

Ventilación de Alta Frecuencia



Dra. Ximena Alegría Palazón
Prof. Adjunto U. de Valparaíso
Hospital Carlos Van Buren
Clínica Santa María
xalegria@yahoo.com

VAF

- **Primer VAF fue patentado en 1959**
- **En los últimos años se ha difundido en centros neonatales de EEUU, Europa y América.**

VAF

■ Tipos:

- VAF por Jet

- VAF por interrupción de flujo

- VAF por oscilador

 - Por Diafragma :

 - Sensor medics 3100A

 - Babylog 8000

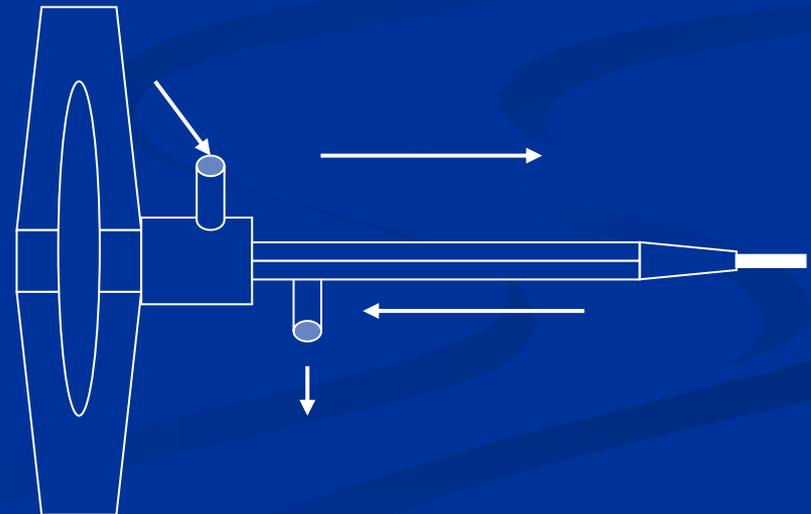
 - Por Pistón: Dufour OHFI/Hunmingbird V

Neo Reviews 2006; 7:234-249

VAF

■ Sensor Medics 3100

- Diafragma circuito **Inspiratorio**
- **Inspiración activa**
- **Espiración activa ***
- Sin limitación de peso
- No da curvas



■ Babylog 8000

- Diafragma circuito **Espiratorio**
- Potencia limitada
- Limitación de peso (2.5 k)

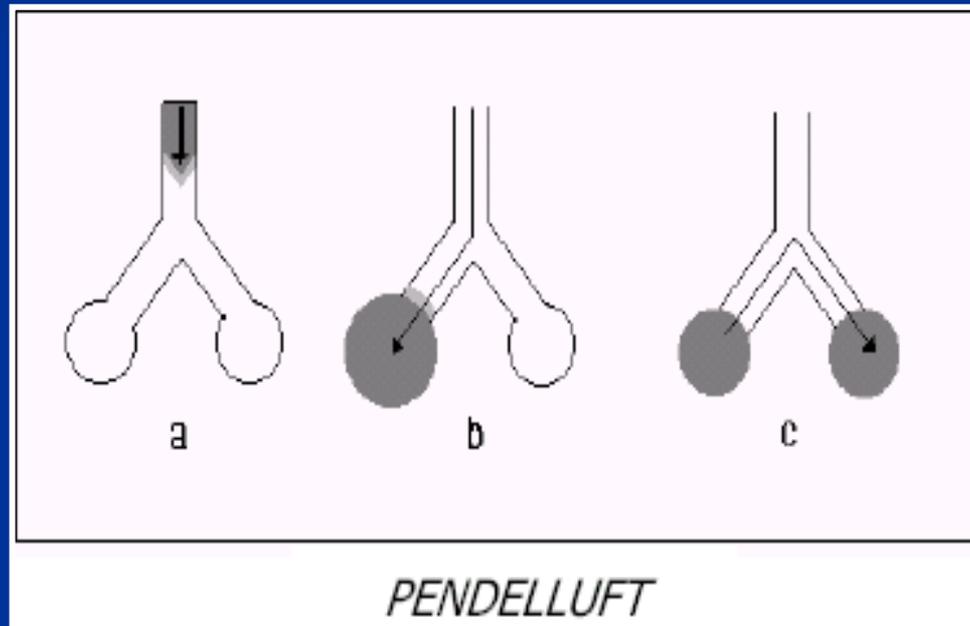
VAF

- **Modalidad ventilatoria utilizando:**
 - VC muy bajos, iguales o inferiores al espacio muerto (1-2 ml/Kg)
 - FR suprafisiológicas
- **Efectos:**
 - Intercambio gaseoso con $< PIM$
 - Volúmenes y PMVA más estables (ver fig)
 - Distribución de gas estable y uniforme
 - $< Volutrauma$

Mecánica del transporte de gases en VAFO

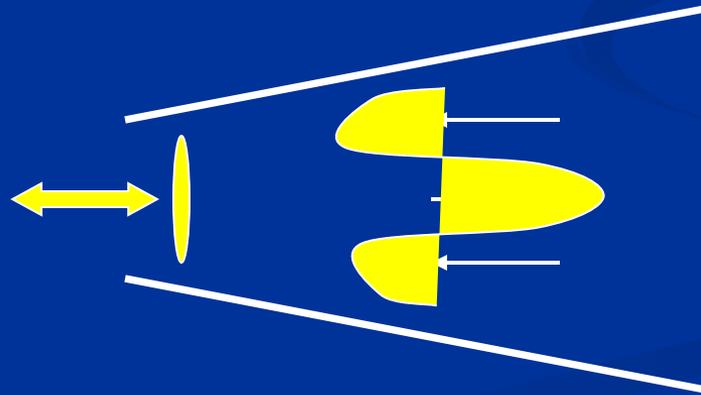
- 1. **Ventilación alveolar directa** de las unidades alveolares mas cercanas a las v.a principales.
- 2. **Fenómeno de Pendelluft** o mezcla interregional de gases: debido a diferentes constates de tiempo el llenado y vaciado se hace con asincronía, unas lentas y otras rápido.

Fenómeno de Pendelluft



- 3. **Dispersión convectiva axial:** la presencia de turbulencia aumentada produce un elevado grado de mezcla de gases.

