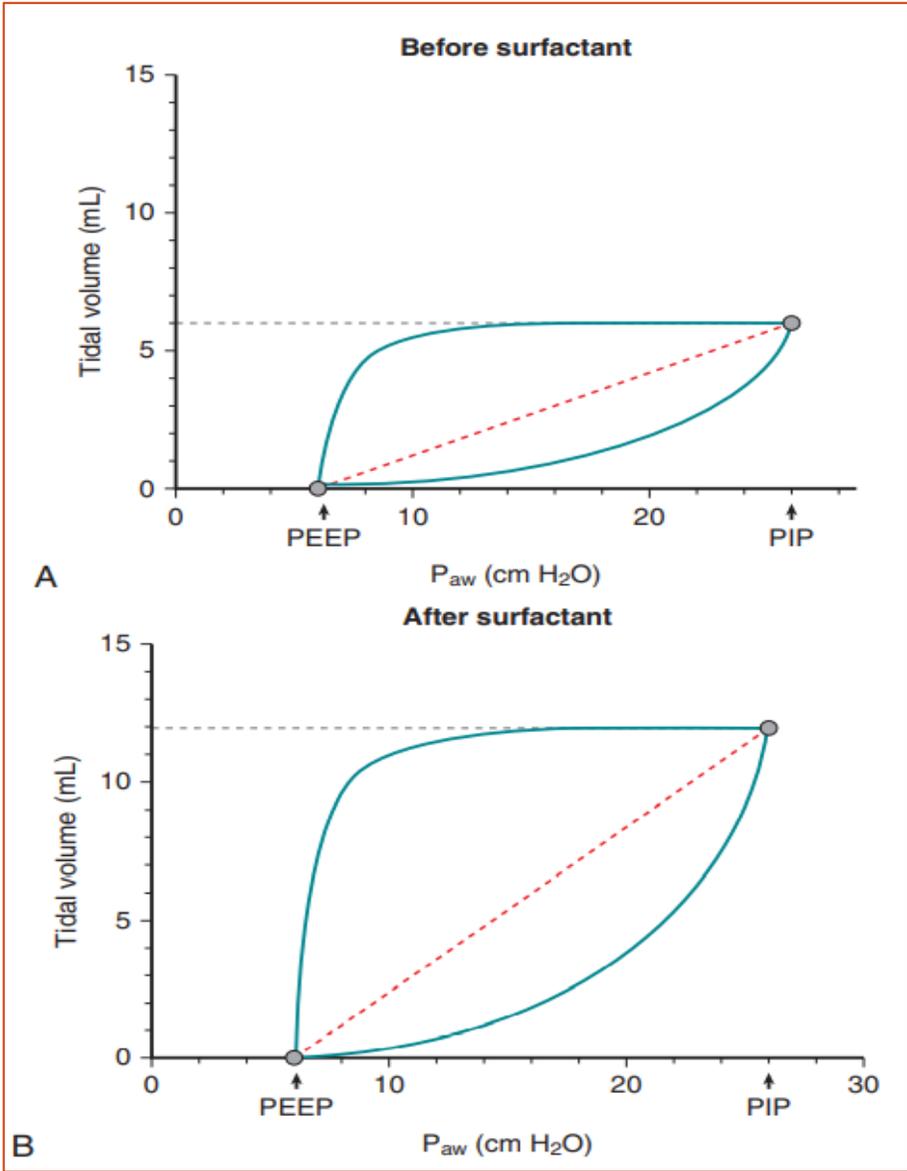
