



**SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRÍA**



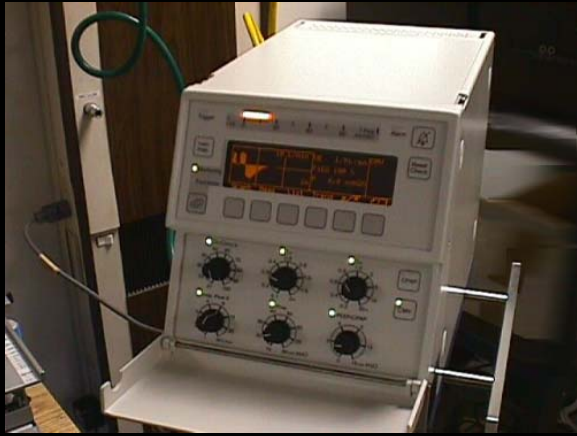
Por un niño sano  
en un mundo mejor

**1º Congreso Argentino de Pediatría Neonatología**  
***“Hacia un nacimiento seguro en un contexto de calidad  
centrado en la familia”***  
**30 de Septiembre al 2 de Octubre de 2010**


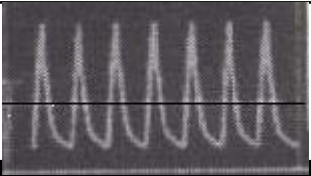
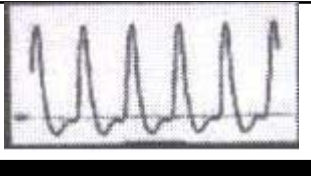
# Ventilacion de Alta Frecuencia

