



Quédate en casa
estudia en casa



www.epdemexico.edu.mx

BIENVENIDOS

CURSO

VENTILACIÓN MECÁNICA BÁSICO

En un momento iniciaremos la sesión,
esperamos a que ingresen los compañeros.

Mientras esperamos favor de mantener
sus micrófonos en silencio.



#ORGULLO

#RECONOCIMIENTO

#ESTAMOSCONTIGO





CURSO
VENTILACIÓN
MECÁNICA **BÁSICO**

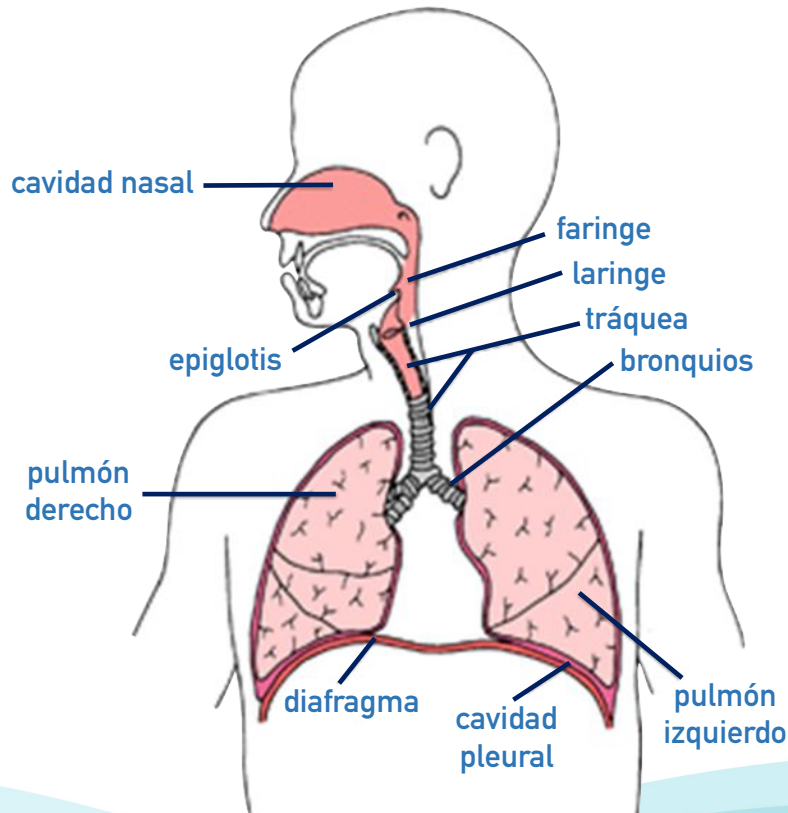


**Fundamentos
de la ventilación mecánica
en paciente crítico**

Dr. Mauro Herrera Cházari
Medicina Crítica y Medicina de Urgencias
EP de México
IMSS/ SSEP
Universidad Anáhuac Puebla

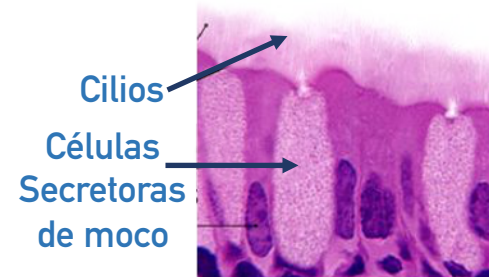
www.epdemexico.edu.mx

Anatomía y Fisiología del Sistema Respiratorio



Zona de conducción:
Función de calentar,
limpiar, humedecer

Epitelio ciliado de la tráquea

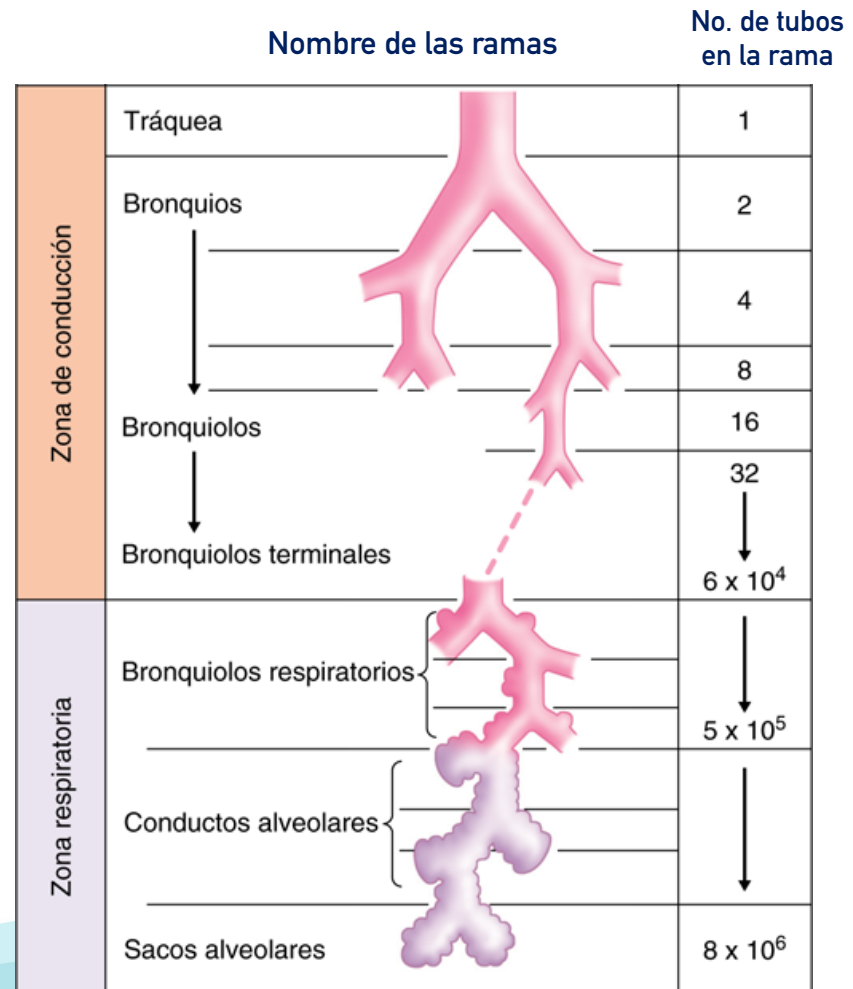


Zona respiratoria:
Función de
intercambio de gases

Anatomía del Aparato Respiratorio

- Vías respiratorias
 - Fosas nasales
 - Faringe
 - Laringe
 - Tráquea
 - Bronquios
 - Bronquiolos
- Pulmones

	Nombre de las ramas	No. de tubos en la rama
Zona de conducción	Tráquea	1
	Bronquios	2
		4
		8
	Bronquiolos	16
	Bronquiolos terminales	32 ↓ 6×10^4
Zona respiratoria	Bronquiolos respiratorios	↓ 5×10^5
	Conductos alveolares	↓
	Sacos alveolares	8×10^6



Fuente: Hershel Raff, Michael Levitzky: Fisiología médica. Un enfoque por aparatos y sistemas. www.accessmedicina.com
Derechos McGraw-Hill Education. Derechos Reservados.

