



# 1<sup>er</sup> Congreso argentino de Neonatología

“Hacia un nacimiento seguro en un contexto de calidad  
centrado en la familia”

## Ventilación de alta frecuencia en Neonatología



Gonzalo Mariani



Servicio de Neonatología e Instituto Universitario,  
Hospital Italiano de Buenos Aires  
Septiembre-Octubre 2010

## Ventilación de alta frecuencia

- Ventilación de Alta Frecuencia es un modo ventilatorio a través del cual pequeños volúmenes corrientes son entregados a frecuencias respiratorias suprafisiológicas



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

- 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)

# Tipos de Ventilación de Alta Frecuencia

- Oscilatoria (VAFO o HFOV)
- Jet (VAFJ o HFJV)
- Interrupción de flujo (VAFIF o HFFI)

*Se diferencian básicamente por la forma en que se generan las ondas de presión en la vía aérea y por el mecanismo de espiración (pasiva o activa)*

# VM convencional vs Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria (VAFO)

Diferencias	VMC	VAFO
FR (rpm)	0-60	>150
VT (ml/kg)	4-12	0.1-5
Espiración	Pasiva	Activa
P alveolar (cmH <sub>2</sub> O)	5-50	0.1-20
VM	$FR \times V_T$	$FR \times V_T^2$

# Fisiología / Intercambio gaseoso

Todas las modalidades de VAF comparten los siguientes objetivos:

- mantener un volumen pulmonar mayor que la CRF, y

- minimizar el ciclo de inflado y desinflado usando  $V_T$  bajos,

permitiendo un intercambio gaseoso adecuado con potencialmente menor injuria pulmonar



# Intercambio Gaseoso en VAF

Aún no entendido completamente

1. Ventilación alveolar directa (alveolos proximales)
2. Pendelluft (intercambio entre unidades con  $\neq T_c$ )
3. Flujo convectivo (velocidades asimétricas)
4. Dispersión Taylor
5. Difusión aumentada (flujo turbulento)
6. Otros

# Ventilación alveolar directa

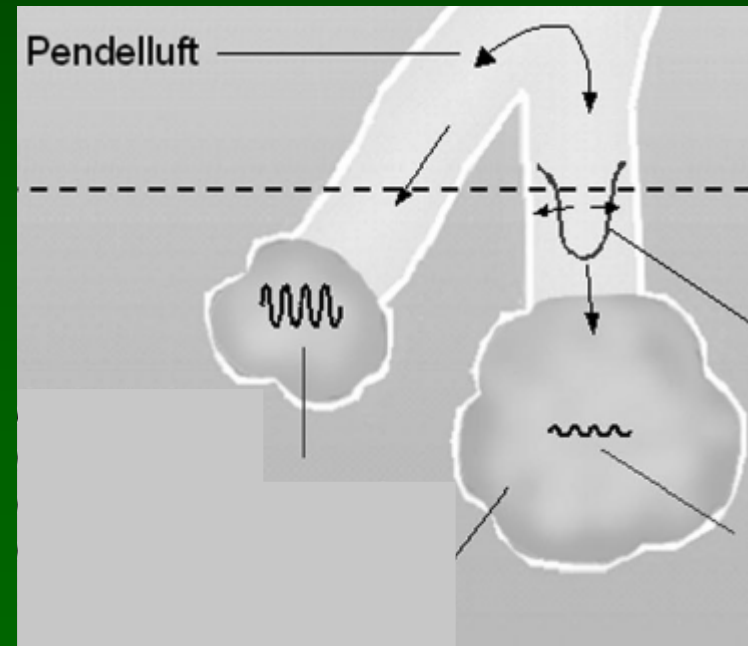
- Aún con pequeños volúmenes corrientes se produce ventilación directa en unidades alveolares proximales



# Pendelluft

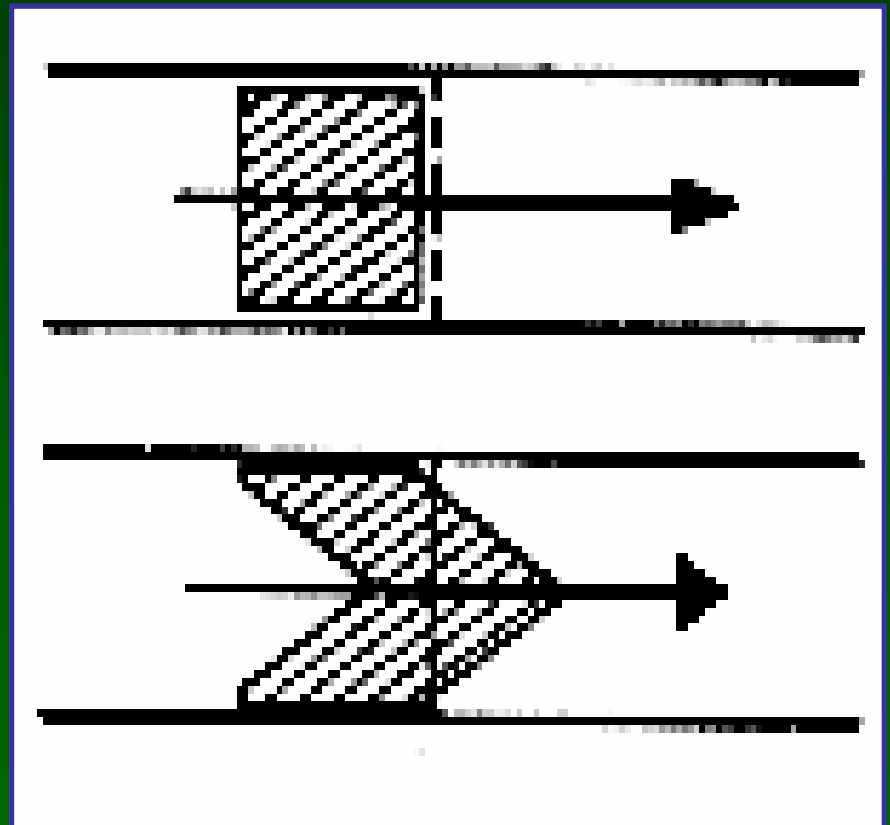
## Pendelluft:

- A frecuencias altas, la distribución es influenciada fuertemente por las desigualdades en las constantes de tiempo. El gas de unidades “rápidas” ( $T_c$  cortas) se vuelca hacia unidades “lentas” ( $T_c$  largas)



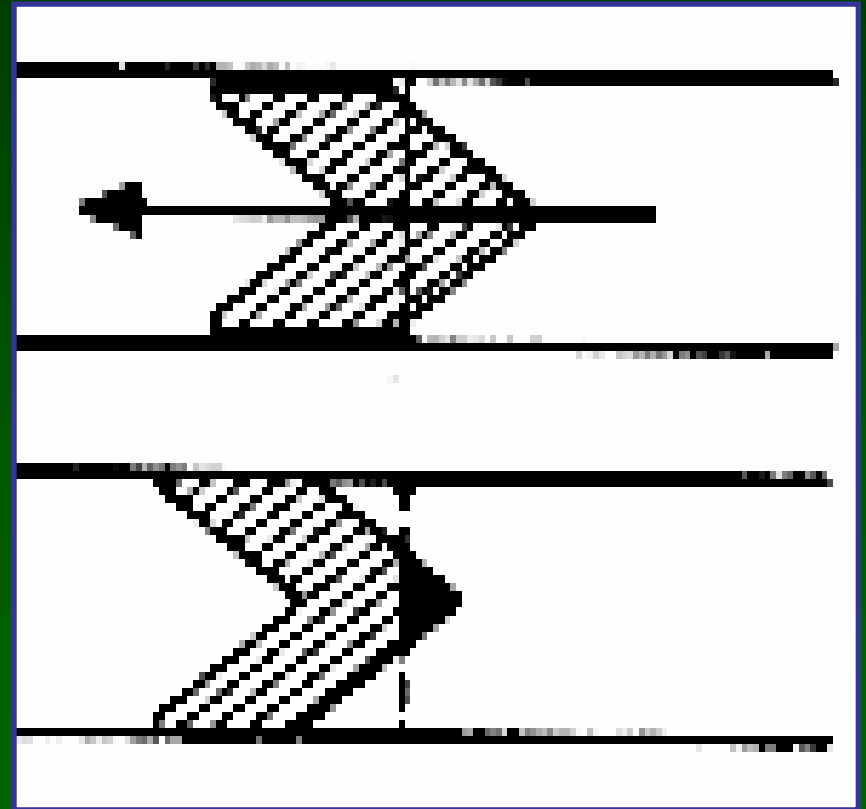
# Perfil asimétrico

- | Velocidades asimétricas
  - Durante inspiración, la alta frecuencia genera un perfil de flujo (“bala”), con las moléculas centrales adelantándose en la vía aérea en relación a las de la periferia (“step forward”)