***Dra. Patricia Bellani***

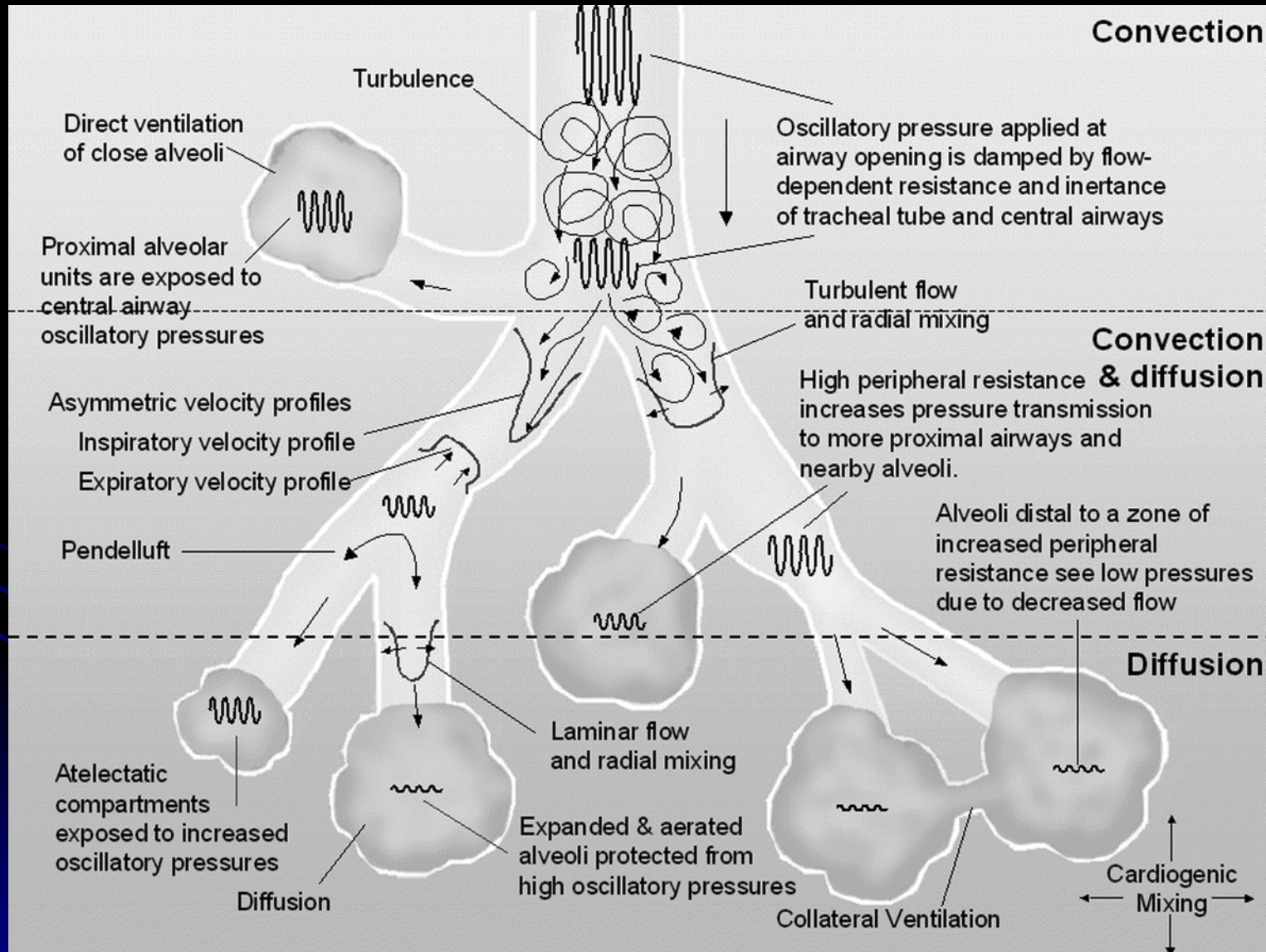




# HFV: Clasificación de los respiradores

	HFOV	HFJV	HFFI
<b>HFV generada x</b>	Pistón u otros	Inyector	Válvula solenoide
<b>Relación I:E</b>	1:1 o 1:2	1:4 a 1:8	1:3 a 1:6
<b>Frecuencia óptima</b>	8 a 15 Hz	5 a 10 hz	8 a 12 Hz
<b>Ciclos IMV</b>	<u>No</u> : SM <u>Si</u> : Drager, SLE5000	Si	Si
<b>Onda</b>			

# Mecanismo de Intercambio de Gases



# Ventilación de alta frecuencia

- Modo ventilatorio a través del cual **pequeños volúmenes corrientes** son entregados a **frecuencias respiratorias suprafisiológicas**

- $FR > 150 \text{ x min}$

- $V_t = \text{ó} < EM$



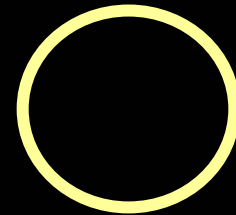
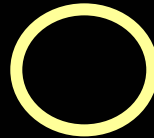
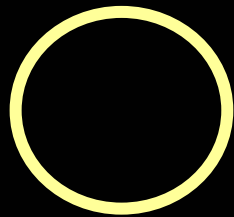
# IMV $\neq$ HFV

Inspiración

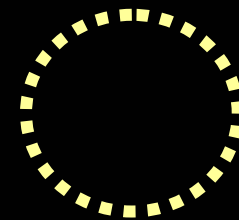
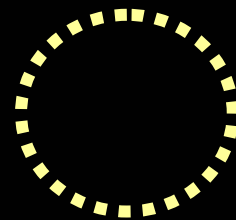
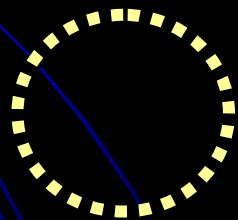
Espiración

Inspiración

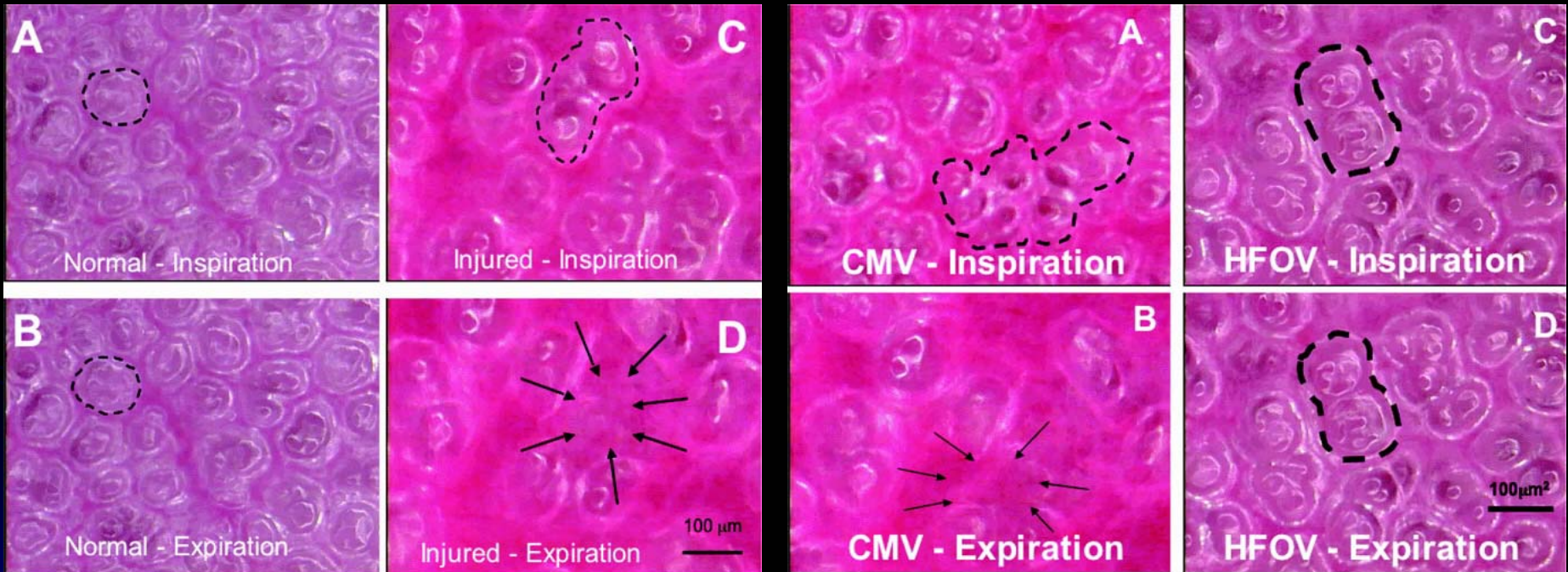
IMV



HFV



# Carney D, et al Crit Care Med 2005; 33:S122-128



# Ventilación de alta frecuencia

- Surge como una alternativa para disminuir la injuria pulmonar asociada a la ventilación y mejorar el intercambio gaseoso en pacientes con insuficiencia respiratoria severa.
- La meta es lograr un reclutamiento o una capacidad residual funcional (CRF) adecuada y evitar las grandes fluctuaciones de volumen.