- **Dispersión convectiva:** Distintas velocidades
aumenta turbulencia central



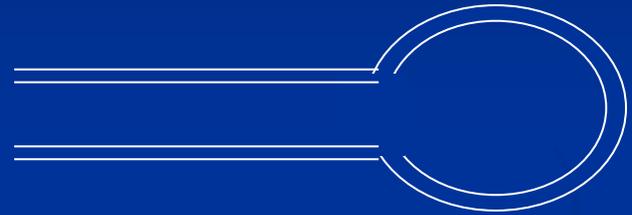
- 4. **Ley de Taylor** o de la dispersión aumentada: a frecuencias altas se produce un flujo turbulento que conlleva una gran mezcla de gas entre el flujo central y el lateral.
- 5. **Difusión molecular**: se trata de la difusión del O₂ y CO₂ a través de la membrana alveolo capilar por efecto de los diferentes gradientes de presión.

VMC

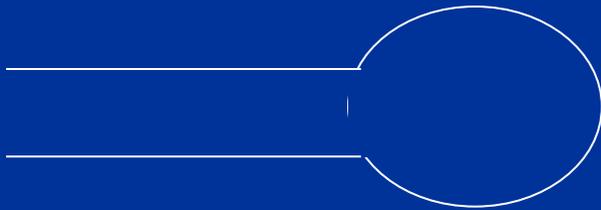


A1

VAFO



2



A2

Ventilación y Oxigenación en VAFO

■ VENTILACIÓN

■ 1. Delta P

■ 2. Frecuencia

- **La amplitud o delta P:**
- regula la diferencia entre la presión máxima y mínima de los ciclos.

Amplitud o delta P

- Se usa la amplitud necesaria para conseguir un V_t adecuado
- entre 1,5-2 ml x k, en el Babylog y VN 500.

- No se dispone de estos valores en sensormedics, por lo tanto ajustar observando la vibración del tórax.

2. Frecuencia

- La banda óptima de Frecuencia en el Babylog 8000 está entre 5-10 hz, llegando a 12 en prematuros extremos y con circuitos muy optimizados.
- En la práctica la frecuencia no se modifica sustancialmente a lo largo de su utilización.

Oxigenación

- Se recomienda la estrategia de alto volumen/ alta presión:

- **PMVA:**

que consiste en aplicar desde un principio una PMVA 1-2 cm de H₂O por encima de la en VMC. Si en unos minutos no se consigue la respuesta esperada, se sigue aumentando la MAP hasta observar mejoría.

- En algunos casos es necesario aumentar hasta 5 o más cm de H₂O la PMVA de inicio.

PMVA

- En esta estrategia hay que dar prioridad al mantenimiento del reclutamiento alveolar, evitando el desreclutamiento con las maniobras de aspiración o desconexión del circuito
- Evitar tb la sobredistensión pulmonar (NO sobrepasar los 9 espacios intercostales).

- La PMVA óptima, equivale a la mínima presión necesaria para obtener el máximo reclutamiento alveolar.

PMVA ÓPTIMA

Clínicamente coincide con:

- FIO₂ 0.3-0.4
- RX de tórax con diafragma a nivel de la novena costilla
- Ausencia de compromiso cardiocirculatorio.

Manejo del ventilador:

- En el Babylog 8000 es importante colocar tubuladuras especiales de alta frecuencia y lo más cortas posible para optimizar el circuito (menos de 90 cm).
- VN 500 y SLE 5000, NO Necesitan cambiar circuito

- Al Sensor medics se le acoplan las tubuladuras junto con la carcasa de plástico para el oscilador, ambas desechables.
- Controlar que no exista fugas.

- Al montar las tubuladuras por primera vez hay que hacer una calibración siguiendo las instrucciones del fabricante.
- En ambos la mezcla de gases tiene que llegar al paciente a 37°C y humidificarla al 100%.

Metanálisis

Lancet;375: 2082-2091, 2010

- VAFO VS V Convencional en prematuros
- Metanálisis
- N = 3229
- Conclusión:

La VAFO es tan efectiva como la ventilación convencional.

INDICACIONES VAFO

3

Indicaciones

1. Hipertensión pulmonar Persistente N:

- Primaria
 - Secundaria (SAM, Bronconeumonía)
-
- Ante fracaso de VMC
 - Puede ser de elección

Indicaciones

2. Escape aéreo

- Enfisema intersticial difuso y severo
- Neumotórax con fístula (>12 hrs evolución)
- Neumotórax asociado a Neumoperitoneo o Neumo pericardio

Beneficio dado int. Gaseoso con <PIM y/o PMVA que VMC, facilitando resolución

Indicaciones

3. Insuficiencia respiratoria grave con fracaso VMC

IO > 20 - 25 RNT

IO > 20 RNPT

PO₂ < 50 y/o PCO₂ > 55:

- FR alta (≥ 60) FiO₂ > 0.8
- PIM > 18 (< 750)
- PIM > 20 (750-1000)
- PIM > 25 (1000-1500)
- PIM > 28 (> 1500)

Ann Pediatr 2002;57:238-243

Rev Chil Pediatr 2003;76:475-486

¿Otras Indicaciones ?:

¿Hipoplasia pulmonar?