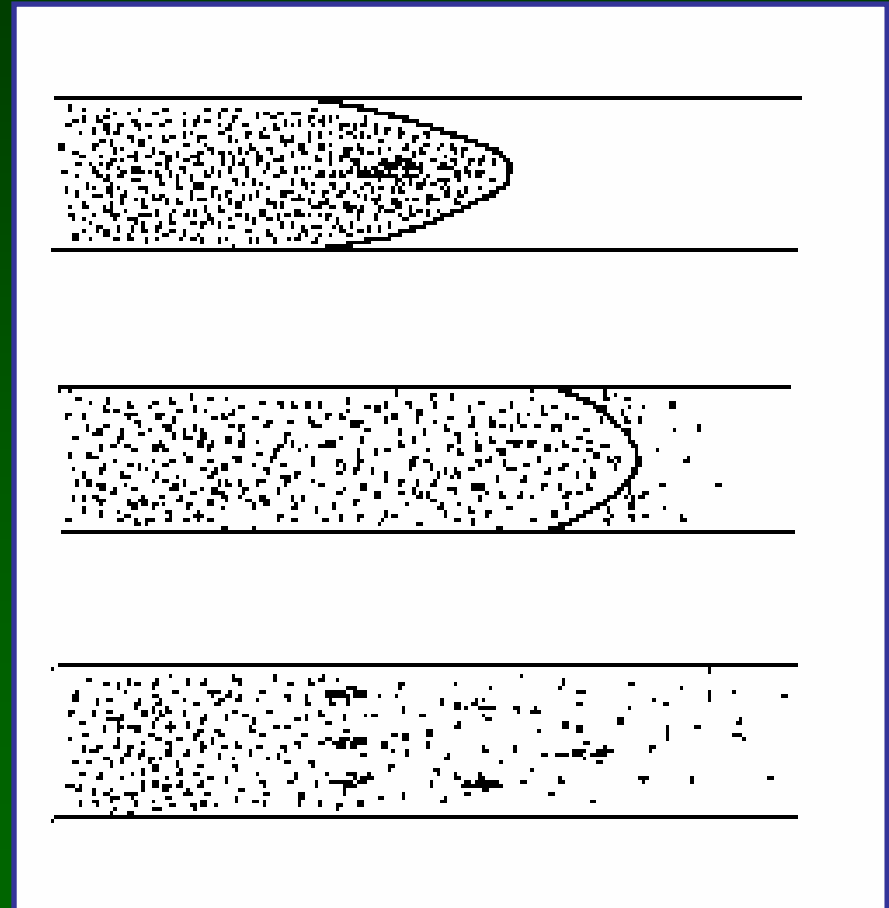
# Perfil asimétrico

Velocidades asimétricas  
En espiración, las moléculas  
centrales permanecen  
adelantadas y las de la  
periferia se mueven hacia las  
porciones proximales de la  
vía aérea (“Step back”)



# Dispersión

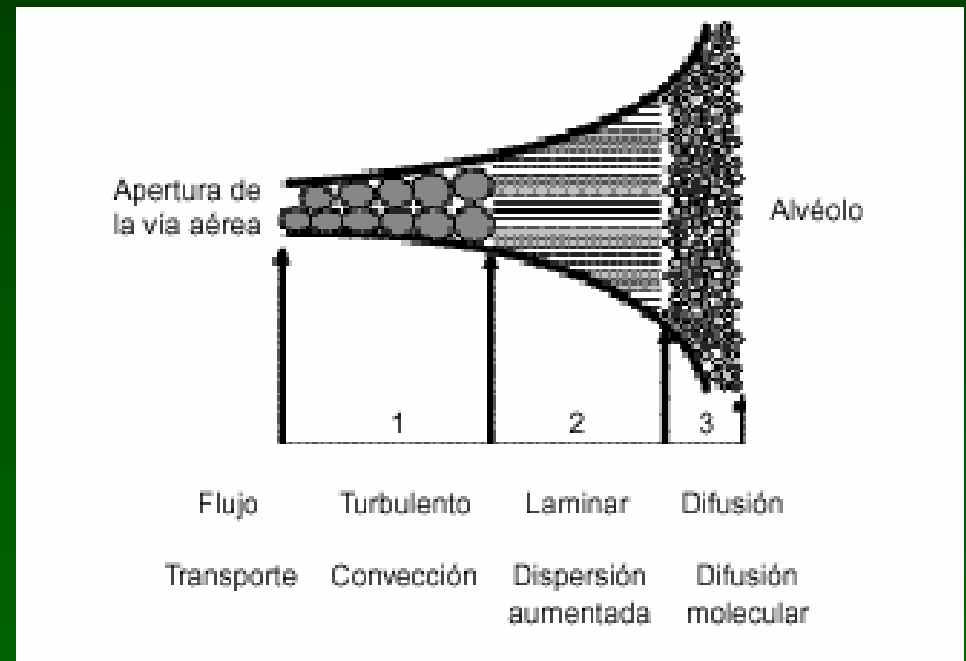
- Dispersión Taylor:
  - El flujo convectivo sobre un proceso de difusión, resulta en una dispersión de moléculas.



# Difusión

## Difusión Molecular :

- Sería uno de los principales mecanismos de intercambio gaseoso
- También se explicaría por la gran turbulencia de moléculas