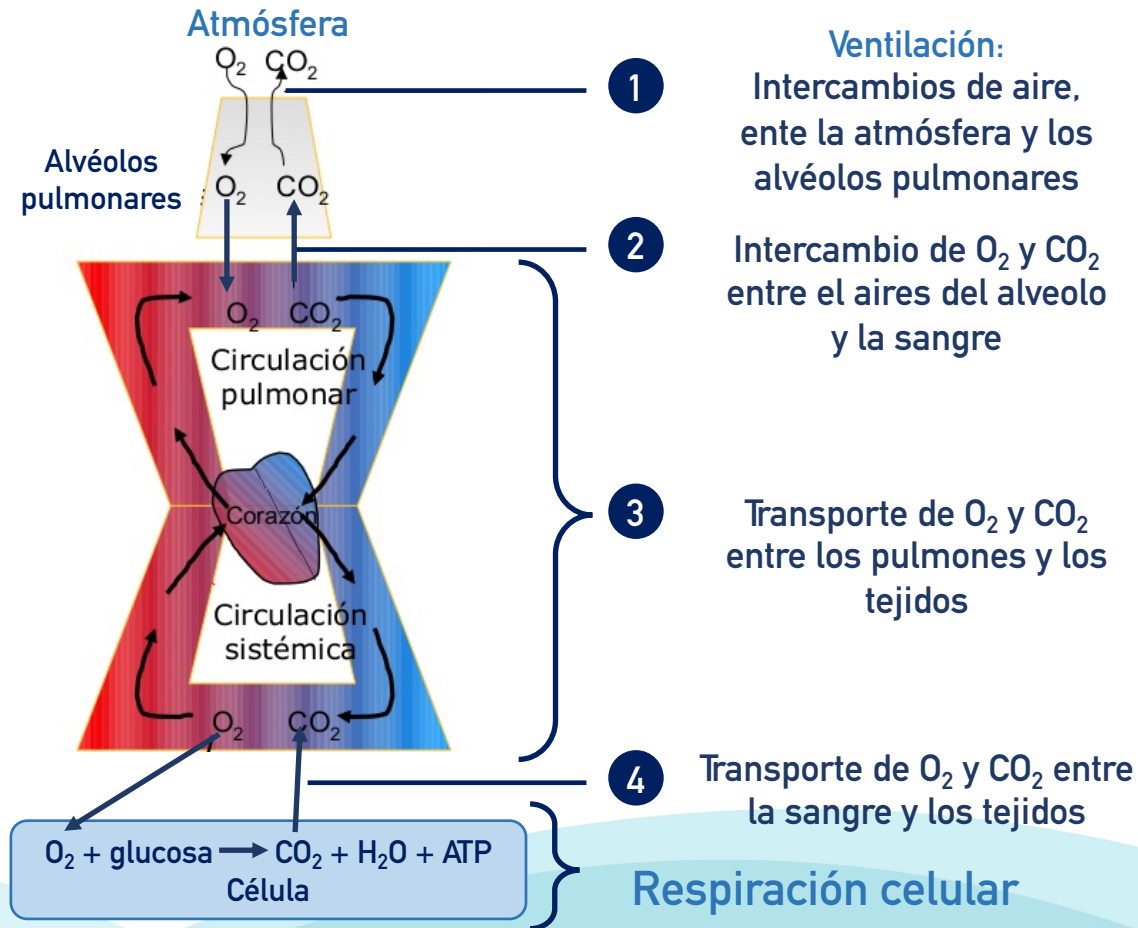
El proceso Respiratorio

- Ventilación pulmonar, inspiración y espiración.
- Intercambio gaseoso, entre el aire (oxígeno) y sangre.
- Transporte de gases, por la sangre.
- Intercambio gaseoso, entre la sangre y los tejidos.
- Respiración celular.

Funciones del Aparato Respiratorio

- Distribución del aire.
- Intercambio de gases.
- Filtrar, calentar y humidificar el aire que respiramos.
- Regulación del pH (reteniendo y eliminando CO_2).
- Regulación de la temperatura (por pérdida de agua).
- Conversión/producción de hormonas en el pulmón.
- Producción del sonido (lenguaje oral).

Etapas de la respiración



Músculos respiratorios

- **Inspiratorios**
 - Diafragma
 - Intercostales externos, esternocleidomastoideo
- **Espiratorios**
 - Intercostales internos
 - Pared abdominal

Modifican el volumen de la caja torácica



INICIO DE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

Objetivos de la ventilación mecánica

1. Mejorar el intercambio gaseoso:

- Ventilación alveolar. Caracterizada por hipercapnea.
- Oxigenación arterial.

2. Mantener, restaurar el volumen pulmonar y modificar la relación presión/volumen:

- Mejorar la Capacidad residual funcional (FRC) y volumen de fin de inspiración.
- Aumentar la distensibilidad.
- Prevenir la lesión pulmonar inducida por el ventilador.
- Evitar el atrapamiento aéreo.

Objetivos de la ventilación mecánica

3. Reducir el trabajo respiratorio:

- Disminución de la carga de los músculos y del costo de oxígeno de la respiración.
- Revertir la fatiga de los músculos respiratorios.

4. Mejorar la oxigenación tisular:

- Aumentar la disponibilidad de oxígeno en la sangre arterial. Permitir la redistribución de oxígeno hacia tejidos vitales.

Indicaciones Ventilación Mecánica

- Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Aguda (SIRA).
- Hipoxemia severa: $PaO_2/FiO_2 < 200$ mmHg o < 150 mmHg
 - Ejemplo: PaO_2 65/ FiO_2 60% (0.60)= 108.3.
- Inestabilidad hemodinámica.
- Deterioro neurológico (ECG 8 puntos).
- Aumento del trabajo respiratorio.
- Tórax inestable.
- $FR > 30$ rpm.

Modos Ventilatorios



Modos de Ventilación

Control: objetivo de ventilación.

- Volumen o Presión.

Regulación: cómo se consigue ese objetivo.

- Conseguir un volumen determinado modificando presiones o flujos.

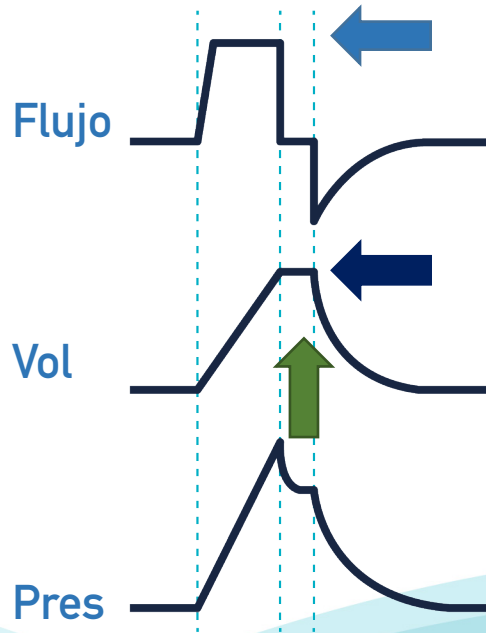
Ciclado: cambio entre las fases de la respiración.

- Cambio de inspiración a espiración.
- Se ha alcanzado un volumen determinado.
- Ha pasado un tiempo determinado.