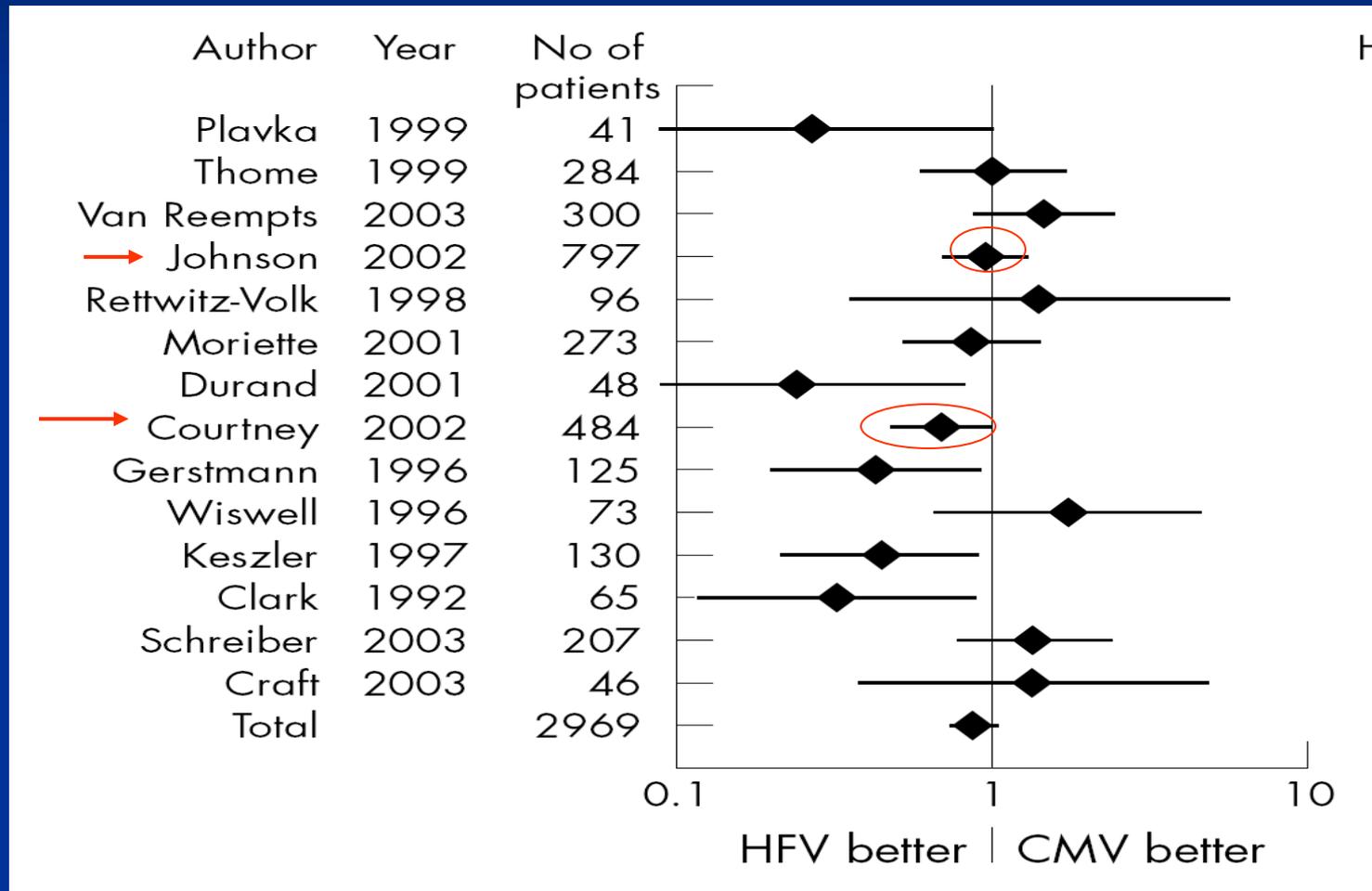
- No hay estudios que demuestren beneficios

¿Otras Indicaciones ?