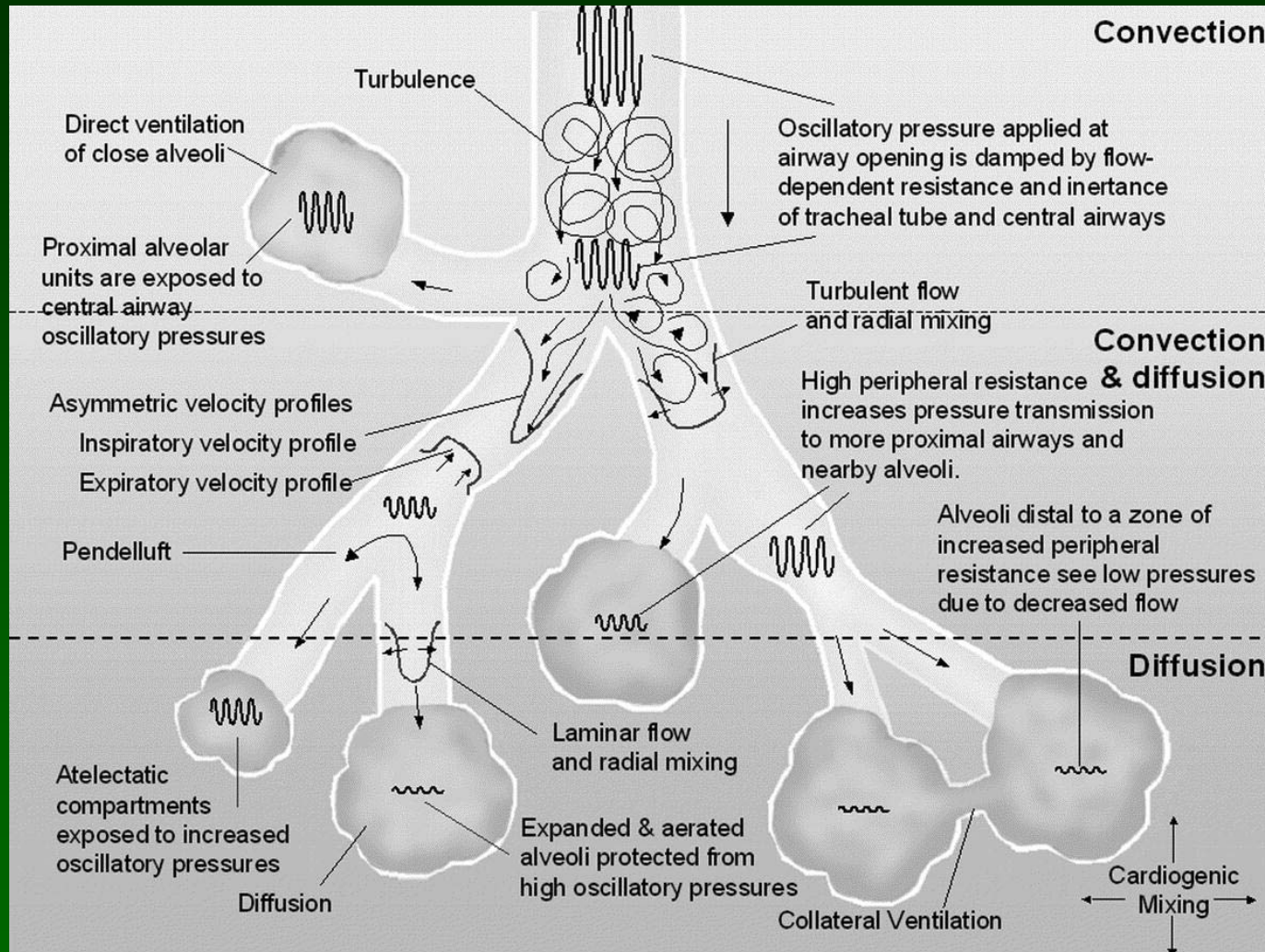
# Otros

- Mezcla cardiogénica:
  - Los latidos del corazón contribuirían a la mezcla de gas periférico.





# Mecanismos que determinan el transporte e intercambio de gas en VAFO



## **Impedancia** del sistema respiratorio (+ respirador + circuitos + TET)

- Término global que reúne las propiedades mecánicas de E ( $1/C$ ), R e I
- Simplificando, la Impedancia representa la barrera mecánica al flujo gaseoso, y a medida que aumenta, se requieren mayores  $\Delta P$  para generar un flujo equivalente (y entregar el volumen gaseoso a las unidades alveolares)
- Determinante clave de la eficiencia de la ventilación durante VAF

*Oscillatory mechanics:  
the pressure cost of  
high-frequency ventilation*

JOSÉ G. VENEGAS  
JEFFREY J. FREDBERG

---

*En: New Therapies for Neonatal Respiratory Failure  
Ed B Boynton, W Carlo, A Jobe  
Cambridge Un Press 1994*

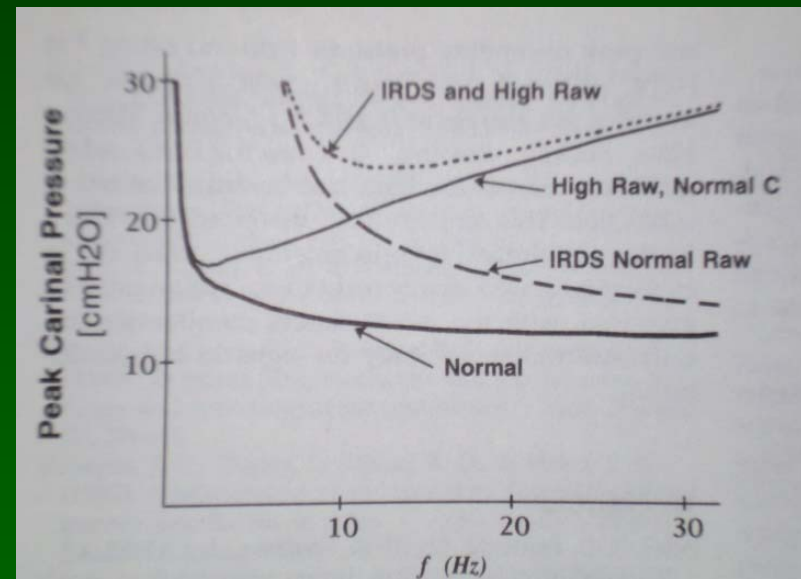
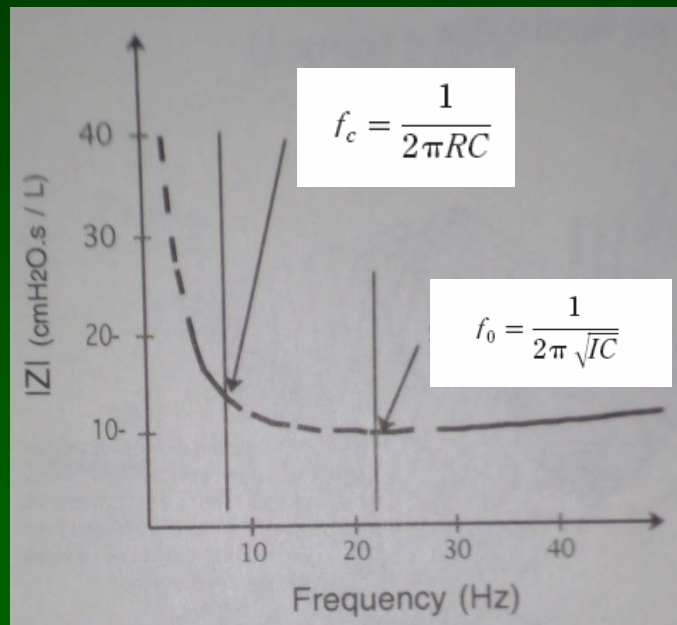
# Costo de presión de la ventilación alveolar

*Venegas & Freidberg CCM, 1994*

- **Ideal:** alcanzar ventilación alveolar adecuada al mínimo costo de presión
- Costo de presión requerido para alcanzar una unidad de ventilación alveolar:
  - Costo de presión para generar flujo x Costo de flujo para ventilar el alvéolo

## Costo de presión para generar flujo en VAF:

- Desciende con mayores frecuencias (mínimo en la  $f_0$ )
- En sistemas biológicos, *plateau* con frecuencias por encima de la frecuencia angular del sistema ( $f_c = 1/2 \pi RC$ )

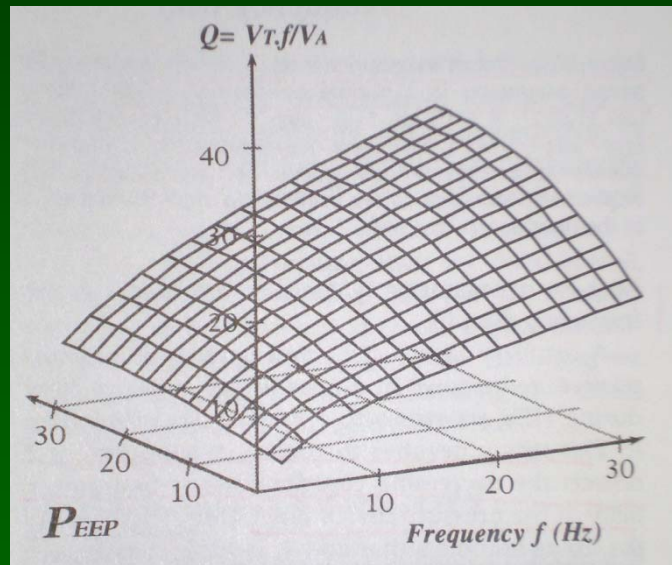


- El agregado de PEEP modifica el cuadro en función de la distensibilidad pulmonar que determine

# Costo de flujo para alcanzar ventilación

- *Aspecto del transporte gaseoso en VAF*
- $V_A \sim (V_T^2 f) / V_D$

## Costo de flujo para ventilar en función de f y PEEP

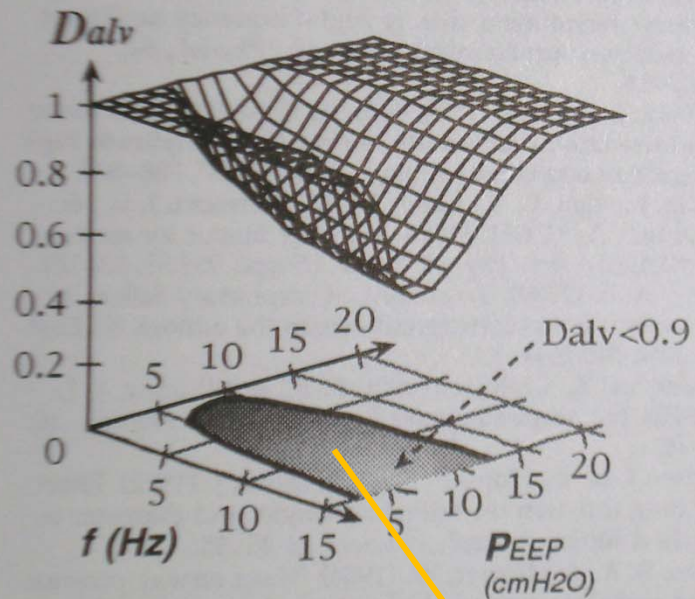


- El costo del flujo para ventilar (Q) aumenta con mayores frecuencias, reflejando una mayor fracción de ventilación de espacio muerto y menor eficiencia del transporte gaseoso
- Q también aumenta con mayores PEEP debido a expansión del espacio muerto anatómico