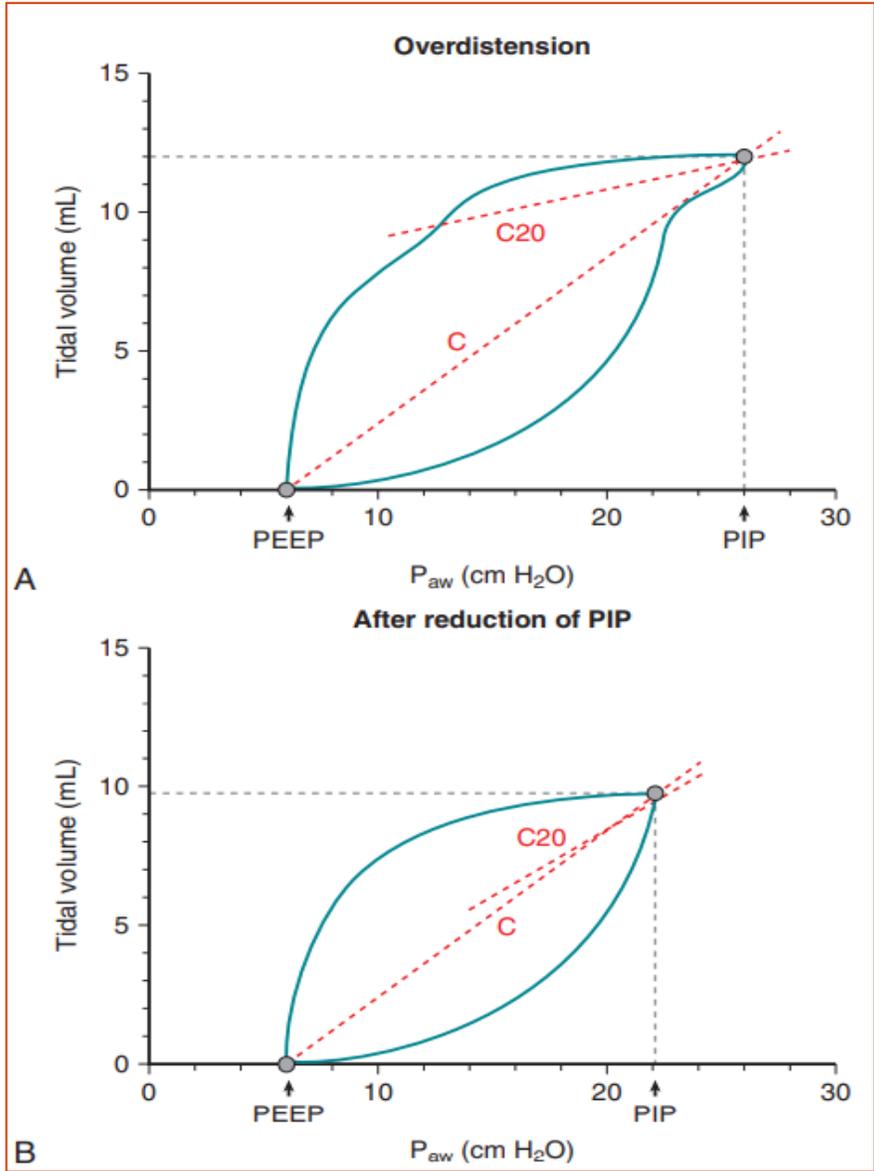