Enfermedad Membrana Hialina

- No se ha demostrado ventaja de VAF sobre VMC

VAFO vs VMC: OUT. RESPIR



COMPLICACIONES VAFO

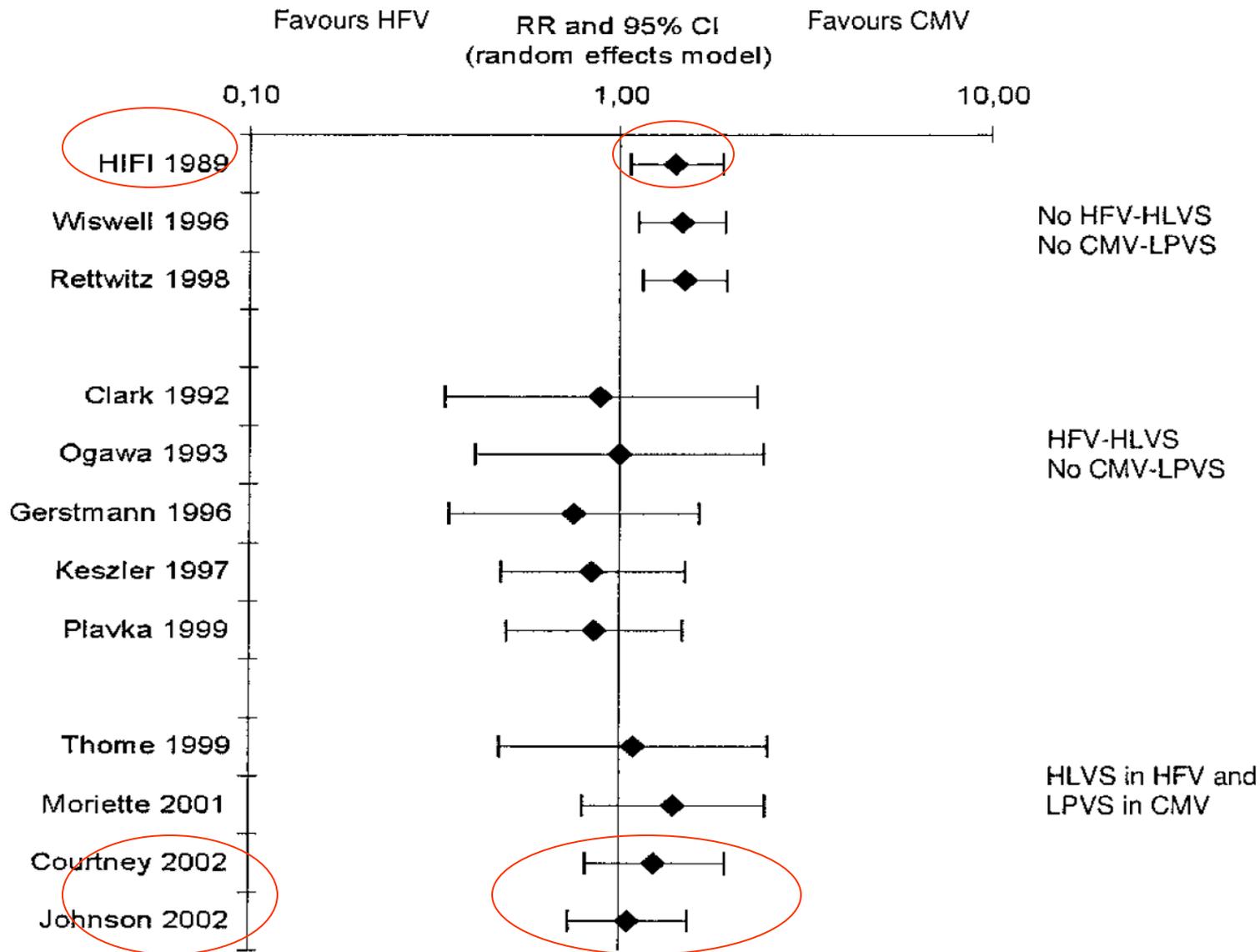
Complicaciones VAFO

1. Riesgo de HIV y LPV ?

Table 5. Neurologic Outcomes of Controlled Trials of HFV

Author and Year	Number of Patients	Ventilator Type	Results
HiFi, 1989	673	HFOV	Increased severe ICH and PVL
Carlo 1990	42	HFJV	No difference in ICH
Keszler, 1991	144	HFJV	No difference in ICH
Clark, 1992	83	HFOV	No difference in ICH
HiFO 1993	176	HFOV	Borderline increase in severe ICH
Ogawa, 1993	92	HFOV	No difference in ICH
Gerstmann, 1996	125	HFOV	No difference in ICH and PVL
Wiswell 1996	73	HFJV	Increased severe ICH and cystic PVL
Keszler 1997	130	HFJV	No difference in ICH and PVL
Plavka 1997	43	HFOV	No difference in ICH and PVL
Rettwitz-Volk 1998	96	HFOV	No difference in ICH
Thome 1999	284	HFFI	No difference in ICH
Moriette 2001	273	HFOV	Possible increase in severe ICH
Courtney 2002	498	HFOV	No difference in severe ICH and/or PVL
Johnson 2002	797	HFOV	No difference in ICH and/or PVL
Craft 2003	46	HFFI	No difference in severe ICH and/or PVL
Van Reempts 2003	300	HFOV/HFFI	No difference in severe ICH and/or PVL

HFV=high-frequency ventilation, HFOV=high-frequency oscillatory ventilation, HFJV=high-frequency jet ventilation, HFFI=high-frequency flow interruptor, ICH=intracranial hemorrhage, PVL=periventricular leukomalacia



Complicaciones VAFO

1. No hay mayor riesgo de HIV ni LPV

Complicaciones VAFO

■ 2. Necrosis traqueobronquial

- Dado en los inicios de VAF por inadecuada humidificación
- Hoy es raro

Complicaciones VAFO

3. Atrapamiento aéreo :

- Más frecuente en VAFJ y VAFIF
(espiración pasiva)
- En VAFO es raro
(espiración activa)

Parámetros ventilatorios

VAFO

1. FiO₂

- Ajuste según saturación

2. PMVA

- Aumentar para permitir reclutamiento alveolar evitando atelectasia
- Usar inicialmente una presión igual a la de VMC si existe barotrauma
- Sin barotrauma usar presión 2-4 cm $>$ a la de VMC
- Medir grado de expansión pulmonar con RX de tórax seriada.

Evaluación distensión pulmonar

- 8-9 espacios intercostales(EI) es adecuado
- Sobredistension Pulmonar:
 - > 9 EI
 - diafragmas planos
 - silueta cardíaca estrecha

- En Babylog la PMVA se maneja con la perilla de PEEP
- Aprobar en pantalla el nivel de PEEP a usar > 8 (marcar OK)

3. FRECUENCIA: sensormedics

- RNT 8 - 10 HZ
- RN > 1500 10 - 12 HZ
- RN 1000- 1500 12 - 15 HZ
- RN <= 1000 15 HZ

Frecuencia óptima en Babylog

- < 1000 g 12 hz
- 1000 – 2000 7-10 hz
- 2000-3000 5-7 hz

- A diferencia de la VMC , durante VAF, al disminuir la Frecuencia Respiratoria, se reduce el nivel de CO₂.

- Pero en VAF los cambios más importantes en la eliminación de CO_2 , son los cambios en el VC a través del Delta P, teniendo menos efectos en CO_2 los cambios en la FR.
- RN con Resistencia aumentada, usar Frecuencias bajas.

4. AMPLITUD

- Delta P (DP)
- Es la diferencia entre la presión máxima y mínima
- El VC proporcionado en cada ciclo es directam. prop al DP
- $A > DP > VC$, por lo tanto $>$ eliminación de CO₂.

- Iniciar amplitud que permita adecuada vibración torácica
- Rangos en gral en Sensor medics entre 20-50 Cm de H₂O. Valores >50 - 60 producen cambios mínimos en el VC

- Amplitud en Babylog: Esta en porcentaje
- Puede comenzar con 30-50% para conseguir un VT de 1,5-2 ml x k
- Amplitud > 80% modifica poco el vt, en este caso considerar modificar la frecuencia.

- El aumento del VC o de la Amplitud, tiene gran efecto en la eliminación de CO₂
- Eliminación de CO₂ es proporcional a:

$$\downarrow \text{CO}_2 = f \times \text{VC}^2$$

5. Relación I:E

- En oscilador sensor medics I:E = 1:2
- Mantener fijo 33%



- La relación I:E en el Babylog no es posible modificar, porque es automática.

Setting ventilatorio inicial y otras Recomendaciones

Setting inicial VAFO

- 1. FiO_2 : según saturación

Setting inicial VAFO

2. PMVA:

- Partir con 2-4 cm H₂O > VMC
- En barotrauma = PMVA a VMC

Setting inicial VAFO

3. Amplitud o Delta P (DP):

- Lo nec. que perm. vibración adecuada
- En Sensor medics, VN 500 y SLE, inicial 20-25, máx 50-60
- En babylog 30-50 % inicial ajustado según VT 1,5-2 ml x k (máximo 80-100%).

Setting inicial VAFO

4. Rel I:E (1:2) = 33% sensor medics

5. Frecuencia en Sensor medics y SLE

- RNT 8 - 10 HZ
- $RN > 1500$ g 10 - 12 HZ
- RN 1000-1500 g 12 - 15 HZ
- $RN \leq 1000$ g 15 HZ

Frecuencia en Babylog

- < 1000 g 12 hz
- 1000 – 2000 7-10 hz
- 2000-3000 5-7 hz

6. RX de tórax post conexión a VAF:

- 1 - 4 - 12 horas
- Luego cada 12 horas x 48 horas
- Cada 24 horas hasta su retiro

- Mantener entre 8-9 espacios intercostales

7. Aspiración de secreciones

- Abrir el circuito y aspirar **sólo si es estrictamente necesario**, dado desreclutamiento alveolar.
- Puede Aumentar PMVA transitoriamente 1 punto x 30-60 min, luego de aspirar y volver a valor anterior.

Optimizar VAFO

¿ Cómo mejorar la oxigenación ?

- PMVA (↑)
- FIO₂

¿ Cómo mejorar ventilación (CO2) ?