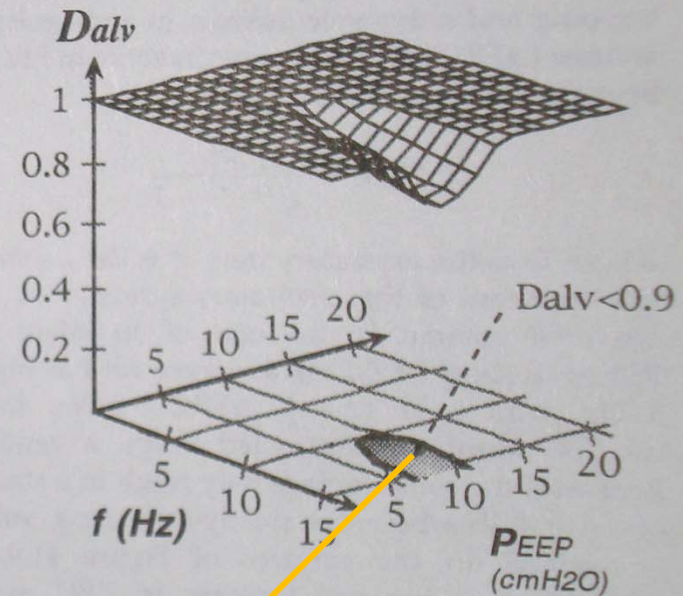
# Distensión alveolar

$$D_{alv} = (V_{EE} + V_T) / TLC$$

Normal infant

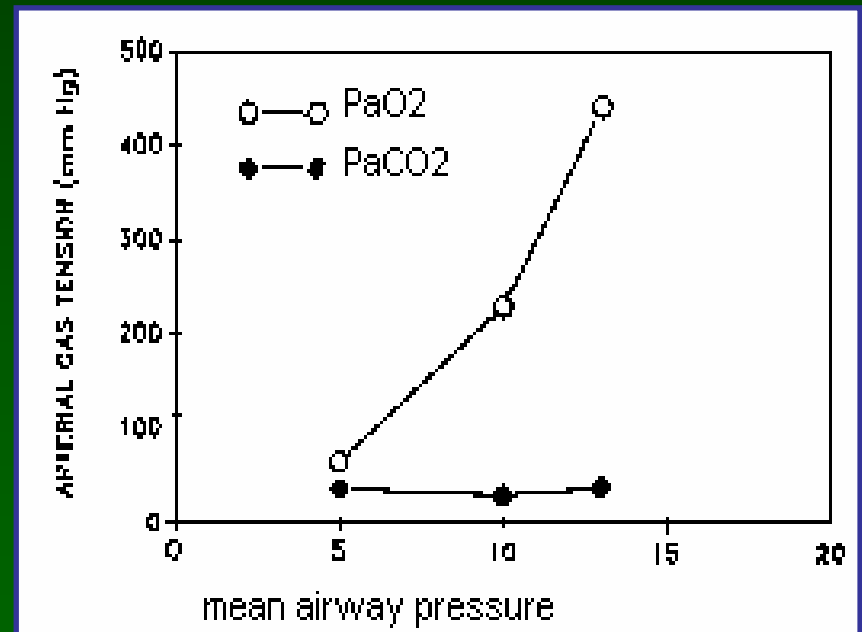
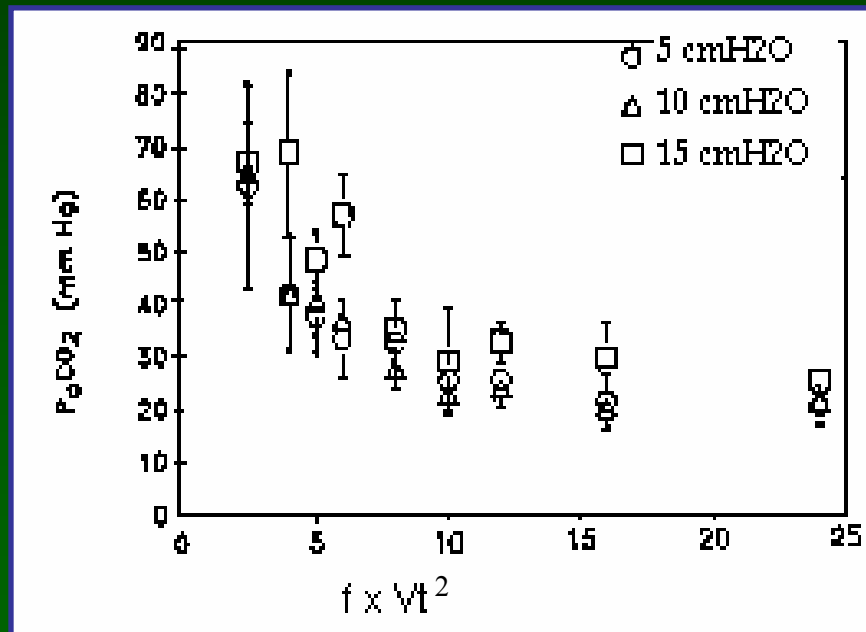