# Ventilación de alta frecuencia

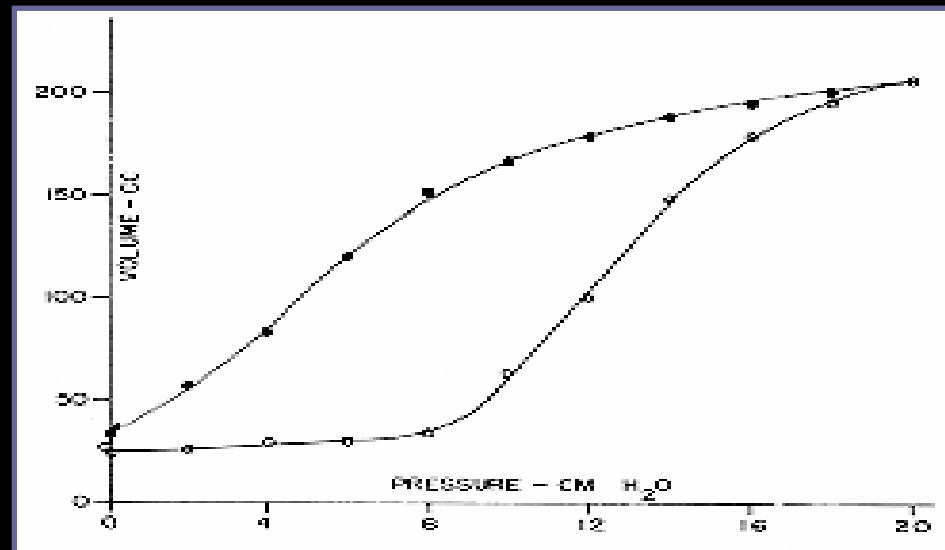
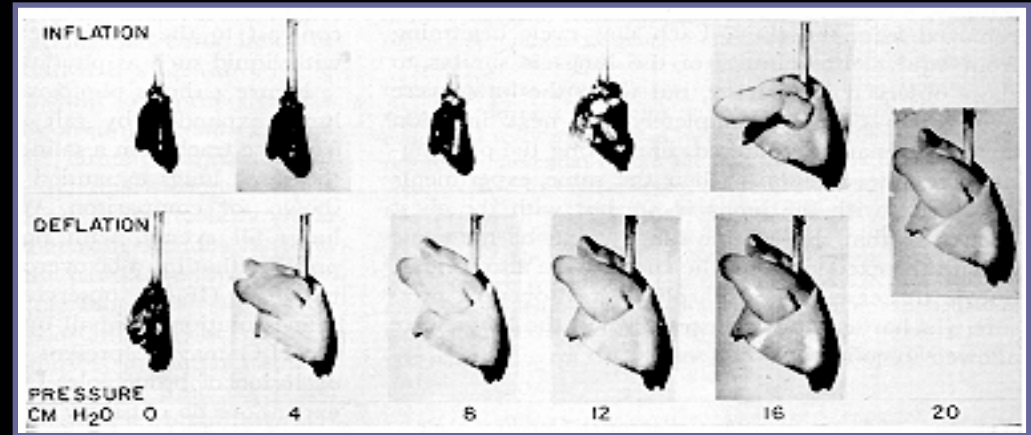
- ✓ Evitar fluctuaciones de volumen disminuiría volutrauma
- ✓ Para usar  $V_T$  pequeños se requieren  $f$  elevadas
- ✓ Ventilación por mecanismos diferentes a la VM convencional
- ✓ Menor relación entre ventilación y oxigenación
- ✓ Intercambio gaseoso se realiza por varios mecanismos principalmente difusión molecular aumentada
- ✓ La oxigenación depende de mantener el pulmón expandido (reclutamiento de áreas colapsadas)

- La oxigenación depende de la presión media en la vía aérea (MAP)
- La MAP permite reclutar espacios alveolares y mejorar la relación ventilación perfusión, evitando atelectasias y preservando la función del surfactante.
- La MAP puede sin embargo comprometer el retorno venoso y aumentar la resistencia vascular pulmonar.