1. DP o Amplitud (↑)
2. PMVA si a la RX de Tórax hay :
 - sobredistensión se debe ↓
 - hipoventilación se debe ↑
3. Frecuencia (↓)

Control de gases seriados

- Primero control 30-60 min post conexión
- Según clínica
- Inicialmente cada 12 hrs
- Luego cada 24 horas hasta su retiro

Weaning desde VAFO

Weaning VAFO:

1. **Primero bajar FIO₂**
(excepto en barotrauma)

2. Luego bajar PMVA:

- Iniciar descenso si FIO₂ 0.3 – 0.4
- Descenso gradual!!!
- Descenso en 1 cm de H₂O cada 6-8 hrs,
para evitar ATELECTASIA **

3. DP

- Ajustar desde el comienzo de VAFO, según niveles de CO₂ (hipercapnia permisiva)
- DP mínimo en condiciones de retiro aprox. 18 cm H₂O

4. Se puede evitar el paso a VMC

NCPAP o HOOD

FIO₂ ≤ 0.3

CO₂ 45-55 mm Hg

5. Si decide paso a VMC:

- FiO_2 0.3 - 0.4
- Capaz de ser ventilado con $PIM < 25$ cm H₂O

6. Extubación:

Considerar la PMVA y FIO₂ según:

a) < 1000 g:

PMVA \leq 7 cm H₂O y FIO₂ \leq 0.25

b) > 1000 g:

PMVA \leq 8 cm H₂O y FIO₂ \leq 0.3

c) RNT :

PMVA 8-10 cm H₂O FIO₂ \leq 0.3 (0.4)

Algunos casos clínicos

RN 1.000 GRS

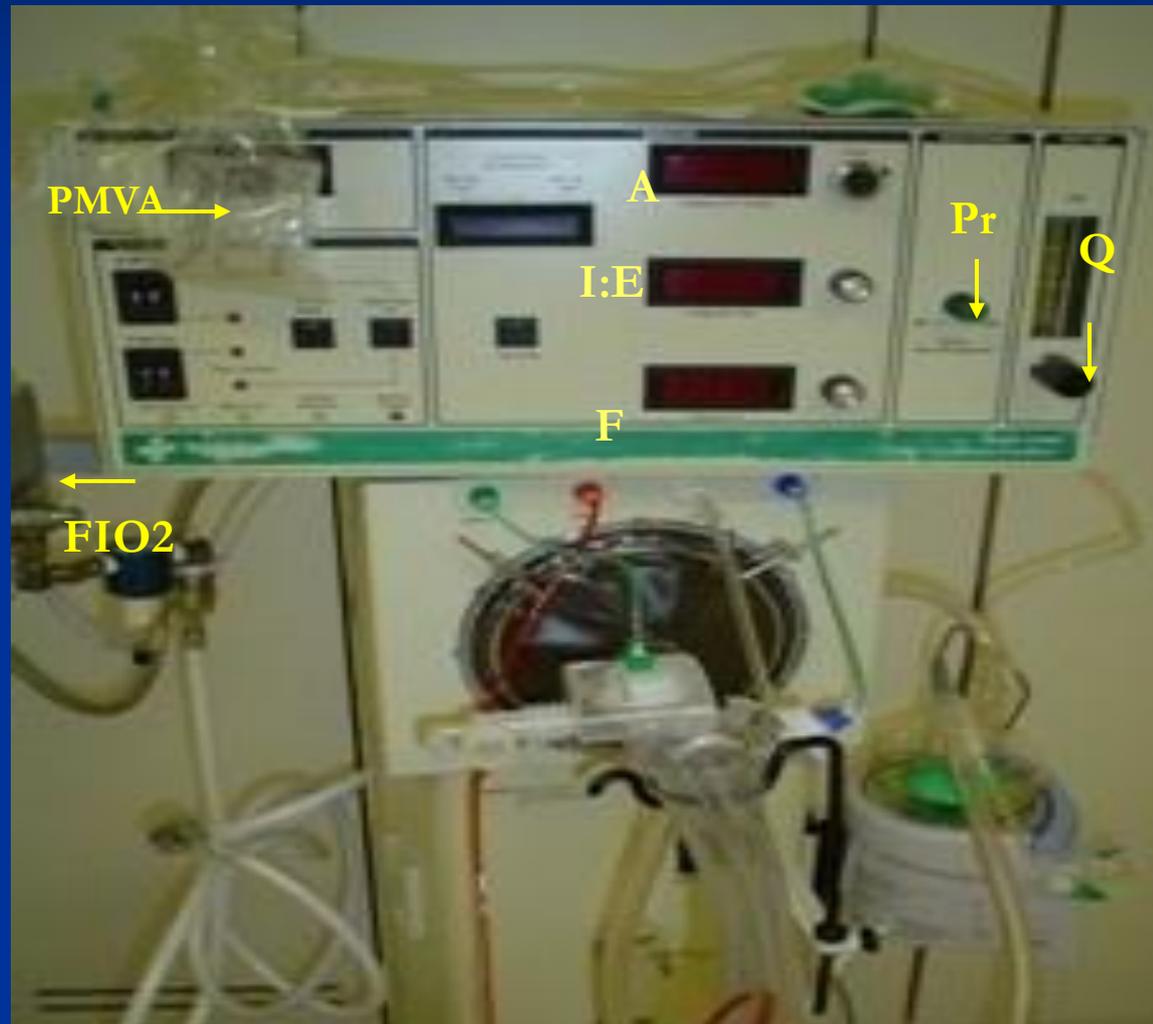
CASO 1

VMC :