Infant with RDS



Zonas seguras que resultan en una distensión alveolar < 90% CPT

# La oxigenación y la eliminación de CO<sub>2</sub> están “desacopladas” en VAF



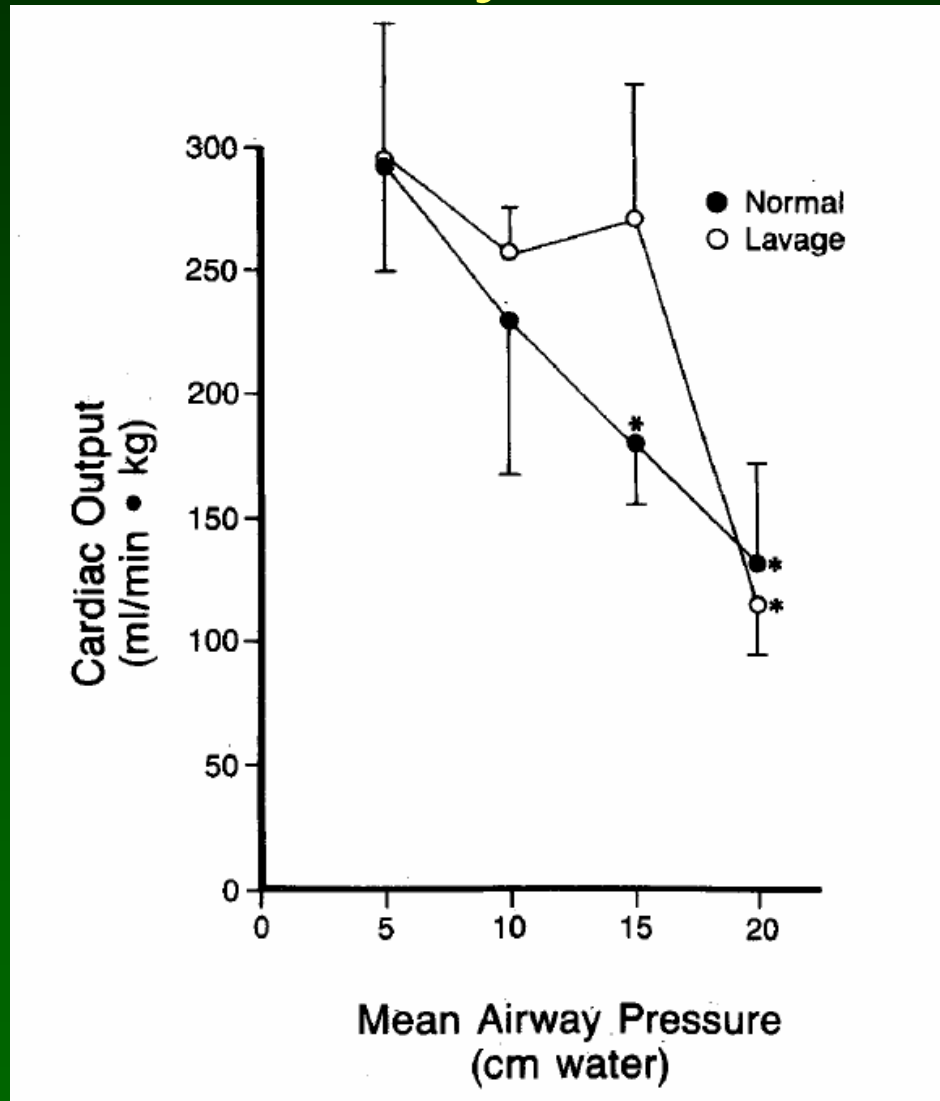


# VAFO

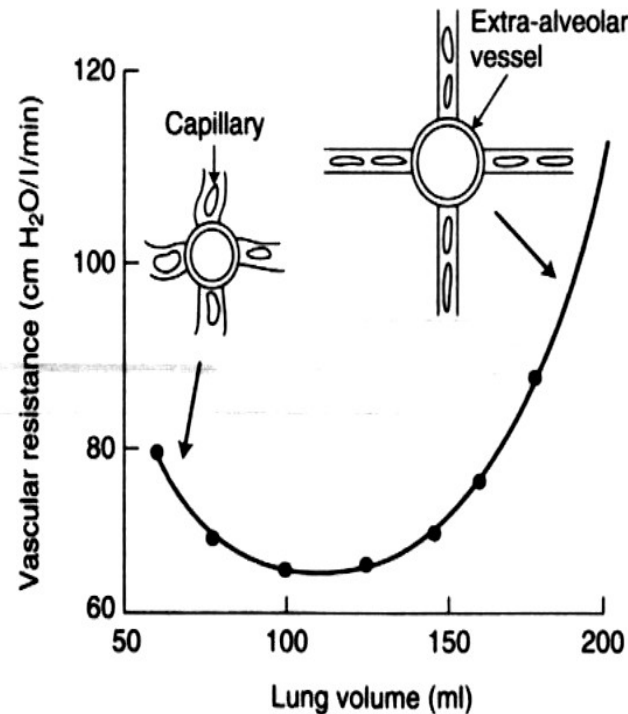


- La **oxigenación** depende de la presión media en la vía aérea ( $P_{aw}$ )
- La  $P_{aw}$  permite reclutar espacios alveolares y mejorar la relación ventilación perfusión, evitando atelectasias y preservando la función del surfactante.
  - La  $P_{aw}$  puede sin embargo comprometer el retorno venoso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

# Relación MAP y Gasto Cardíaco



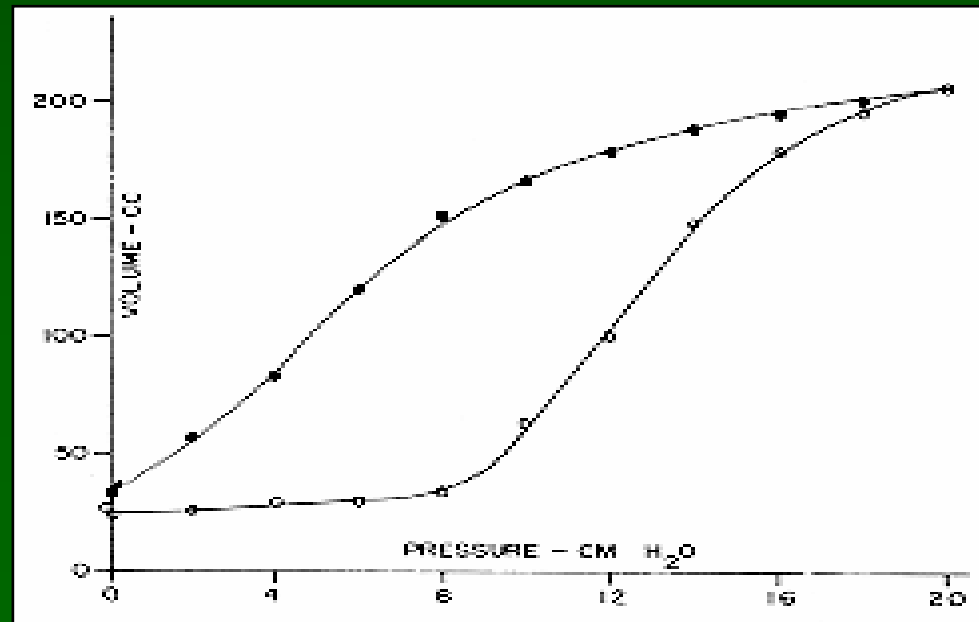
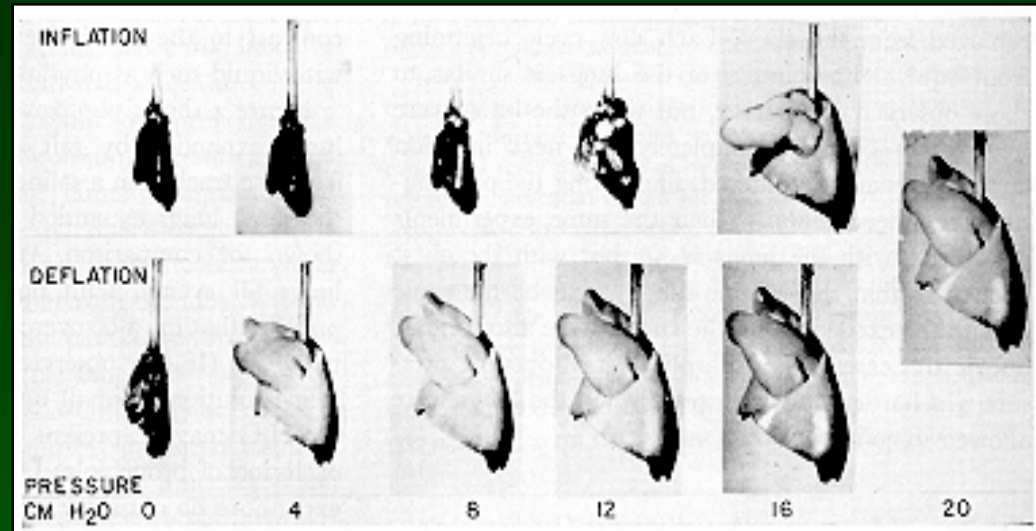
# Resistencia Vascular Pulmonar



**Figure 4-6.** Effect of lung volume on pulmonary vascular resistance when the transmural pressure of the capillaries is held constant. At low lung volumes, resistance is high because the extra-alveolar vessels become narrow. At high volumes, the capillaries are stretched, and their caliber is reduced. (Data from a dog lobe preparation.)

# Oxigenación

- La Paw es usada para inflar los pulmones y optimizar el área de superficie alveolar para intercambio gaseoso.
- $P_{aw}$  = Volumen Pulmonar