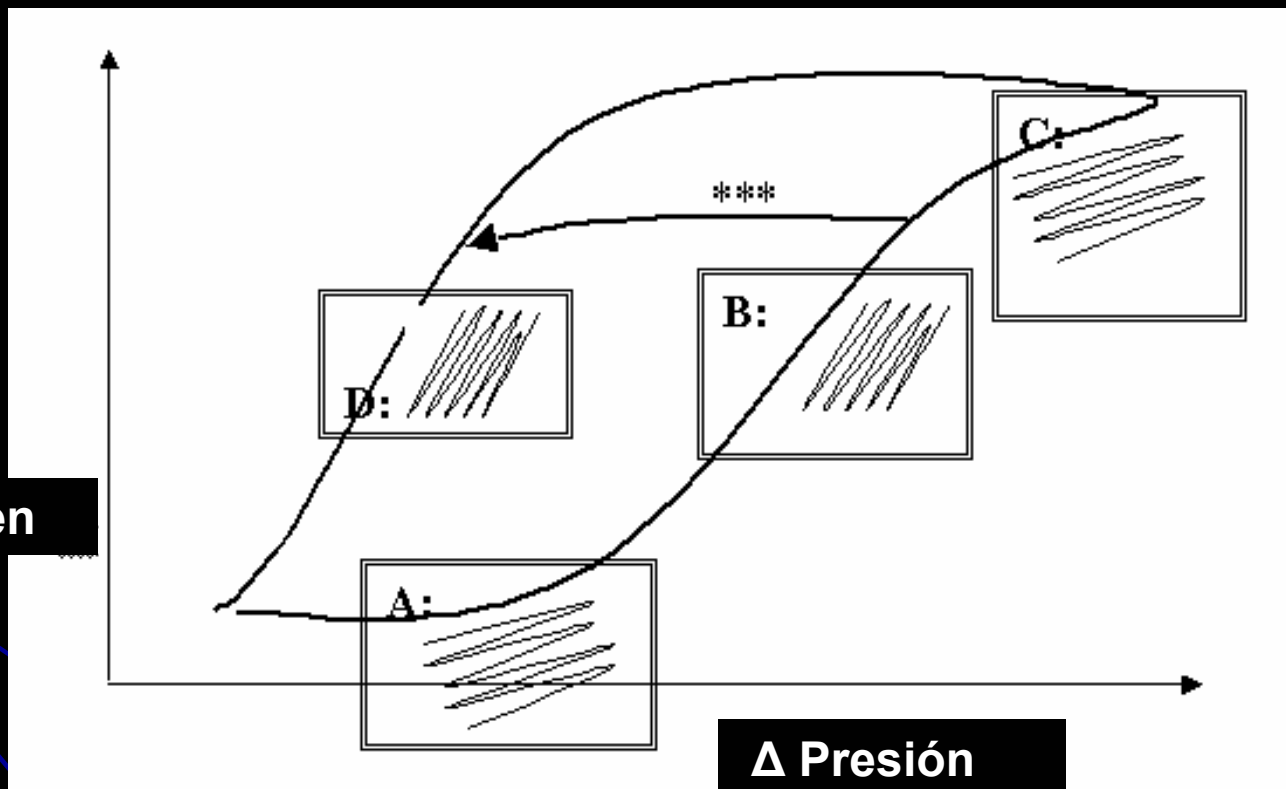
# HFOV: Oxigenación

- La MAP se usa para “inflar” el pulmón y de esta forma optimizar la superficie de intercambio gaseoso.

- MAP = Volumen Pulmonar (mean lung volume) =  $\uparrow$  PaO<sub>2</sub>



$\Delta$  Volumen



# VAFO: Oxigenación

✓ OXIGENACIÓN  MAP  
FiO<sub>2</sub>

✓ **MAP**: se controla en forma independiente

✓ **MAP**: funciona como un verdadero CPAP que vibra

# HFOV

## Volumen Pulmonar Óptimo

- ✎ Alcanzar la “ presión crítica de apertura”
- ✎ ↑ la MAP hasta que aumente la saturación
- ✎ Cambios de 1 a 2 cmH<sub>2</sub>O cada 5', 15' o 30' según la gravedad de la hipoxia
- ✎ **NO DESCONECTAR NUNCA PARA BOLSEAR:** *si desatura evaluar volumen pulmonar*

# VAFO: Oxigenación

## Requisitos

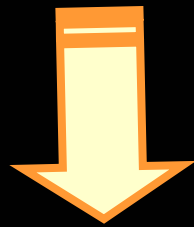
⇒ MAP óptima

⇒ Estabilidad hemodinámica

⇒  $FiO_2$



**Volumen pulmonar óptimo =  
Map óptima =  
Sat > 92 – 95%**



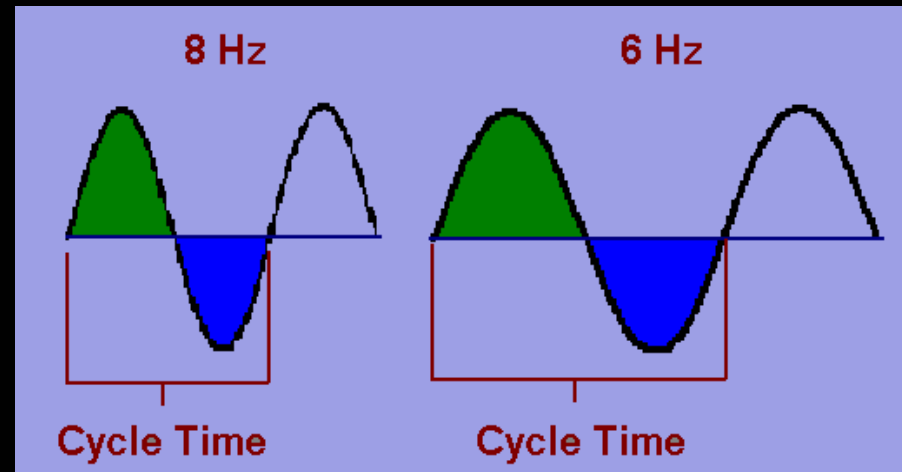


# VAFO: Ventilación

- ❖ La **ventilación** es proporcional a  $f \cdot V_T^2$ . el volumen depende a su vez principalmente de la amplitud de la onda y en menor medida de la frecuencia
- ❖ La frecuencia en la VAF se relaciona con la ventilación de manera inversa (menor frecuencia, mayor ventilación).