Dos formas de control

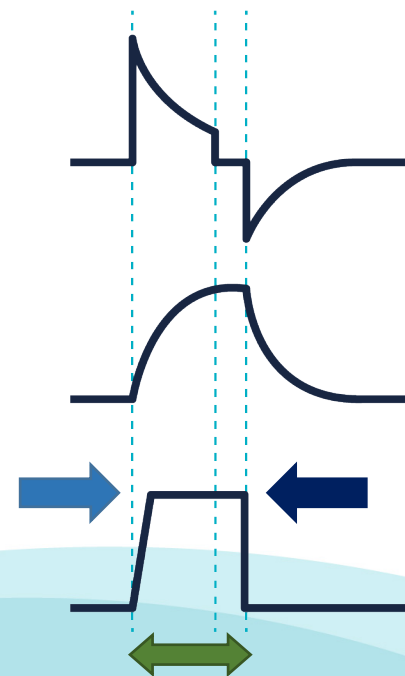
Volumen

- Reguladora de flujo
- Ciclada por volumen



Presión

- Reguladora de flujo
- Ciclada por tiempo



Variables a programar

- Frecuencia respiratoria.
- Volumen corriente.
- Fracción inspirada de oxígeno (F_{iO_2})
- Presión positiva al final de la espiración.
- Sensibilidad o disparo.
- Flujo.
- Tiempo inspiratorio.
- Presión inspiratoria.