Lazo presión-volumen

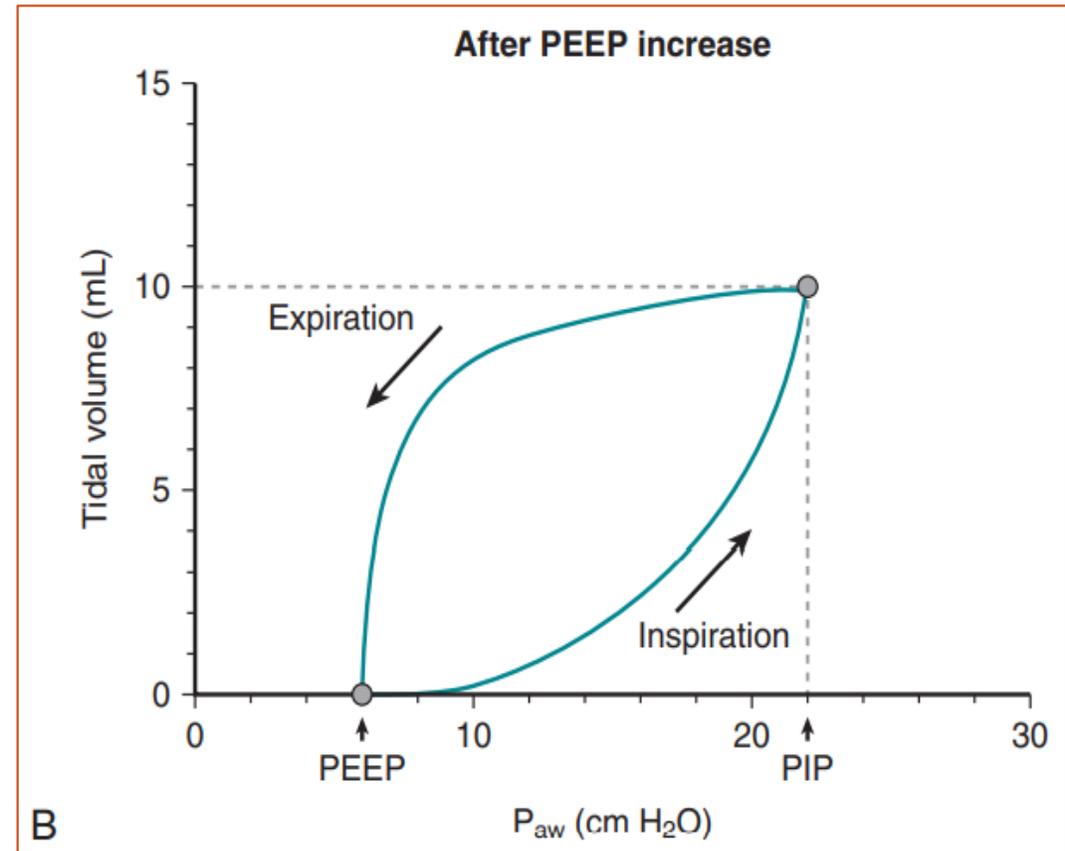
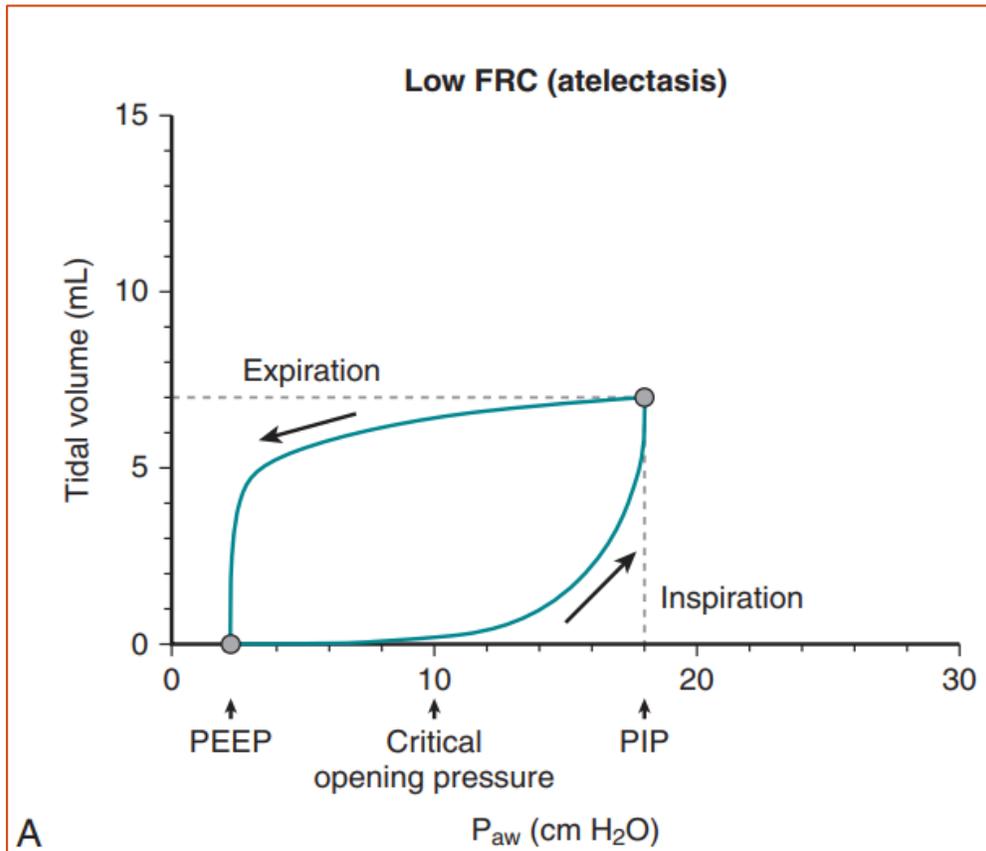