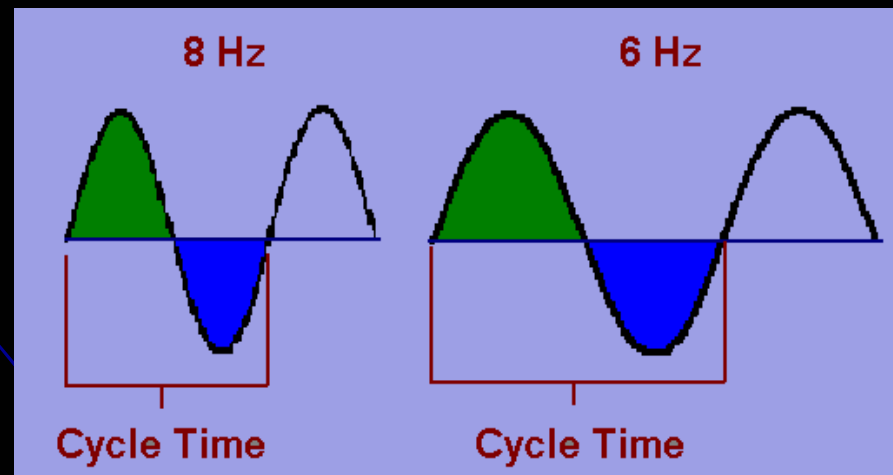
# Eliminación de CO<sub>2</sub> en HFV

- IMV → Eliminación de CO<sub>2</sub> = FR x VT
- HFV → Eliminación de CO<sub>2</sub> = FR x (VT)<sup>2</sup>
- Eliminación de CO<sub>2</sub> mas relacionada al VT que a FR
- Pequeños Δ amplitud o ↑ compliance → grandes cambios en la CO<sub>2</sub>



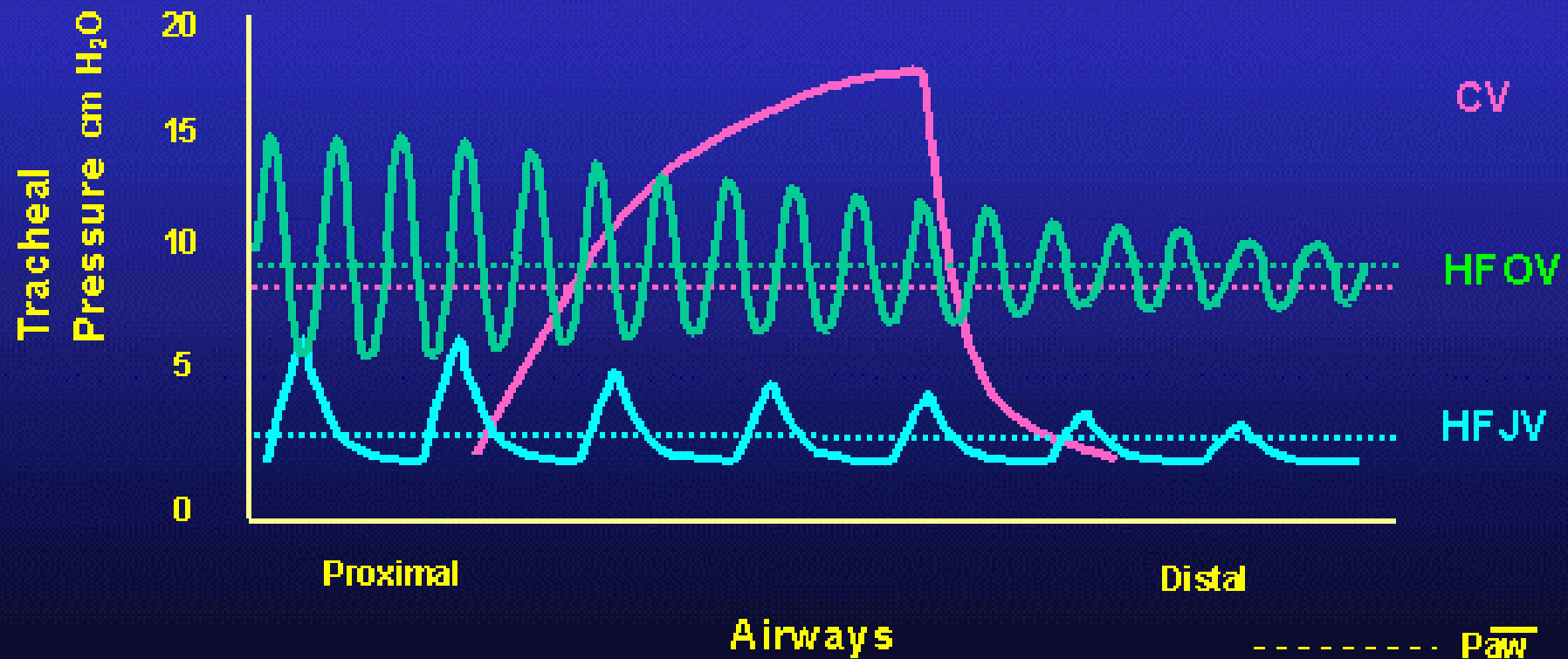
# VAFO: Ventilación

La Frecuencia controla el tiempo permitido al pistón para moverse (distancia). Por lo tanto, cuanto menor la frecuencia, mayor será el volumen entregado, y a mayor frecuencia, menor volumen