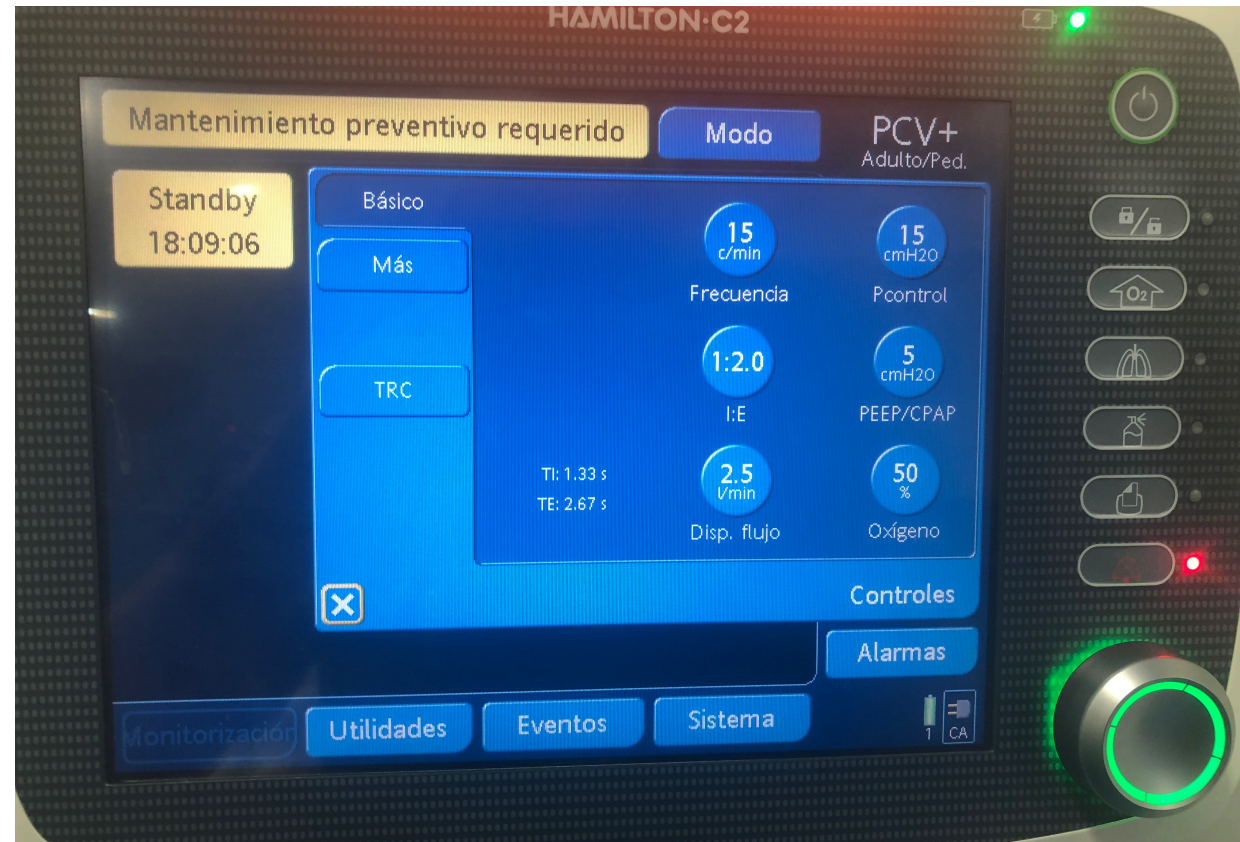
Modo AC por volumen

- V_t
- FR
- PEEP
- Relación I:E
- Disparo por flujo
- FiO_2



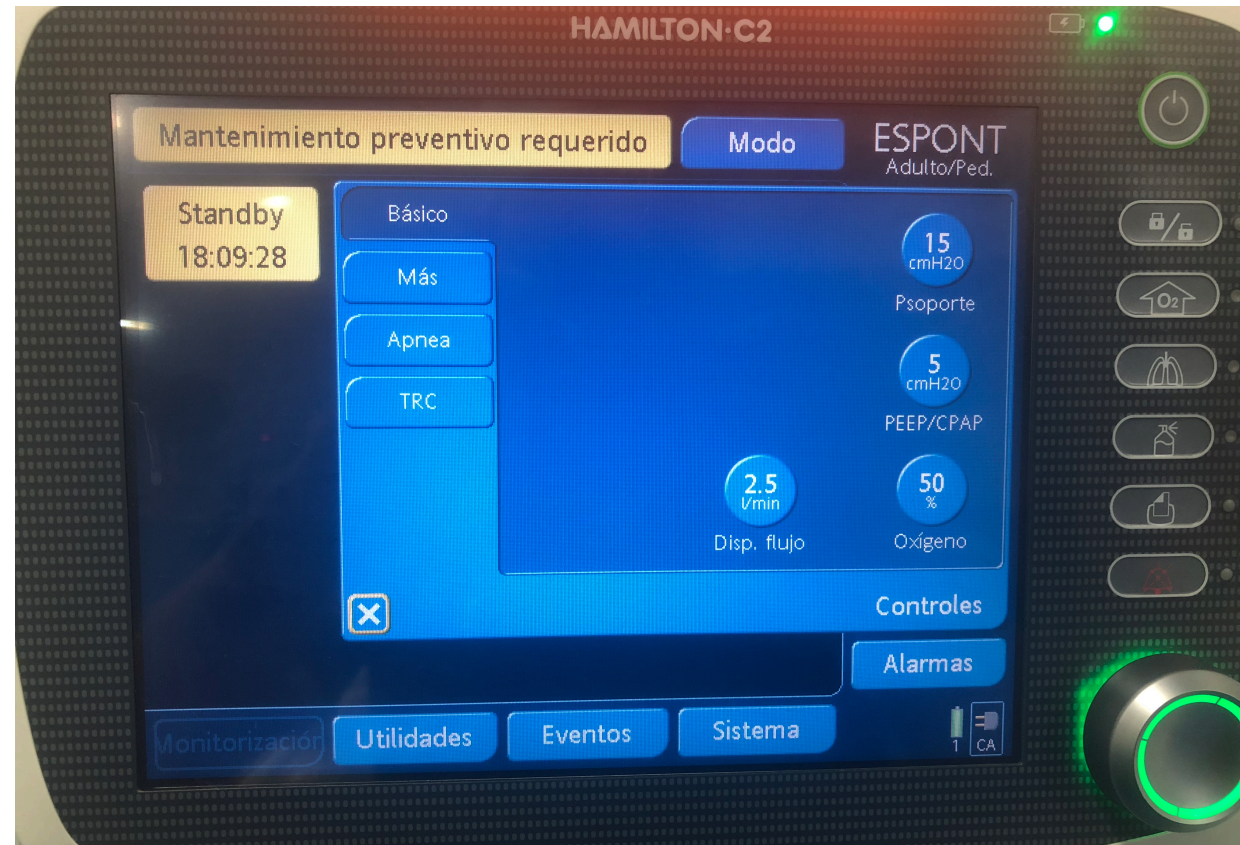
Modo AC por presión

- Presión control
- FR
- PEEP
- Relación I:E
- Disparo por flujo
- FiO₂



Modo espontáneo

- Psoporte
- PEEP
- Disparo por flujo.
- FiO2
- ES un modo de destete de la VM



Parámetros comunes en VM

FiO₂

- Mezcla de oxígeno y aire.
- A niveles altos puede ser tóxico.
- Favorece el colapso alveolar (FiO₂ 100%).

Frecuencia respiratoria

- Tiempo inspiratoria.
- Pausa
- Tiempo espiratorio
- Relación I:E (inspiración:espiración)
 - Normal: 1:2, 1:1.5.

Parámetros comunes en VM

Tiempo inspiratorio

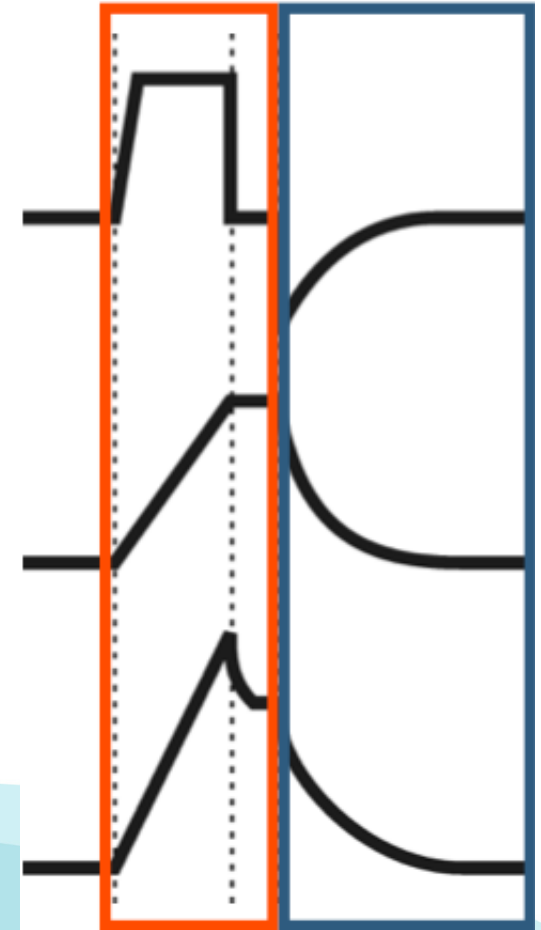
- Se genera el llenado pulmonar.
- Mediante una generación de presión o de flujo.
- El pulmón está sometido a una presión positiva.

Pausa inspiratoria

- El flujo es cero.
- El pulmón está en condiciones estáticas.
- El volumen no cambia.
- La presión baja a una presión meseta.
- El tiempo de pausa se incluye dentro de la inspiración.

Fase espiratoria:

- Hay liberación de presiones.
- El pulmón se vacía mediante la generación de un flujo espiratorio.
- La espiración es un FENÓMENO PASIVO.



Variables a programar en un ventilador mecánico

1. Volumen tidal o volumen corriente
2. PEEP
3. Disparo
4. FiO₂
5. Relación Inspiración : Espiración (I:E)

Volumen corriente / Volumen tidal

SDRA: peso predicho

- $(\text{Talla cm} - 152.4) \times 0.91 + 50$ **HOMBRES**
- $(\text{Talla cm} - 152.4) \times 0.91 + 45.5$ **MUJERES**

PESO IDEAL (enfermos con talla <152.4):

- $\text{Talla (m)}^2 \times 21.5$ **MUJERES**
- $\text{Talla (m)}^2 \times 23$ **HOMBRES**

4 – 8 ml/kg peso predicho (iniciar con 6 ml/kg)

PEEP

- Presión positiva al final de la espiración.
- Evita el colapso alveolar de aquellos alveolos que ya han sido abiertos.
- Hace más homogénea a la ventilación.
- Redistribuye el edema alveolar.