# Oxigenación

✓ OXIGENACIÓN  MAP  
FiO<sub>2</sub>

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

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

# Oxigenación

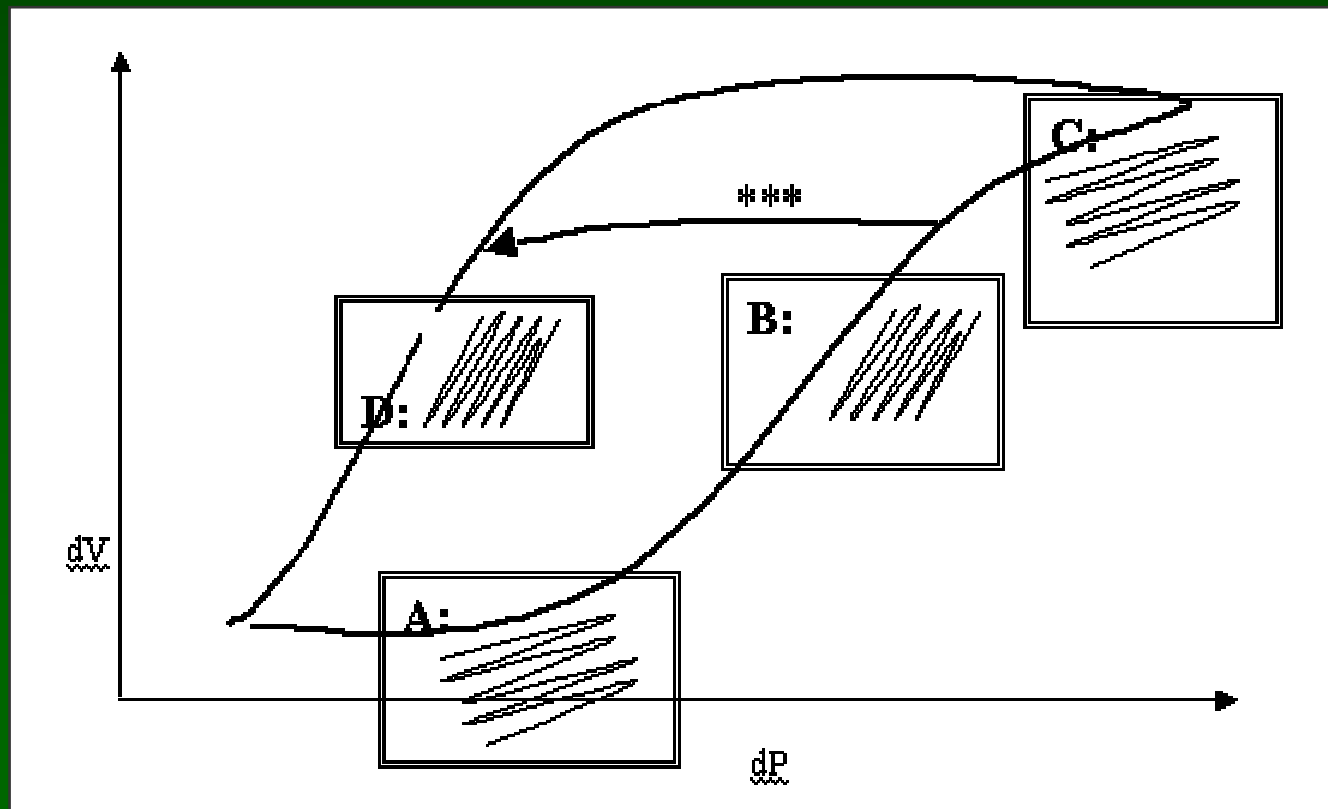
## Tener en cuenta

⇒ MAP óptima

⇒ Estabilidad hemodinámica

⇒  $\text{FiO}_2$

- Las modificaciones de la Paw no inciden en general en la eliminación de  $\text{CO}_2$  a no ser que indirectamente afecten la amplitud al ocurrir las oscilaciones en las áreas aplanadas de la curva de presión volumen ya sea por colapso o sobre distensión



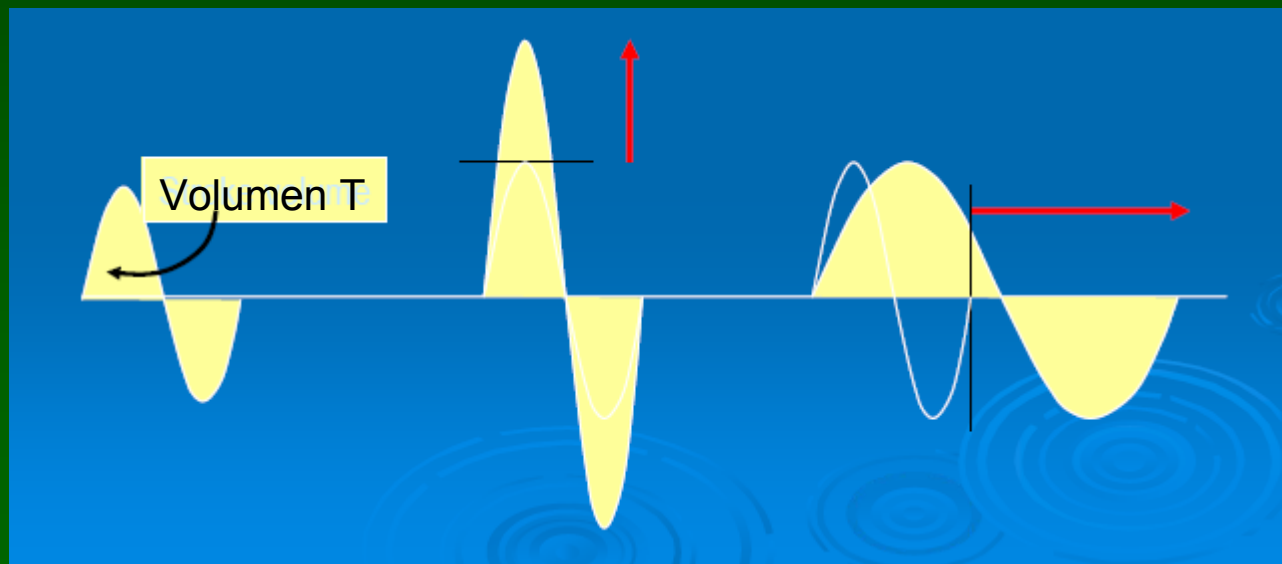


# Ventilación

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

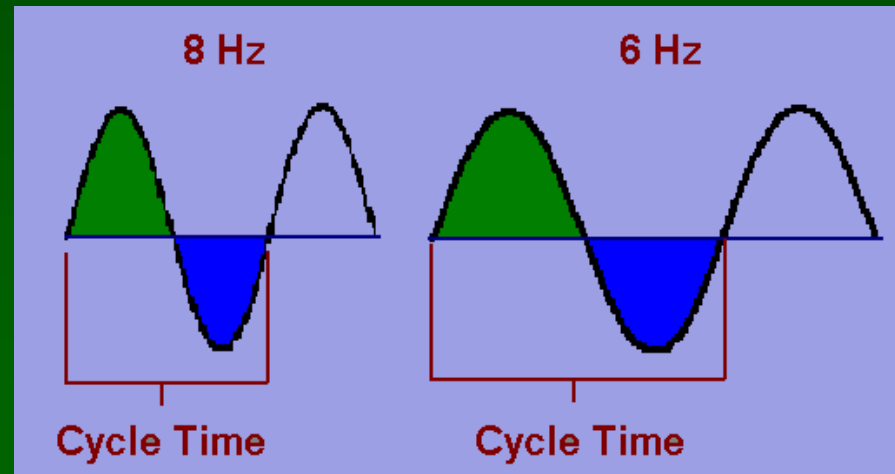
# Ventilación

- El VT aumenta:
  - Incrementando la amplitud (mayor delta P)
  - Disminuyendo la frecuencia (ciclo más largo)