# HFV Pressure Attenuation

Amplitude may attenuate around a fixed  $\overline{P_{aw}}$



## VAF: Control de la ventilación

- Evaluar PaCO<sub>2</sub> a los 30' de iniciada la VAFO
- Si PaCO<sub>2</sub> < o = a 45 mmHg disminuir Amplitud
- Delta P: cambios de 1 a 3 cmH<sub>2</sub>O

➤ ↑ PaCO<sub>2</sub> → ↑ de secreciones  
Complicaciones del TET  
Escapes no diagnosticados  
Patología concomitante  
Problemas con el equipo

# VAFO: Controles

- ❖ **EAB:** → a los 30'
  - frecuentes sin TcPCO<sub>2</sub>
  - fijar objetivos: Sat–PaO<sub>2</sub> – PaCO<sub>2</sub>
- ❖ **Rx:** → a los 30' luego cada 6 hs
  - expansión adecuada: 8 EIC
- ❖ **Evaluar diuresis, TA, relleno capilar, PVC**

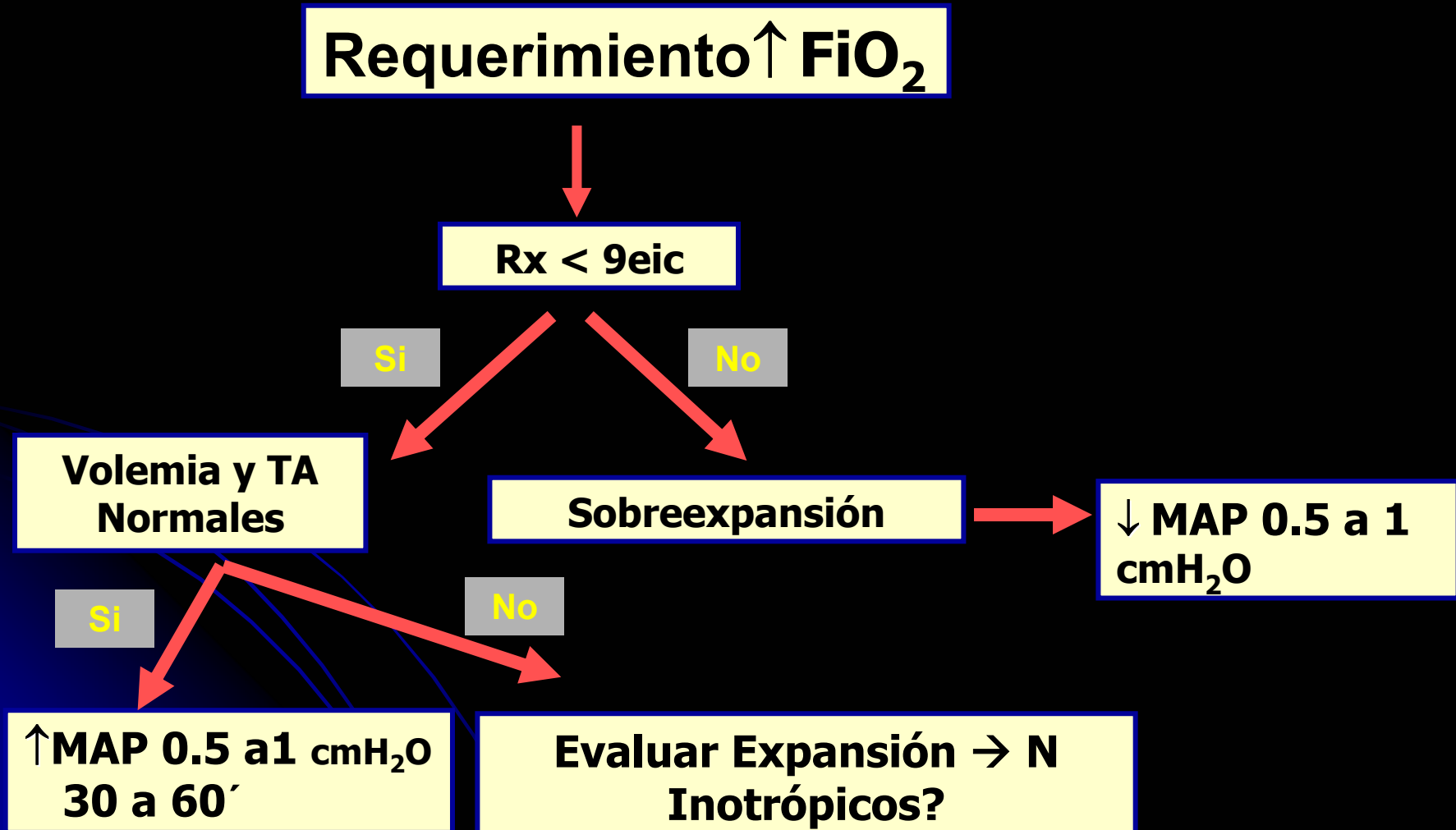
# VAFO: Radiología

## Diagnóstico de Sobreexpansión

- > 9 eic
- Diafragmas planos
- Herniación pulmonar

# VAFO

¿ Que pasa si aumentan los requerimientos de  $FiO_2$ ?