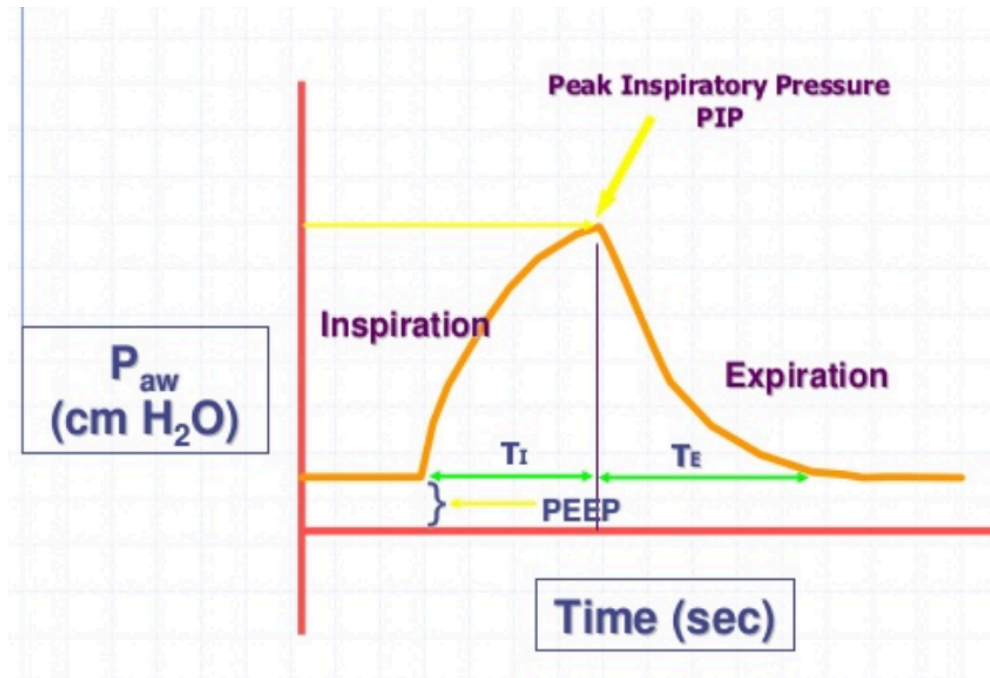


$$C = \Delta V / \Delta P$$



PEEP

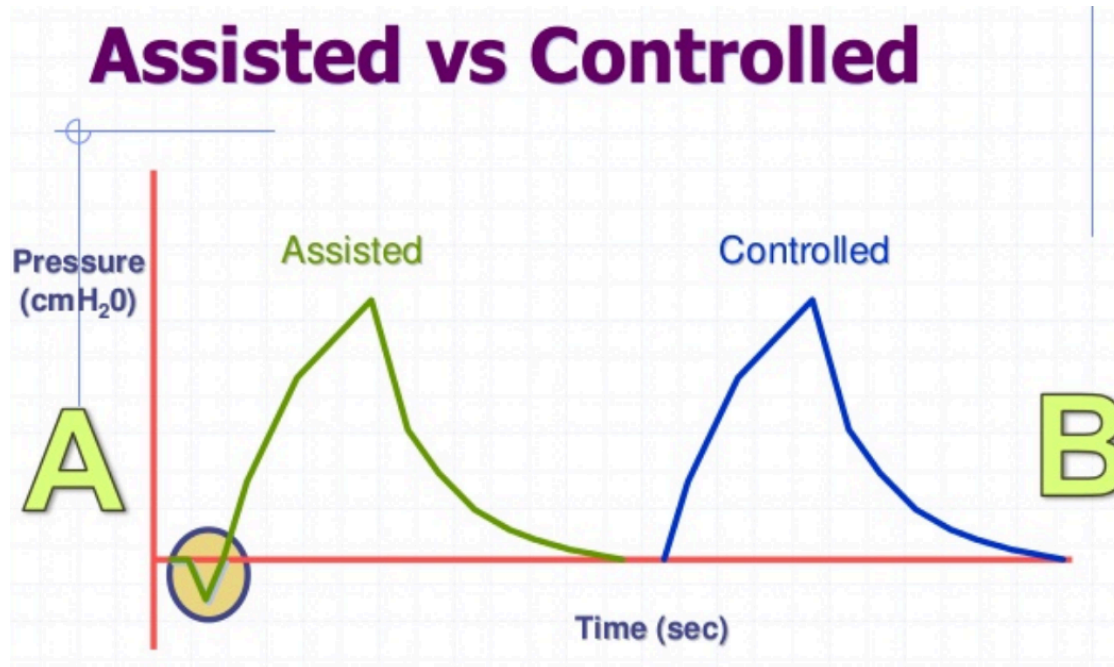
- Iniciar: 5 a 8cmH₂O.
- Pacientes obesos:
 - Menos volumen residual pulmonar.
 - Mayor tendencia al colapso alveolar.
- IMC 30 – 40: 8 cm H₂O
- IMC >40: 10cmH₂O



Disparo o trigger

- Es la capacidad que tiene el paciente de “disparar” respiraciones adicionales.
- El disparo o trigger DIFERENCIÁ una respiración controlada, de una asistida.
- **RESPIRACIÓN ASISTIDA:** detección de esfuerzos inspiratorios del ventilador mecánico por parte de paciente.

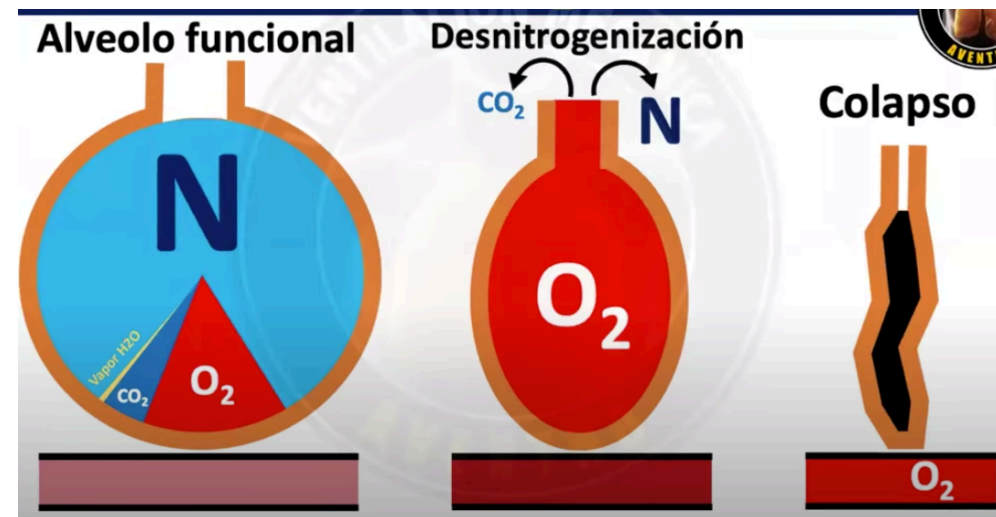
Disparo o trigger



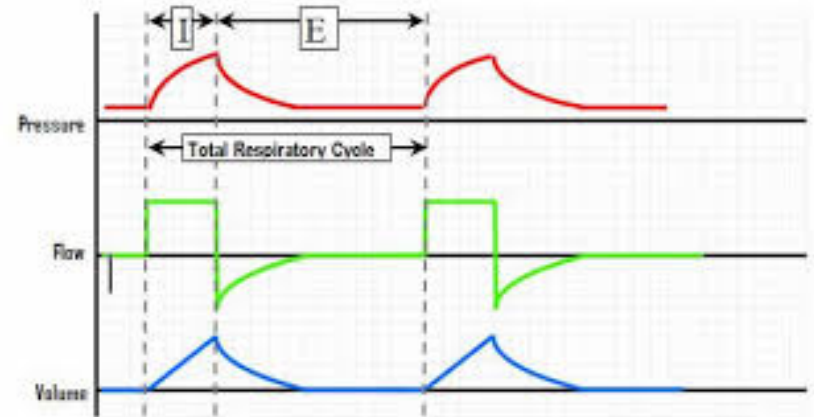
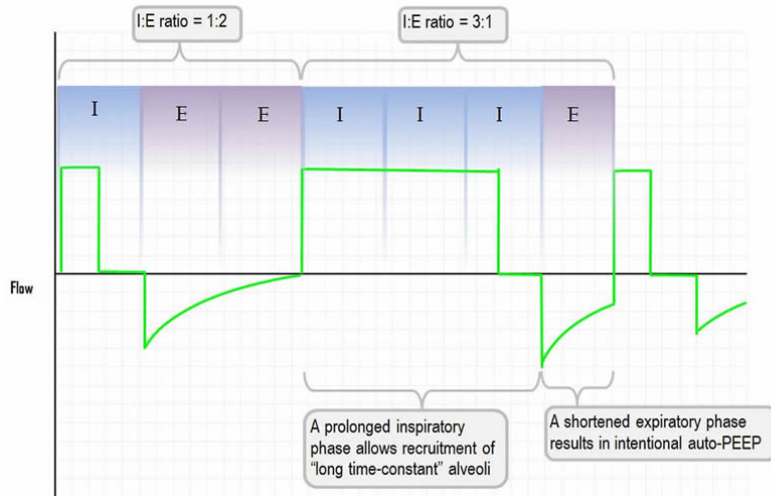
- Por flujo o por presión
- Presión: -0.5 a -2cmH₂O
- Flujo 1 a 3 L/min

FiO₂. Fracción inspirada de Oxígeno

- Mezcla de oxígeno y aire.
- A niveles altos puede ser tóxico.
- Favorece el colapso alveolar (FiO₂ 100%).
- La necesaria para una SaO₂ objetivo: 88 – 94%.
- Disminuir FiO₂ de forma gradual manteniendo SpO₂.