Curva de presión - volumen en la enfermedad alveolar pulmonar - reclutamiento pulmonar

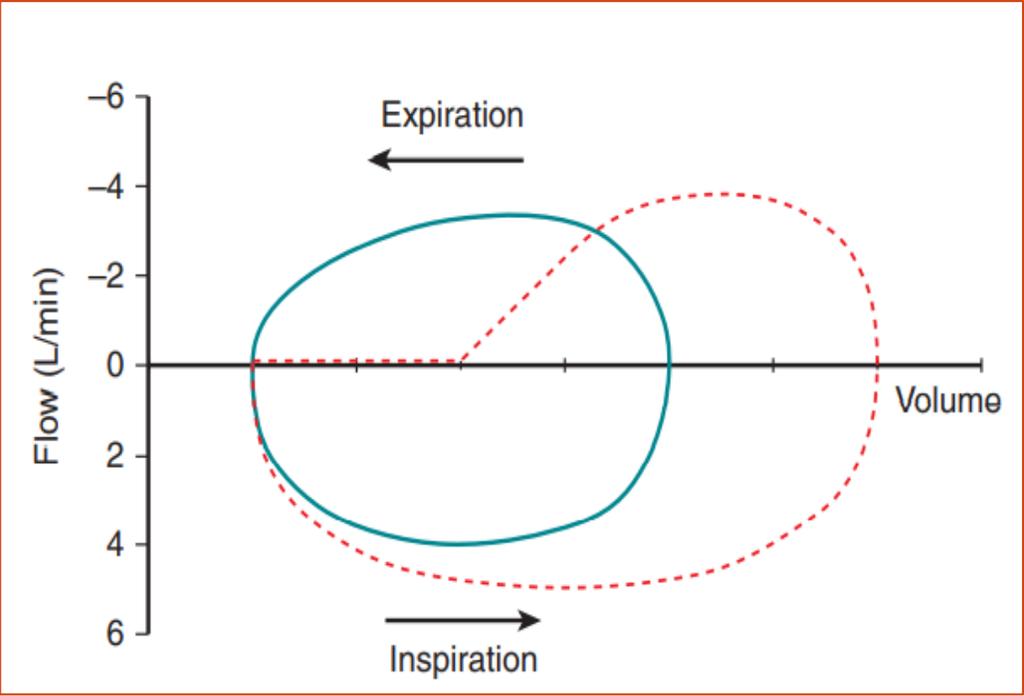
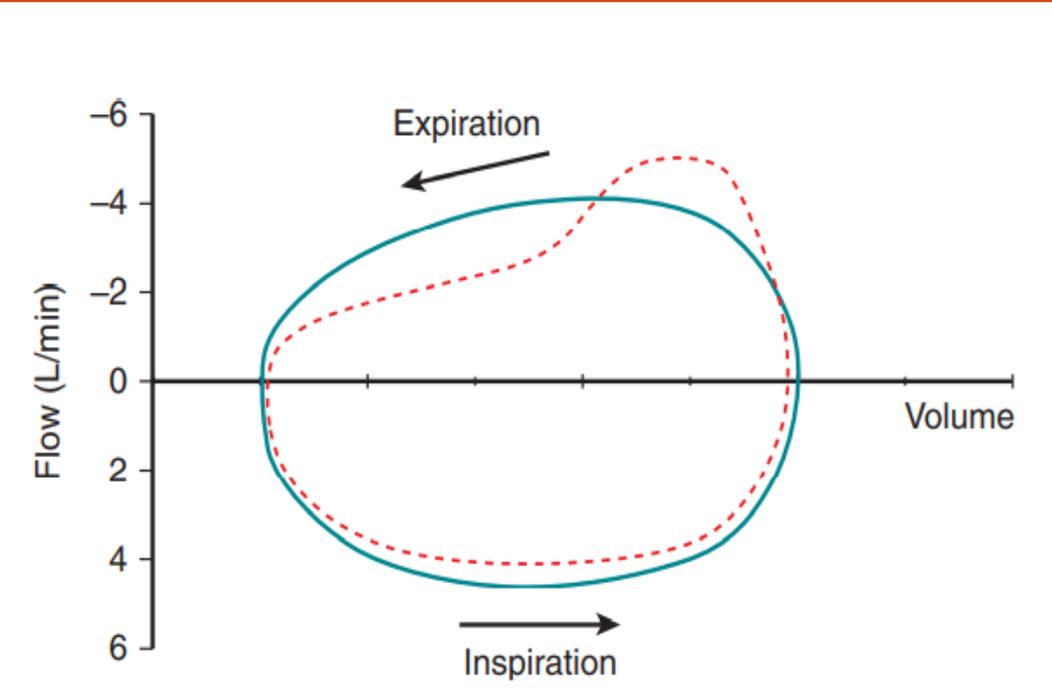