# VAFO: Destete

- **Recordar: uno de los objetivos principales de HFOV es disminuir la  $FiO_2$**
- No bajar MAP hasta que  $FiO_2 \pm 0.5$
- Disminuir MAP lentamente de a 0.5 a 1 cmH<sub>2</sub>O
- Esperar de 1 a 2 hs para confirmar que no se alcanzó la presión crítica de cierre
- Disminuir MAP mas rápido si Rx con signos de sobreexpansión
- MAP <7 con baja  $\Delta P$  y  $FiO_2 < 0.3$  IMV o extubar

# VAFO: Cuidados del paciente

- ❖ Aspiración: no necesaria primeras 12 a 24 hs a menos que el RN tuviera secreciones previamente
- ❖ Circuito cerrado: evita el desreclutamiento
- ❖ Auscultación: no desconectar → botón en espera
- ❖ El RN queda en CPAP → no pierde volumen

# VAFO: Cuidados del paciente

⇒ Humidificación → fundamental

⇒ En circuitos cerrados es imprescindible respetar la altura de la bolsa de agua destilada

⇒ ROTAR: cambios de posición cada 4 a 6 hs

# Indicaciones VAFO

- Membrana hialina que fracasa con VMC y surfactante
- Enfisema intersticial pulmonar (de elección)
- Fístula broncopleurales (de elección)
- Hipoplasia pulmonar (ante fracaso de VMC)
- Hernia diafragmática (ante fracaso de VMC)
- SALAM (ante fracaso de VMC)
- Bronconeumonía (en fracaso de VMC)
- Hipertensión pulmonar primaria y secundaria (ante fracaso de VMC)
- Hipercapnia severa  $PCO_2 > 60$  mmHg (aún cuando se ha optimizado la VMC)

# Fracaso de la VMC

Peso (g)	MAP	PIM cmH <sub>2</sub> O	OI
1<000	10	> 20	>15
1000-1500	12	24-28	>15
> 1500	15	> 28	>20

**La saturación óptima para RNPT < de 1500g es de 88-92%**

Estos valores son tentativos y dependen de la condición del paciente

# Claves en el manejo del paciente en VAF

- ✓ La estrategia a utilizar se enfoca en el reclutamiento alveolar y el mantenimiento de la MAP por encima de la presión de cierre.
- ✓ Para lograr esto se utiliza la MAP que en general se fija 2 cmH<sub>2</sub>O por encima de la registrada antes de ingresar a VAFO.
- ✓ Si la SpO<sub>2</sub> no mejora en 5-10 minutos, aumentar MAP hasta alcanzar SatO<sub>2</sub> 88-93%
- ✓ Evaluar expansión pulmonar con Rx torax (< 9eic)
- ✓ La MAP a utilizar será aquella que, logrando un volumen adecuado, proporcione la mejor oxigenación con el menor efecto hemodinámico.
- ✓ MAP inicial en escapes de gas depende en la expansión del pulmón no comprometido. El volumen de ese pulmón debe ser normalizado. Aceptar valores de EAB menores que óptimos hasta que resuelva el escape de gas.

- ✓ En HFOV se utilizan frecuencias entre 10-15 Hz para RN prematuros con enfermedad restrictiva y entre 6-10Hz en RNT.
- ✓ El uso de TCPaCO<sub>2</sub> es muy útil para prevenir sobre expansión e hipocapnia.
- ✓ La amplitud se determina por el movimiento de la pared torácica y se ajusta según la PaCO<sub>2</sub>.
- ✓ De haber hipoventilación, aumentar amplitud de a 2 unidades hasta lograr vibraciones óptimas o disminuir frecuencia. La vibración debe estar limitada al tórax hasta la región umbilical
- ✓ En EPI, no aumentar la MAP en forma agresiva. Esto puede llevar a empeoramiento del EPI y atrapamiento gaseoso. Aceptar SatO<sub>2</sub> 87-90% inicialmente, usar mayores FiO<sub>2</sub> y aceptar mayores PaCO<sub>2</sub> hasta resolver EPI

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIA SDR

- MAP inicio:  $2 \text{ cmH}_2\text{O} >$  a MAP en ARM
- Subir la MAP de a  $1 \text{ cmH}_2\text{O}$  hasta que :
  - $\uparrow$  la saturación
  - $\uparrow$  PVC o  $\downarrow$  TA
  - $Rx \geq 9$  eic
- Efectuar cambios cada  $5'$  a  $30'$  según gravedad del RN y en que parte de la curva se encuentre



# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIA

## SDR

- ↓ FiO<sub>2</sub> → PaO<sub>2</sub> = 50 – 55 mmHg  
Sat = 91% - 93%  
PaCO<sub>2</sub> = 45 – 50 mmHg
- Si pese a la amplitud baja existe hiperventilación  
→ ↑ FR a 15 Hz
- **Recordar → Rx cada 2 a 6 hrs**
- ↓ MAP cuando: FiO<sub>2</sub> ≤ 0.5 con Rx OK.  
Rx ≥ 9 eic  
Signos de hipoperfusión