Relación inspiración: espiración (I:E)



Condicionada por:

- Frecuencia respiratoria
- Flujo inspiratorio
- Pausa inspiratoria

Frecuencia respiratoria. Volumen Minuto

- FR inicial: 12 a 20 por min.
- META: $p\text{CO}_2$ objetivo.
- Volumen Minuto: $V_t \times \text{FR}$.
- La FR se ajusta de acuerdo a los niveles de CO_2 reportados en la gasometría arterial.

Volumen Minuto y ajuste de CO₂

$$FR = \frac{(FR \text{ actual} \times CO_2 \text{ actual})}{CO_2 \text{ esperado}}$$

Ejemplo:

$$FR = \frac{(17 \text{ rpm} \times 50 \text{ mmHg})}{35 \text{ mmHg}}$$

$$FR = 24 \text{ rpm}$$

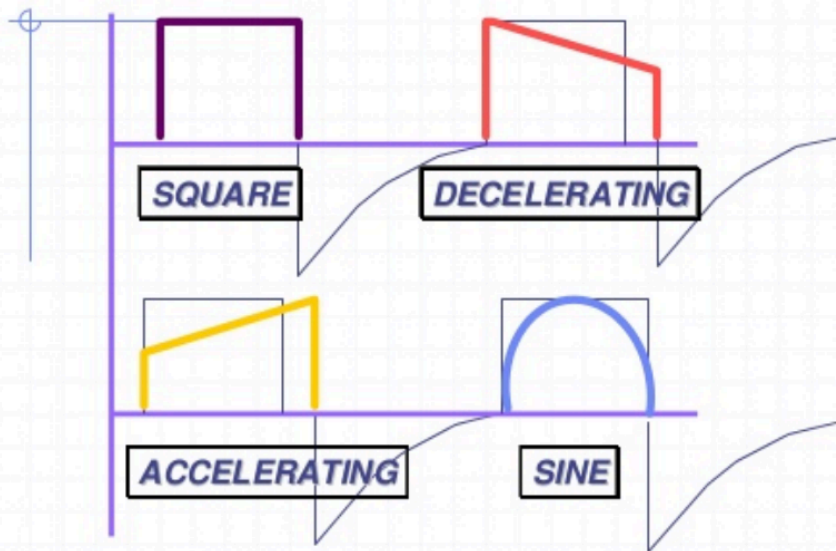
Volumen Minuto y ajuste de CO₂

$$V_t = \frac{(V_t \text{ actual} \times \text{CO}_2 \text{ actual})}{\text{CO}_2 \text{ esperado}}$$