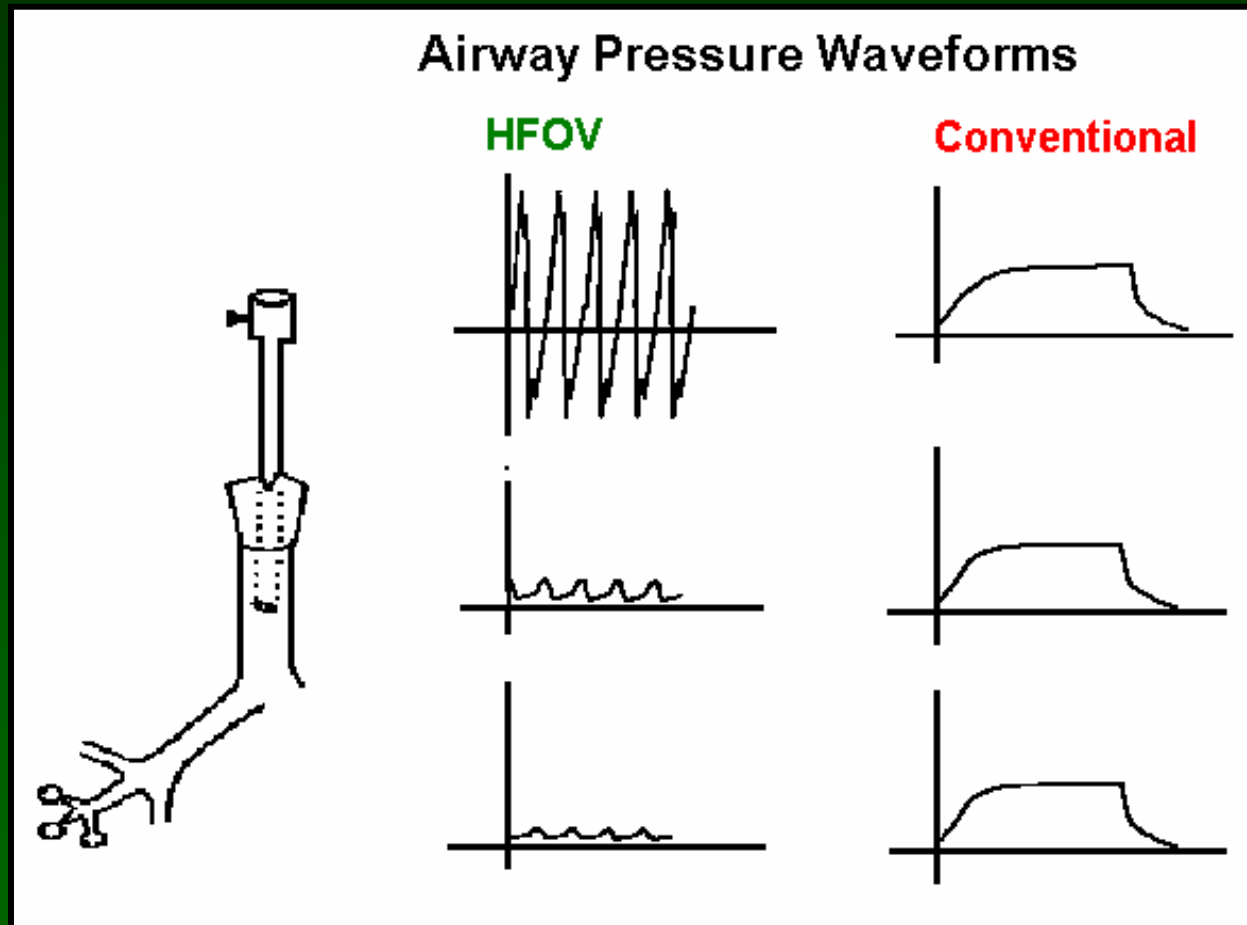
# Ventilación

La Frecuencia controla el tiempo (duración) de cada oscilación (ciclo). Por lo tanto, cuanto menor la frecuencia, mayor será el volumen entregado, y a mayor frecuencia, menor volumen

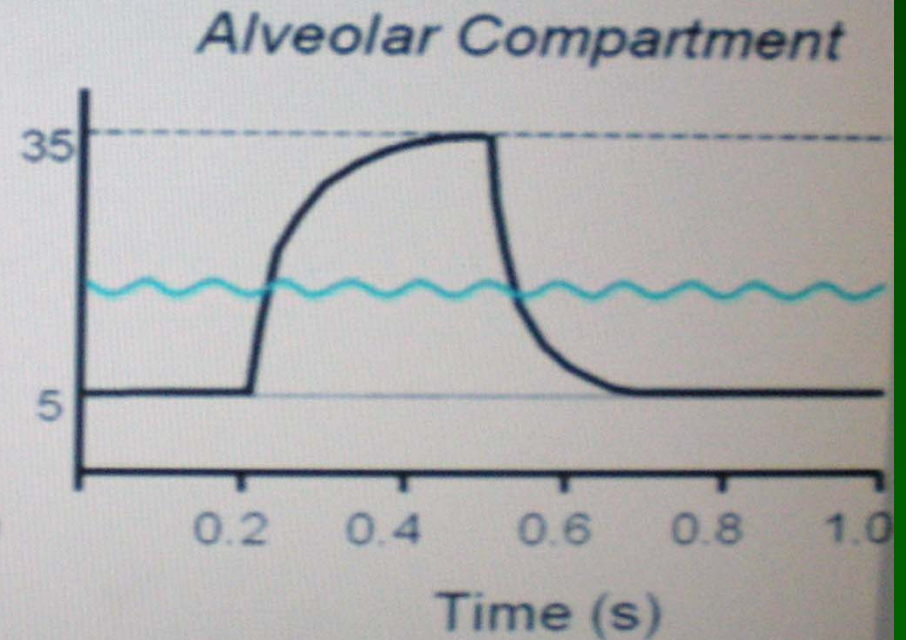
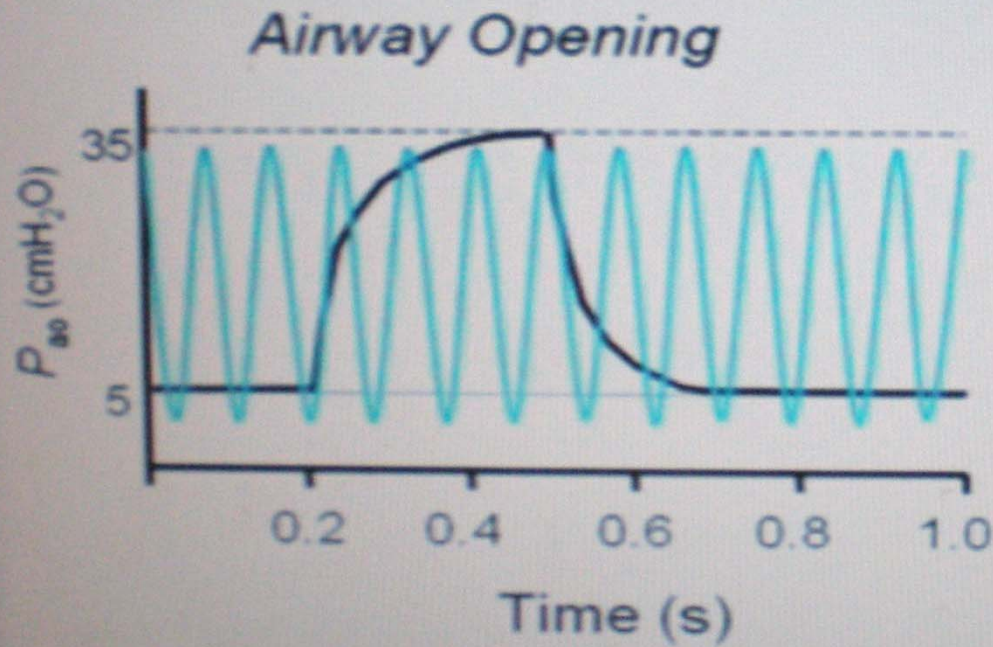


- El efecto de la frecuencia en la VAF es paciente y enfermedad dependiente. **Las frecuencias óptimas varían con la mecánica del sistema respiratorio.** En pulmones con propiedades mecánicas anormales el rango de frecuencias óptimo es sustancialmente menor
- En patologías cuya principal alteración es la baja distensibilidad (SDR) se utilizan frecuencias más elevadas (10-15 Hz en HFOV) y frecuencias más bajas en aquellas situaciones caracterizadas por una resistencia aumentada.