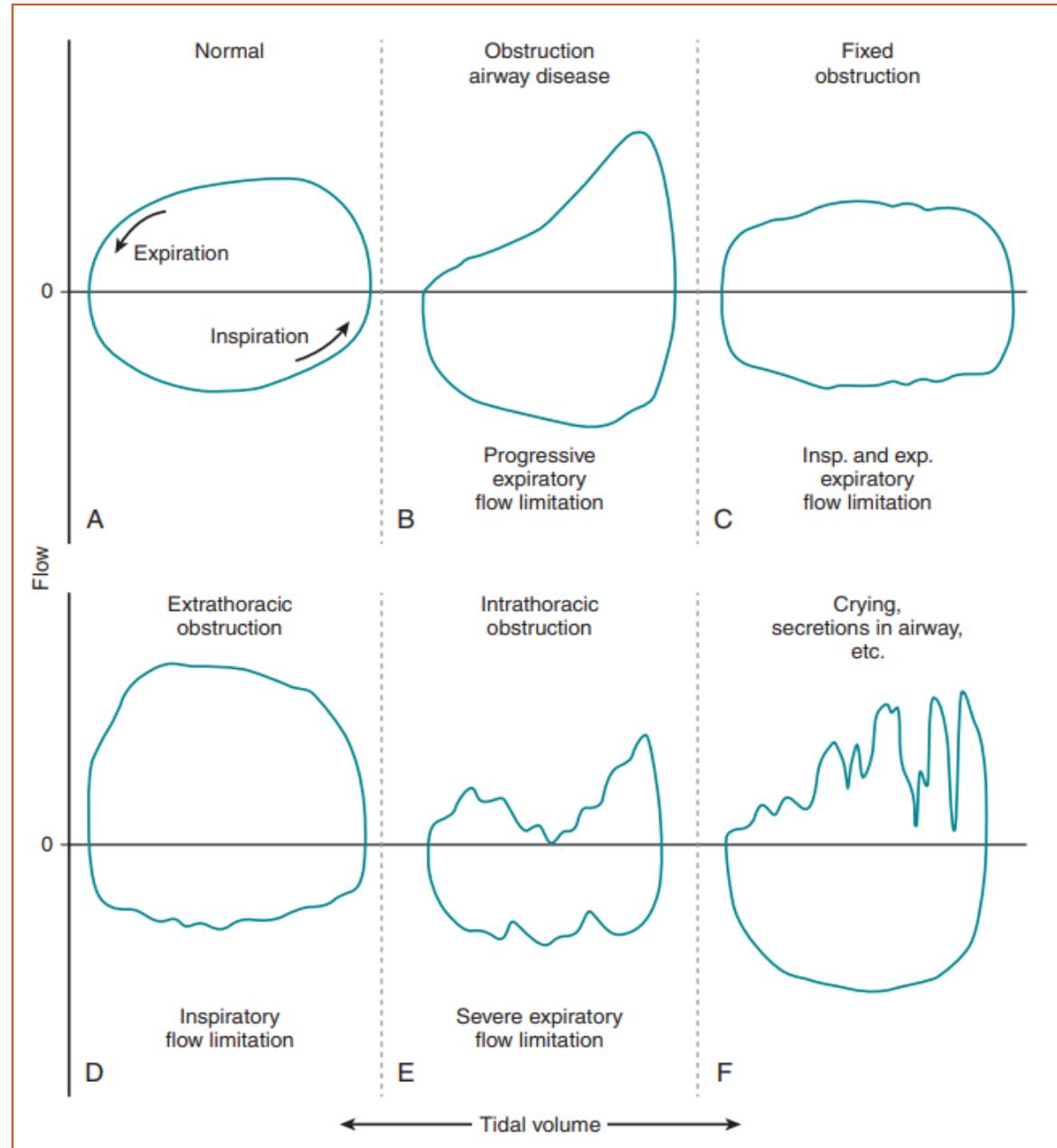
Efecto del PEEP en el establecimiento de la CRF