$$V_t = \frac{(350\text{ml} \times 50\text{mmHg})}{35\text{mmHg}}$$

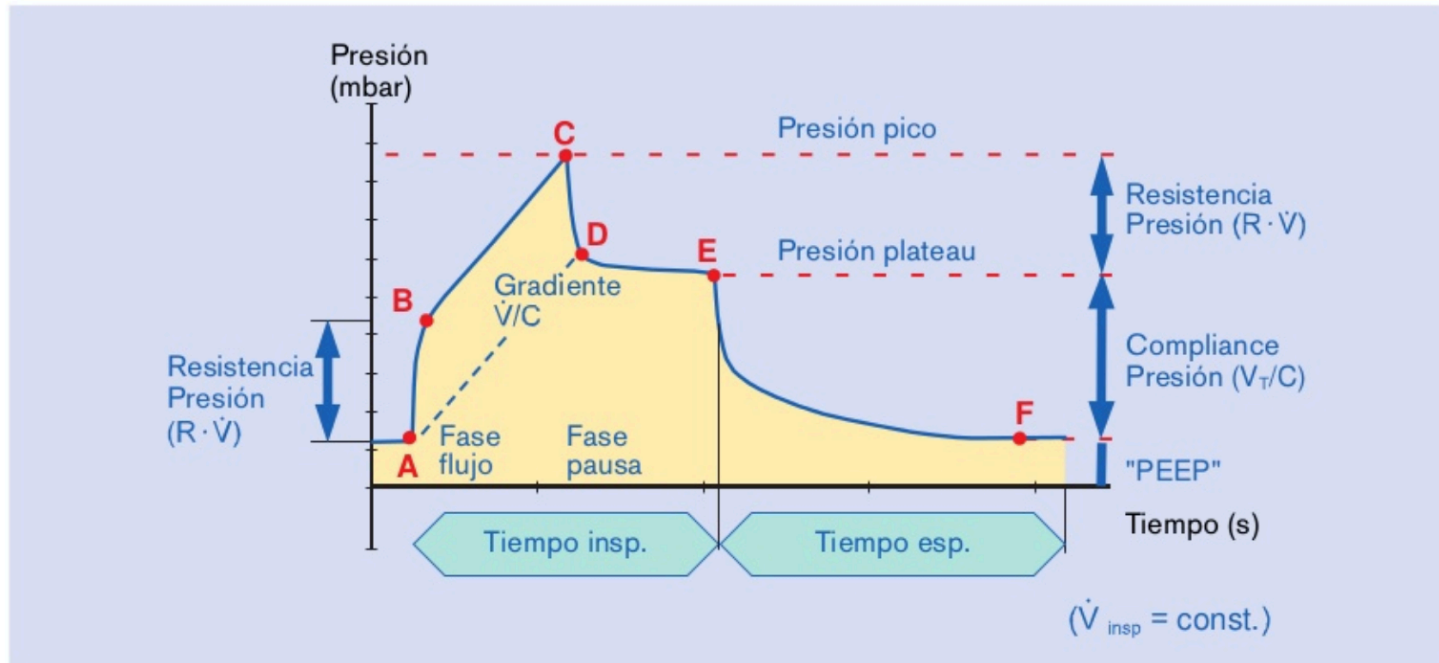
$$V_t = 500 \text{ ml}$$

Flow Patterns

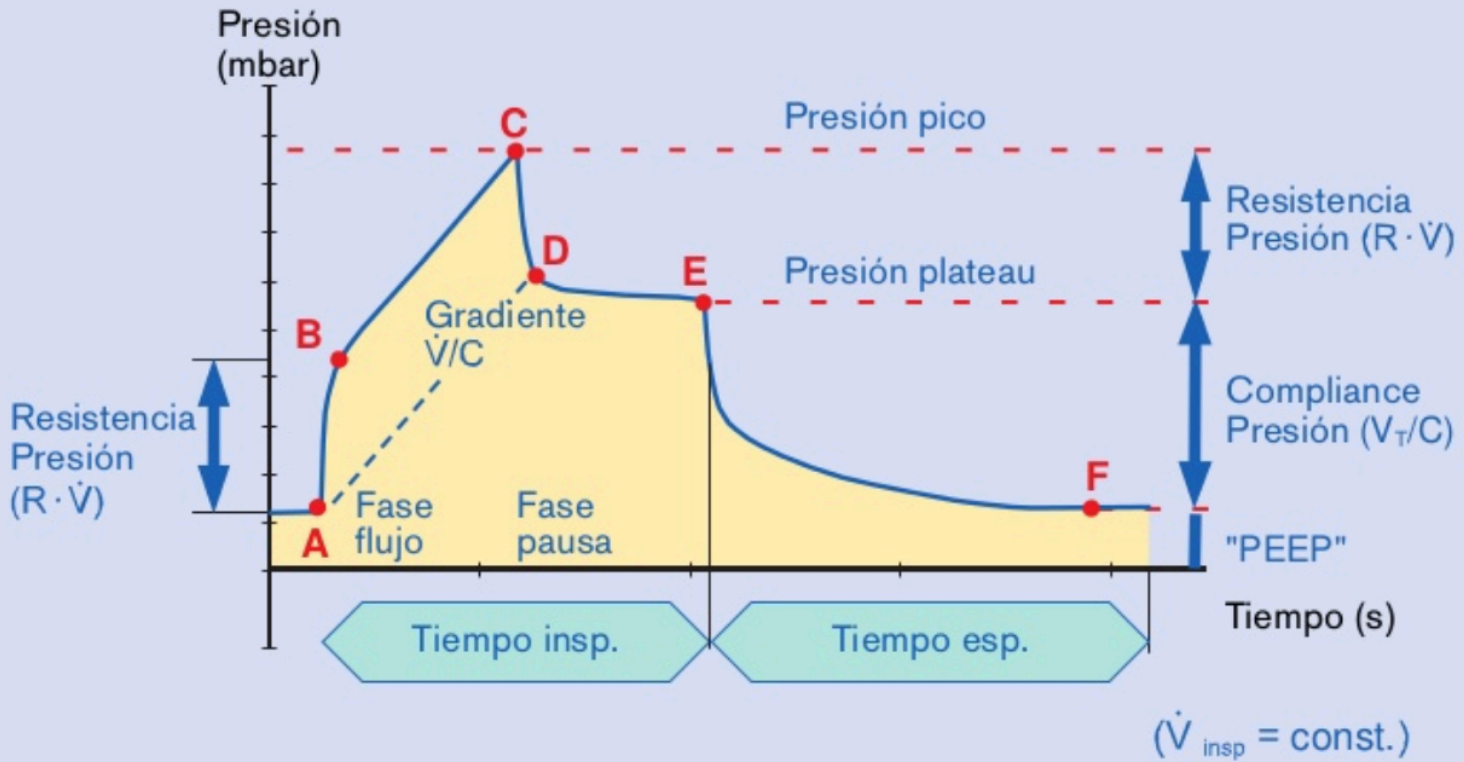


- Es la velocidad con la que ingresa el volumen tidal al paciente.
- Es un parámetro que modifica la I:E.
- Parámetro inicial: 25 a 60 L/min.
- Volúmenes pequeños, requieren flujos pequeños.

Pausa Inspiratoria



- Sirve para medir presión meseta.
- Valores: 0.2 a 0.5 seg.





MONITORIZACIÓN BÁSICA DEL PACIENTE VENTILADO

Introducción

1. Consideraciones iniciales y exploración física
2. Pulsioximetría
3. Capnografía
4. Gasometría arterial y venosa
5. Consideraciones finales

Consideraciones iniciales y exploración física

- Observar el tórax en busca de asincronias.
- Sedación y analgesia óptimas.
- Interrupción diaria de la sedación si el paciente se encuentra en condiciones.
- Valorar presencia de secreciones y realizar una técnica adecuada de aspiración.

Oximetría de pulso

- Monitorean de forma no invasiva la saturación de oxígeno de la sangre.
- Monitoreo continuo e instantáneo de la oxigenación.
- Detección temprana de hipoxia antes de que ocurran otros signos como cianosis, taquicardia o bradicardia.
- Reducen la frecuencia de punciones arteriales y el análisis de gases sanguíneos.

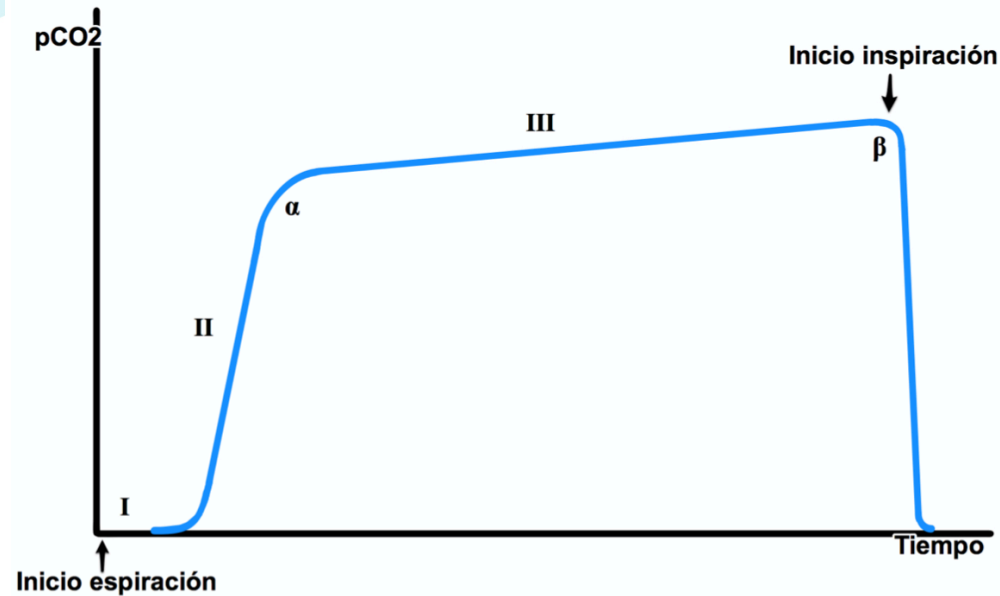


Oximetría de pulso

- Forma parte de la monitorización esencial del paciente crítico.
- Escasas complicaciones asociadas.
- Tiempo de respuesta ante un cambio: es mayor si se coloca en extremidades.

SpO ₂	PaO ₂
100	677
98	100
95	80
90	60
80	48
73	40
60	30
50	26

Capnografía



- Mide el CO₂ espirado.
- Tipos de capnografía: colorimétrica, absorción de infrarrojos.
- Tres fases:
 - Fase 1: al comienzo de la exhalación. Salida de gas del espacio muerto anatómico.
 - Fase 2: Mezcla de aire del espacio muerto con los alveolos profundos.
 - Fase 3: Meseta, presión media del CO₂ alveolar.

Capnografía: Indicaciones

- Estimación no invasiva de PaCO₂.
- Intubación esofágica o mala colocación del tubo endotraqueal.
- En reanimación cardiopulmonar:
 - Detección de respiración espontánea de la circulación.
 - Monitorizar la calidad de las compresiones torácicas.