PMVA 18

BRN sev

IO 22



RN 1.000 GRS

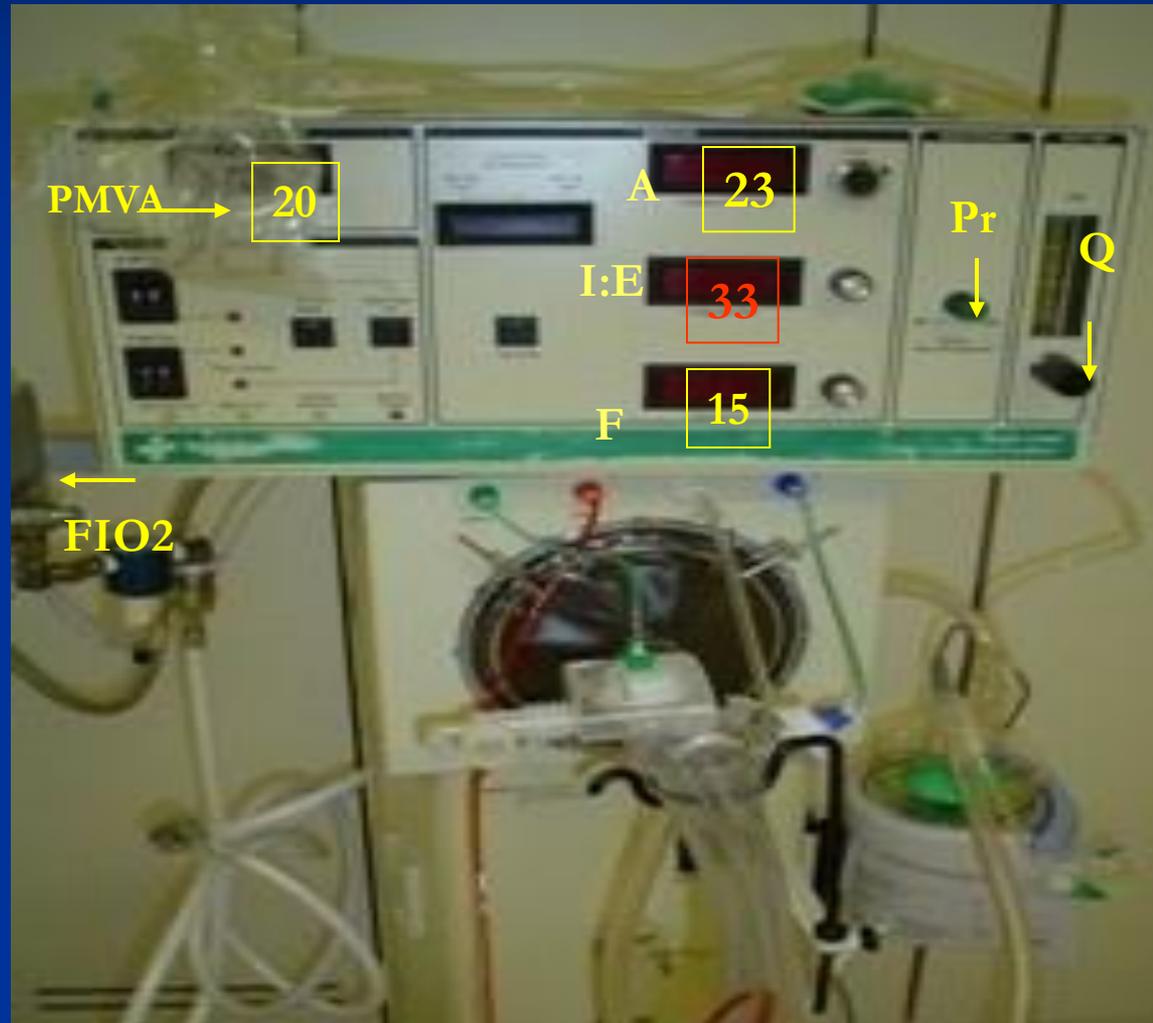
CASO 1

VMC :

PMVA 18

BRN sev

IO 22



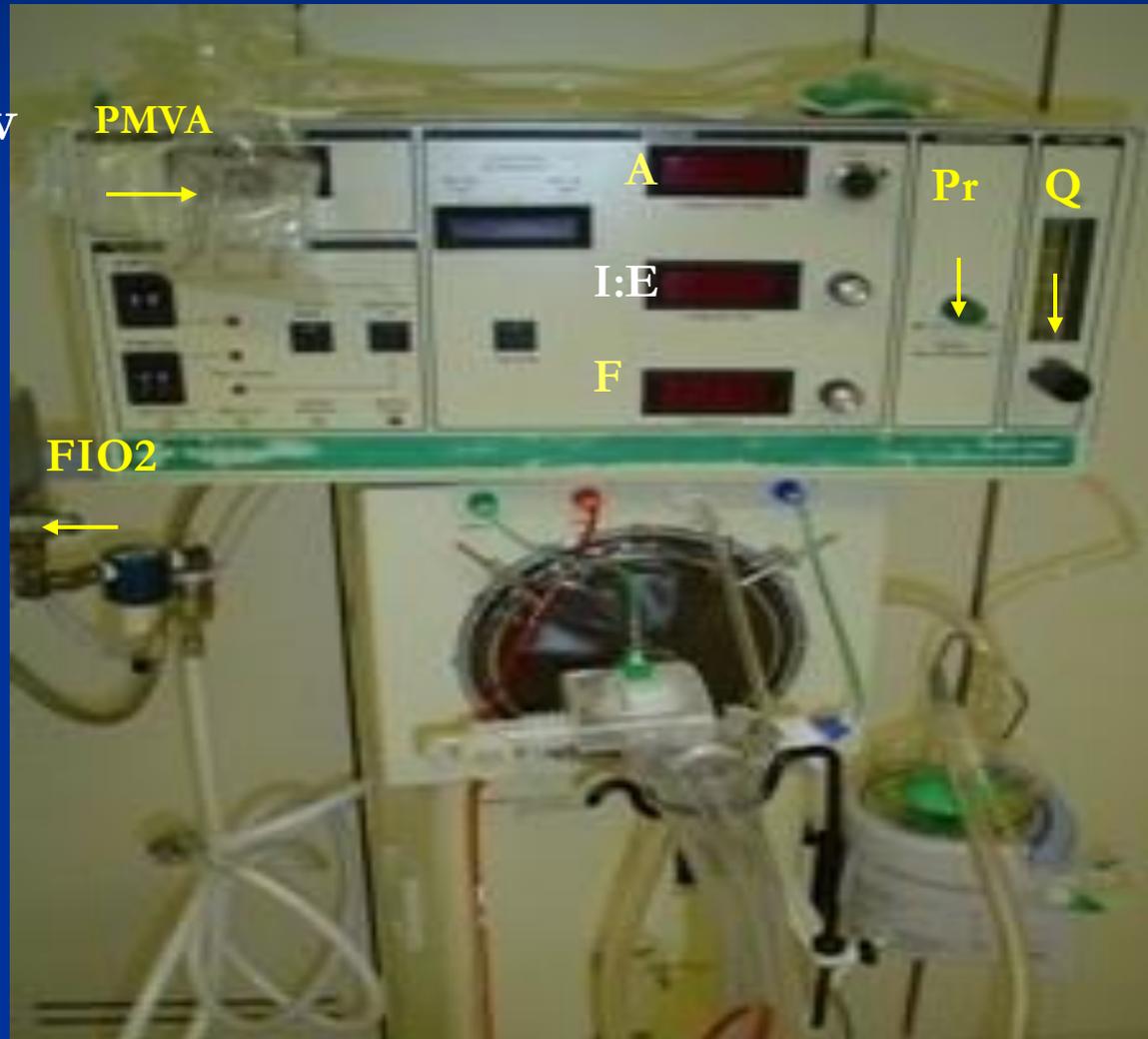
RN 1.000 GRS

CASO 2

VMC :