Curva flujo - volumen



Limitaciones del flujo





SIMV(Pres.Contr.) +
Presión soporte

Admitir
paciente

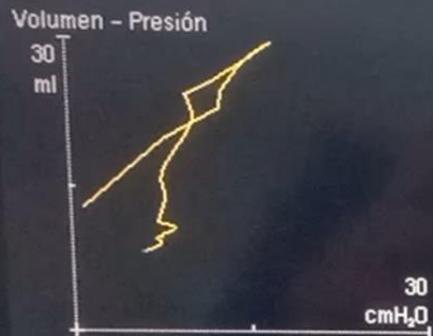
Nebulizador

Estado

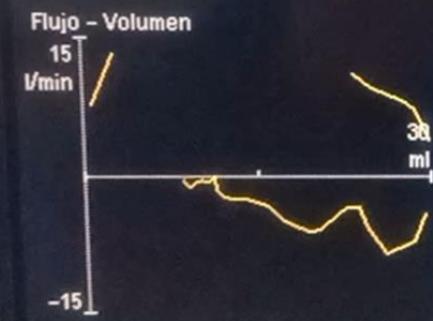
Chequear estado de la batería

Vol. min esp. bajo

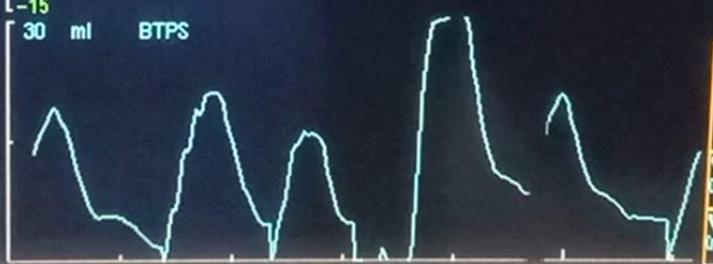
05-22 17 30



Ppico (cmH₂O) **17** 51
Pmedia (cmH₂O) **10**
PEEP (cmH₂O) **7**



F resp. (resp/min) **44** 20
O₂ (%) **35** 40



TI/Ttot
V.m.e. (l/min) **0.8** 35 10
V.c.i (ml) **31**
V.c.e. (ml) **7.0**



Cerrar

Más ajustes

Conc. O₂ **35** %

PEEP **6** cmH₂O

Frecuencia SIMV **40** resp/min

PC sobre PEEP **11** cmH₂O

Más valores



Guardar



Acceso rápido

Parámetro principal



Rol del monitoreo gráfico

- Optimización de la presión máxima de inflación
- Optimización de la presión espiratoria final positiva
- Optimización del flujo inspiratorio y espiratorio ajustando el tiempo inspiratorio y espiratorio
- Optimización del volumen tidal
- Optimización de la Sincronía
- Optimización de la exposición al oxígeno
- Optimización del intercambio gaseoso: hipercapnia permisiva
- Determinación de la contribución relativa de las respiraciones espontáneas frente a los inflados mecánicos a la ventilación por minuto



FINALMENTE...

- Las mediciones de la función respiratoria pueden brindar información útil para guiar el manejo en (1) evaluar la naturaleza fisiológica y la progresión de la enfermedad, (2) optimizar el soporte respiratorio y minimizar la lesión pulmonar asociada al ventilador, (3) evaluar el efecto de las intervenciones terapéuticas y (4) evaluar la preparación para desconectarse del soporte respiratorio... *American Thoracic Society European Respiratory Society*
- Sobre la base de una comprensión de los principios fisiológicos de la ventilación asistida, sabemos que las estrategias de ventilación deben individualizarse para cada paciente. El uso de la estrategia adecuada para brindar soporte ventilatorio mecánico y la habilidad con la que se hace esto son más importantes que el tipo específico de dispositivo utilizado.