- Permite detectar:

Hipoxemia

Hipercapnia

Hipocapnia

Hipoxemia

Mecanismo de hipoxemia	Causas
Oxigenación inadecuada debido a causas extrínsecas	<ul style="list-style-type: none"> • $FiO_2 \downarrow$ • Hipoventilación secundaria a patología NM
Enfermedad pulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • Hipoventilación secundaria a $\uparrow R$ de VA o $\downarrow C$ • Alteración V/Q • Alteración difusión
Shunt veno-arterial	Shunt derecha-izq cardiaco
Transporte inadecuado de O_2 a los tejidos	<ul style="list-style-type: none"> • Anemia o Hb anormal • Shock circulatorio • Insuficiencia circulatoria local • Edema tisular
Uso inadecuado de O_2 por parte de los tejidos	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicación de E de oxidación celular ($:C \equiv N:$) • \downarrow capacidad capacidad metabólica para uso de O_2 por toxicidad, déficit vitamínico... (ej. déficit de complejo vitamínico B)

Hipercapnia

Mecanismo de hipoxemia	Causas
Oxigenación inadecuada debido a causas extrínsecas	<ul style="list-style-type: none"> • $FiO_2 \downarrow$ • Hipoventilación secundaria a patología NM
Enfermedad pulmonar	<ul style="list-style-type: none"> • Hipoventilación secundaria a $\uparrow R$ de VA o $\downarrow C$ • Alteración V/Q • Alteración difusión
Shunt veno-arterial	Shunt derecha-izq cardiaco
Transporte inadecuado de O_2 a los tejidos	<ul style="list-style-type: none"> • Anemia o Hb anormal • Shock circulatorio • Insuficiencia circulatoria local • Edema tisular
Uso inadecuado de O_2 por parte de los tejidos	<ul style="list-style-type: none"> • Intoxicación de E de oxidación celular ($:C \equiv N:$) • \downarrow capacidad capacidad metabólica para uso de O_2 por toxicidad, déficit vitamínico... (ej. déficit de complejo vitamínico B)

Hipocapnia

Causas de hipocapnia

Patología psiquiátrica (ansiedad, estrés...)

Patología del SNC (ACV, HSA,
meningoencefalitis)

Hipoxemia

Patología respiratoria (fase inicial)

Embarazo

Hipertiroidismo

Fármacos: doxapram, AAS (intoxicación
salicialatos...)

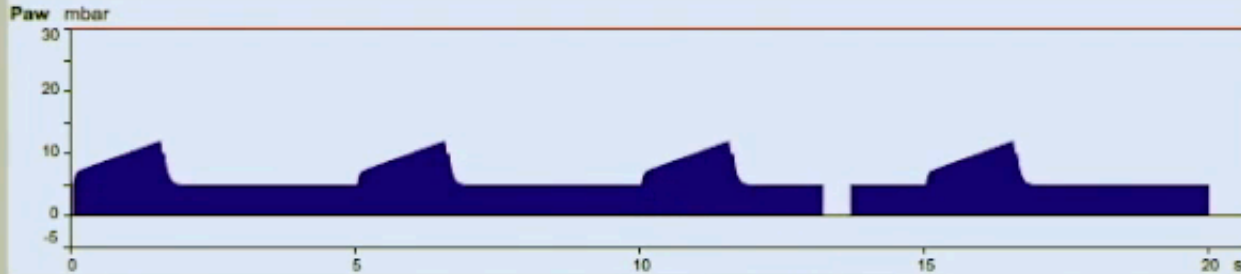
Alcalosis respiratoria aguda	Bic est = 24
Alcalosis respiratoria crónica	Bic est = 24

Consideraciones

- La gasometría (arterial y venosa) nos proporciona información fiable del intercambio gaseoso de nuestro paciente
- Uso de monitorización continua (pulsioxímetro y capnografía) evita la extracción repetida de muestras de sangre
- Los cambios en la composición del gas inspirado tras cambios en el ventilador tardan aprox 20 min en reflejarse en una gasometría
- Cambio de SpO₂ y etCO₂ son más rápidos

20:37:35

VC-AC

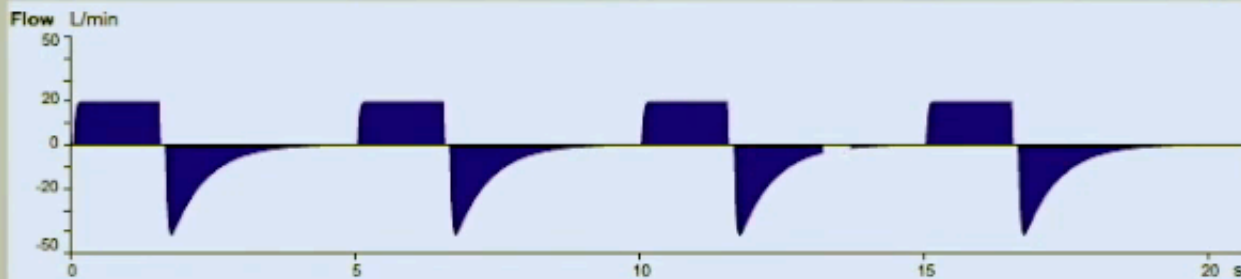


FI_O₂ Vol%

21

Pmean mbar

6.5

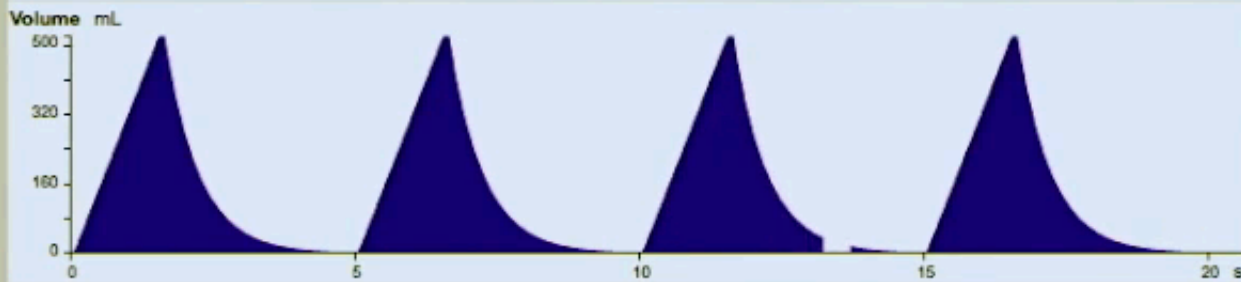


PEEP mbar

5.0

MVe L/min

6.23 9.00
4.80



RR /min

12 15

VT mL

500 1000

VC-AC

VC-AC control panel with six circular dials:

- FI_O₂: 21
- VT: 500
- TI: 1.70
- RR: 12.0
- PEEP: 5.0
- Flow: 20

Right sidebar menu with buttons:

- Views...
- Export screenshot
- Trends/Data...
- Special procedures
- Start

Conclusiones

- Identificar oportunamente a los pacientes que requieren ventilación mecánica.
- Diferentes patologías pueden condicionar distres respiratorio.
- Importante conocer los parámetros a programar en un ventilador mecánico.
- Iniciar la programación de la ventilación mecánica de forma adecuada.

The image is a composite with a blue tint. In the foreground, a dialysis machine is visible, featuring a large monitor displaying various graphs and data. Two white fluid reservoirs are positioned on top of the machine. In the background, a surgical team in full sterile attire is performing an operation. To the left, there is a large anatomical diagram of a human torso showing the circulatory system. The overall scene is set in a clinical environment.

¿PREGUNTAS?