PMVA 14

Enfisema I. sev



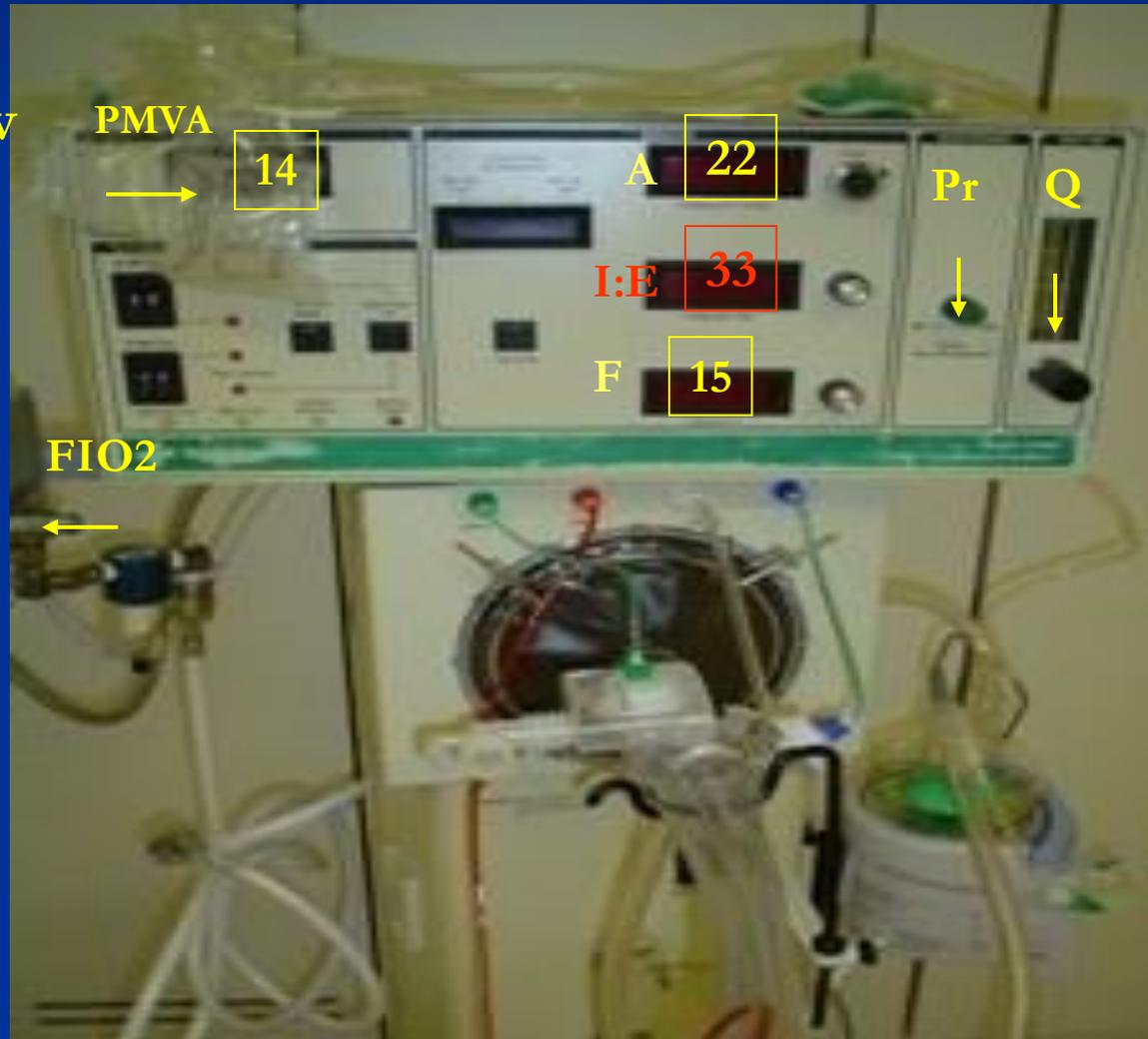
RN 1.000 GRS

CASO 2

VMC :