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS SDR

## DESTETE

- ↓ MAP cuando  $FiO_2 \leq 0.5$
- ↓ MAP de a 1 cmH<sub>2</sub>O
- Esperar entre cada cambio de MAP
- Disminuir  $\Delta P$  3 - 5 cmH<sub>2</sub>O c/ 15'

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS ESCAPES DE AIRE

- Comenzar con MAP = 0 < que en ARM
- FR = 10 Hz
- $\Delta P$  para mantener PaCO<sub>2</sub> en 50 – 60 mmHg
- ↓ MAP de 1 cmH<sub>2</sub>O a expensas de FiO<sub>2</sub>

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS

## **ESCAPES DE AIRE**

- Controlar sobredistensión con Rx
- Evitar ventilar con bolsa
- Luego que desaparece el EIP continuar 24 – 48 hs con HFOV

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS ESCAPES DE AIRE

La HFOV estaría indicada porque:

- ☑ Logra adecuada  $\text{PaO}_2$  y  $\text{PaCO}_2$  con  $< \text{VT}$
- ☑ La presión de distensión es  $\leq$  que la requerida en ARM
- ☑  $\downarrow$  tamaño de la lesión pleural  $\rightarrow$   $\downarrow$  pérdida de aire

# Errores comunes en VAFO

1. Inadecuado reclutamiento pulmonar inicial
2. Descenso prematuro de la MAP antes de lograr la estabilidad alveolar
3. Falta de descenso en la MAP cuando se obtiene una clara mejoría en la oxigenación

*AB Froesse & J Kinsella Crit Care Med 2005; 33: S115-S121*

# Complicaciones potenciales

1. Traqueobronquitis necrotizante
2. Sobre expansión pulmonar, escapes de gas
3. Compromiso hemodinámico
4. Atelectasias
5. Hemorragia Intraventricular/ Leucomalacia periventricular
6. Obstrucción focal/ impactación de mucus

# HFV: Era Pre - Surfactante

- ✓ HiFi Trial (NIH): n= 673 → no ↓DBP ↑HIC y ↑ Escapes de aire
- ✓ Clark 1992: HFOV, n=83 → ↓DBP
- ✓ Keszler 1991: HFJV, n=144 → mejora EIP, < mortalidad
- ✓ HiFO 1993: HFOV, n=176 → RN c/SDR severa → < NTX



# HFV: Era Actual: surfactante +Sinc.

## Estrategias de “protección pulmonar”

- ✓ Thome 1999: HFFI, n=284, 880gr → no ≠ DBP ni ≠ sobrevida, ↑ escapes de aire
- ✓ Moriette 2001: HFOV, n=273, 980g → < dosis surfactante no ≠ DBP
- ✓ Courtney 2002: HFOV, n=498, 600 -1200g, 4 hs HFOV vs SIMV (control VT) (NVSG) → HFOV < dias ARM (12 vs 21d) & > vivos s/P ⊕ (56%/47%)
- ✓ Johnson 2002: HFOV, n=797, 853g, < 1hr → no ≠ DBP (UKOS)
- ✓ Van Reempts 2003: HFOV/HFFI vs CV, n=300, 1195g, 28s, no vol óptimo no ≠ DBP

# Elective high frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants

Henderson-Smart DJ et al. Cochrane collaboration 2003

- ★ 11 estudios desde 1989 hasta 2003 → 18 años
- ★ < 34 s y 200g hasta < 30s y 1200 g
- ★ 7 tipos diferentes de equipos
- ★ Mortalidad: No ↓ mortalidad
- ★ DBP: Pequeña reducción → evidencia débil
- ★ Efectos adversos: Incidencia de HIC o evolución neurológica sin ≠ significativas
- ★ Evolución neurológica a largo plazo: insuficiente información

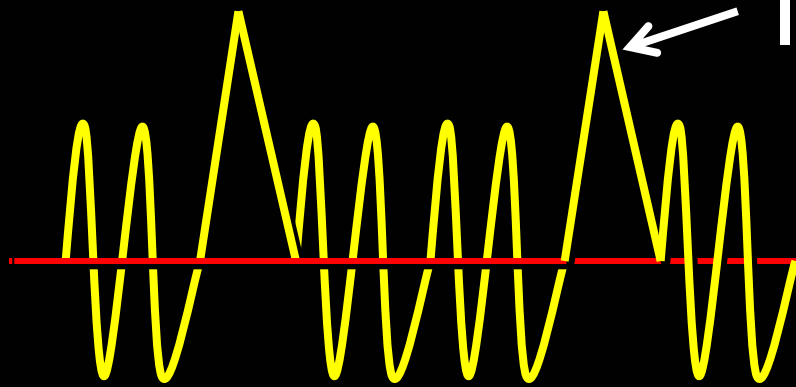
***No evidencia clara en esta revisión sistemática que HFOV electiva empleada como estrategia inicial vs VC ofrezca ventajas importantes para tratar PT c/ disfunción respiratoria aguda***

# HFV + IMV

Presión  
(mmHg)

oscilaciones

IMV (suspiros)



MAP

tiempo (seg)