PMVA 14

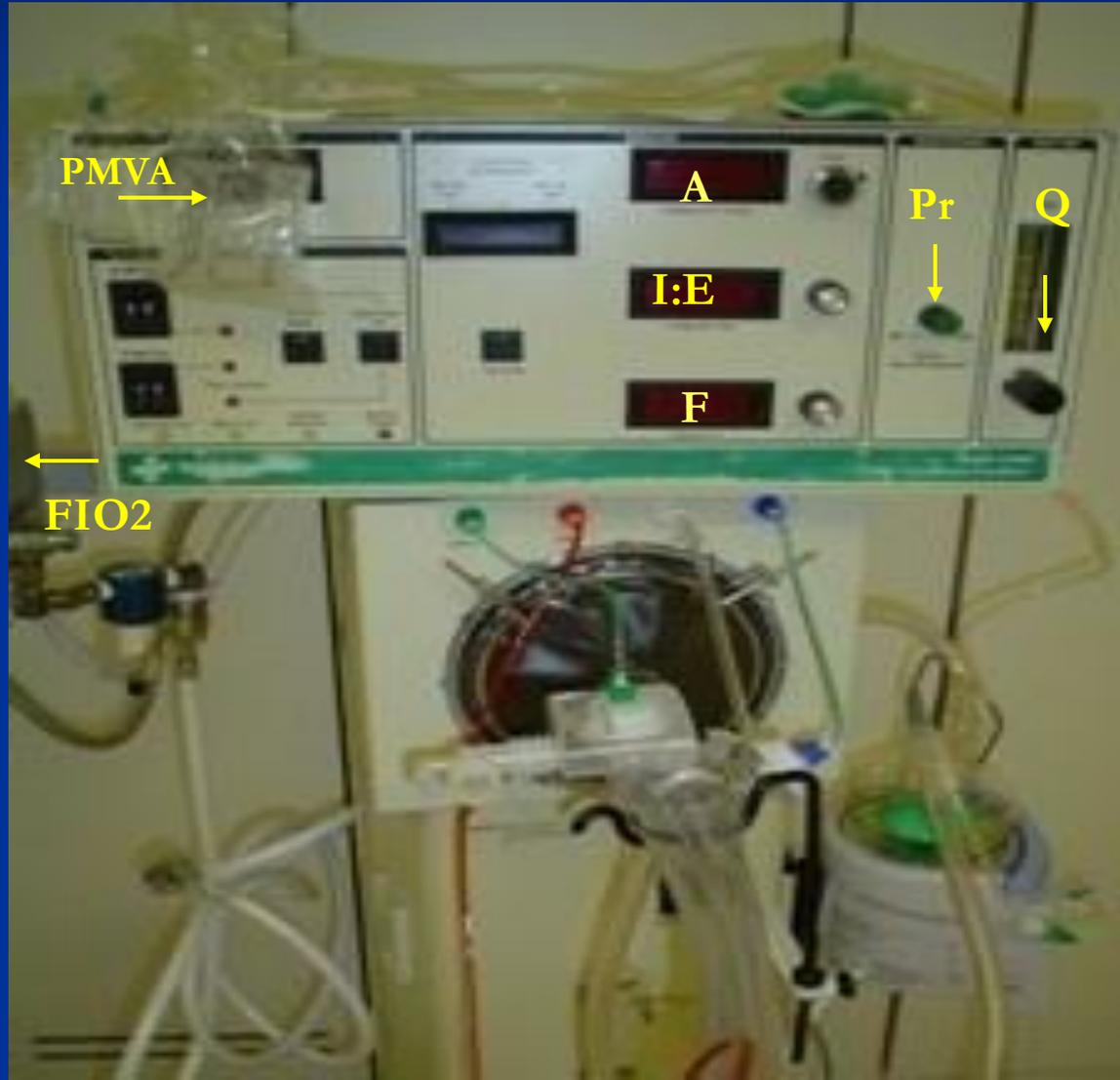
Enfisema I. sev



RNT 3.500 G

CASO 3

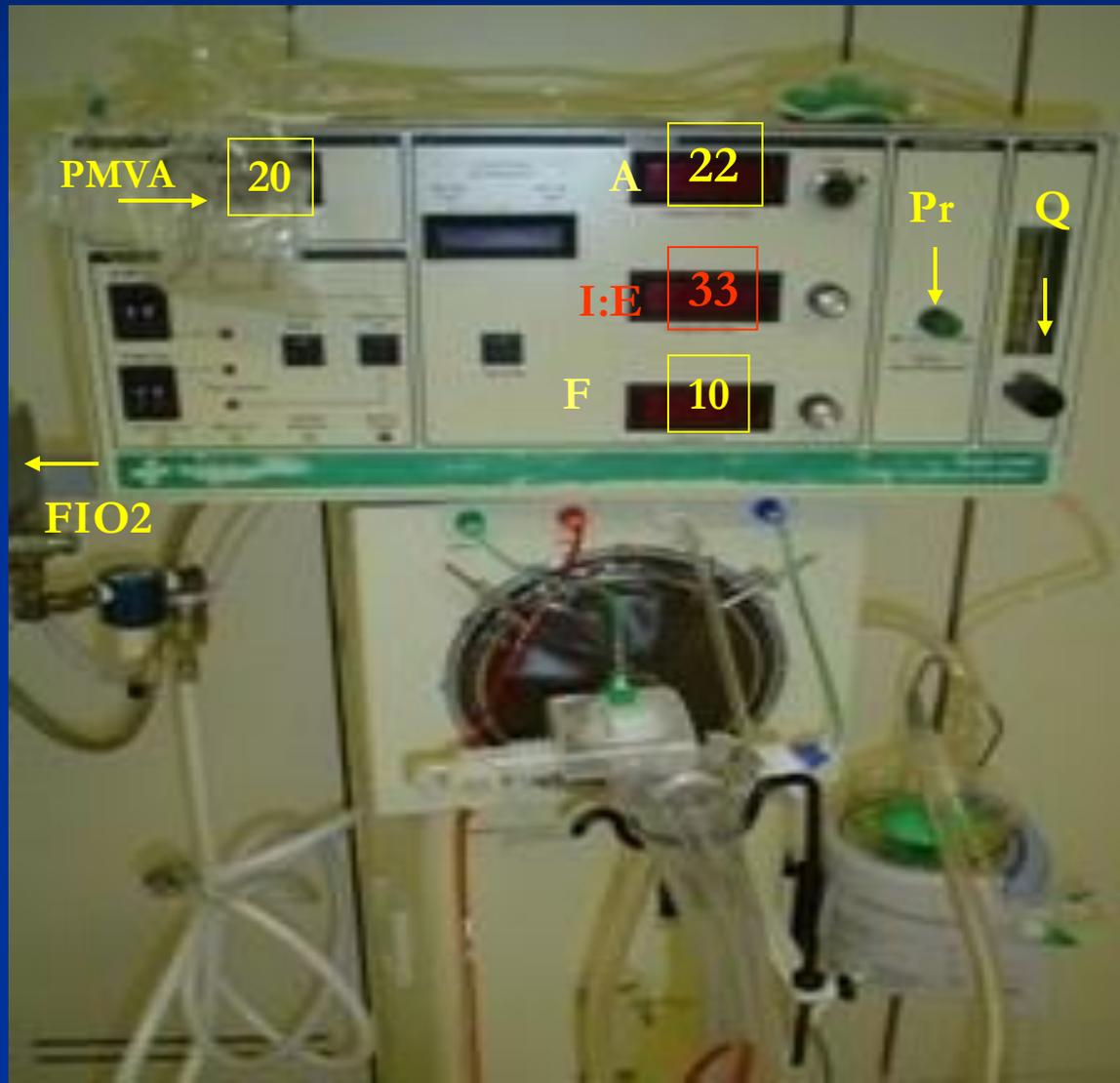
VMC :
PMVA 18
HPPN
IO 26



RNT 3.500 G

CASO 3

VMC :
PMVA 18
HPPN
IO 26



CASO 4

- Inadecuada oxigenación
- Atelectasia
- Pobre expansión Pulmonar a la RX

CASO 4

- Inadecuada oxigenación
- Atelectasia
- Pobre expansión Pulm
- \uparrow PMVA 1-2 Cm H₂O

CASO 5

- Inadecuada oxigenación + hipercapnia
- **Sobredistensión Pulmonar a la RX**
- Deterioro G. cardíaco

CASO 5

- Inadecuada oxig.
- Hipercapnia
- Sobredist. P a RX
- Deterioro G. cardíaco
- Disminuir PMVA 1-2 cm hasta mejorar
- Repetir RX de TX

CASO 6

- **Hipercapnia**
- **Sin sobredistensión Pulmonar**

CASO 6

- **Hipercapnia**
- **Sin sobredistensión Pulmonar**
- Aumentar DP hasta optimizar VC (*)
- Disminuir FR si DP al máximo:
 - * Sensormedics
 - * Babylog

CASO 7

- Hipocapnia
- RX 8-9 espacios intercostales

CASO 7

- Hipocapnia
- RX 8-9 espacios IC
- Disminuir DP para disminuir VC
- Minimo DP 18, antes de extubar

CASO 8

- Hiperoxia

CASO 8

- Hiperoxia

- Primero
Disminuir FIO₂

- Luego disminuir
PMVA

Gracias