# Ventilación



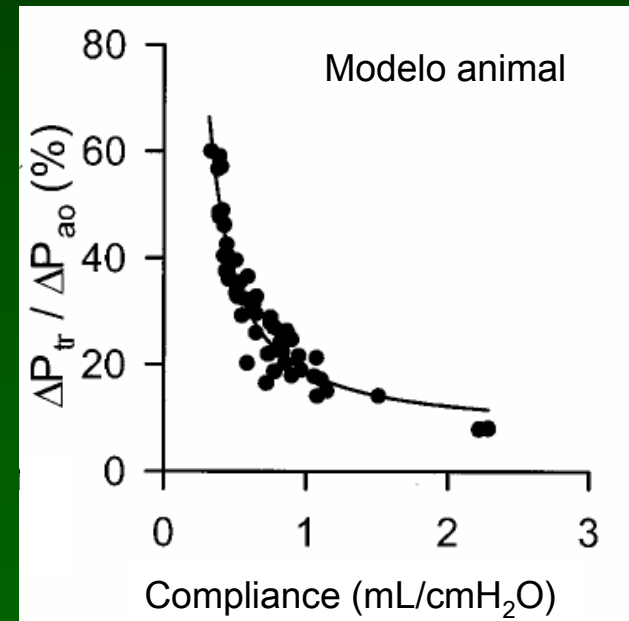
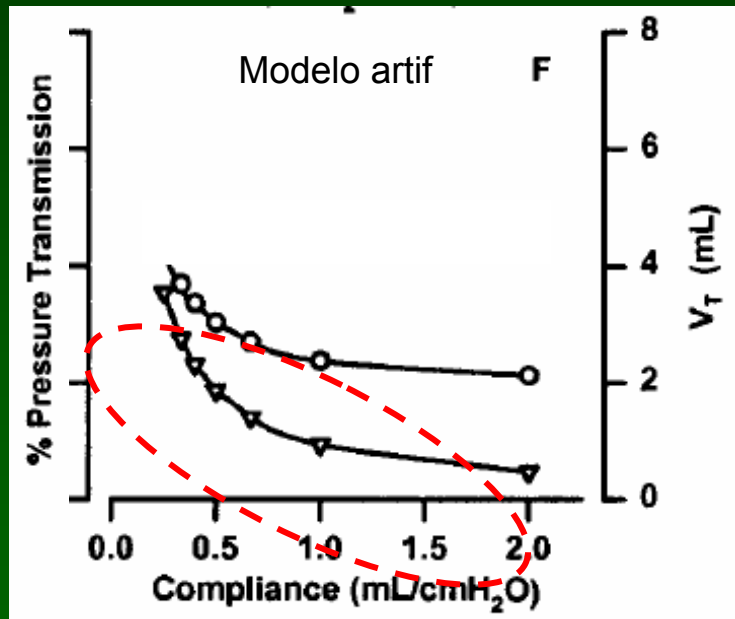
# Ventilación



# Dependence of Intrapulmonary Pressure Amplitudes on Respiratory Mechanics during High-Frequency Oscillatory Ventilation in Preterm Lambs

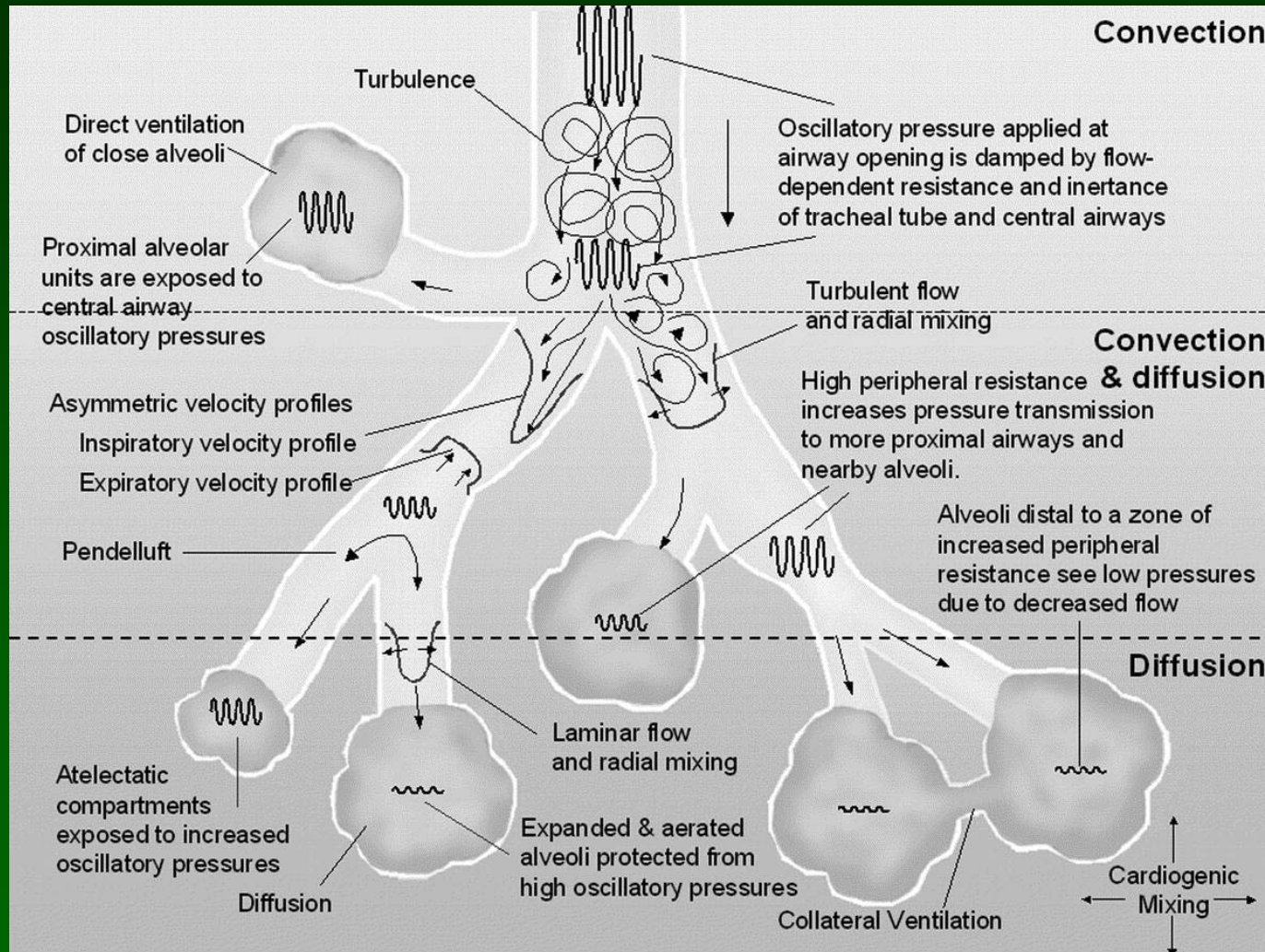
J. JANE PILLOW, PETER D. SLY, ZOLTAN HANTOS, AND JASON H.T. BATES

*Pediatr Res 2002; 52: 538-544*



La atenuación de las ondas de presión se ve en pulmones muy distensibles  
Pulmones enfermos: la magnitud de las amplitudes de presión transmitidas al pulmón del RN aumentan exponencialmente con menor distensibilidad

# Atenuación de la amplitud

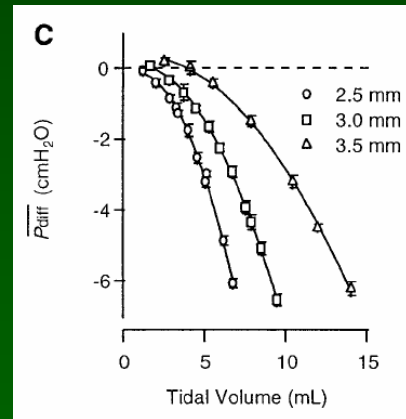
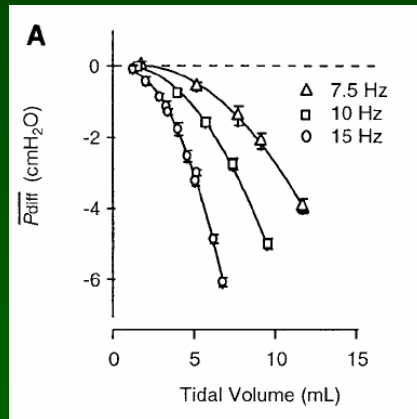
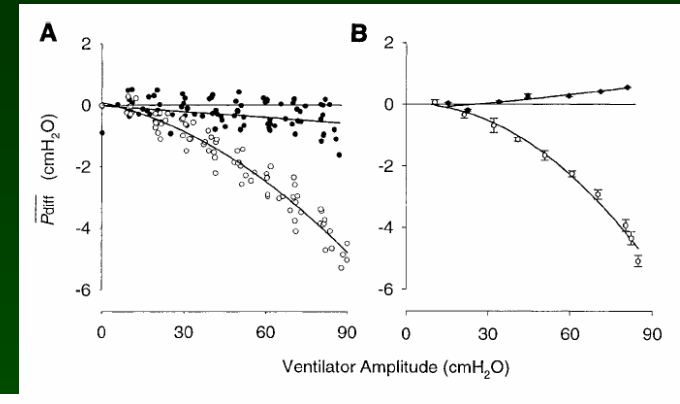




# Relación I:E en VAF

1:1 Cambios en MAP entre apertura VA y alvéolos: mínimos

1:2 Caída de MAP ( $x > R$  y flujo en inspiración)  
La magnitud de la caída en presiones aumenta con  $> f$  y con  $< TET$



## TET

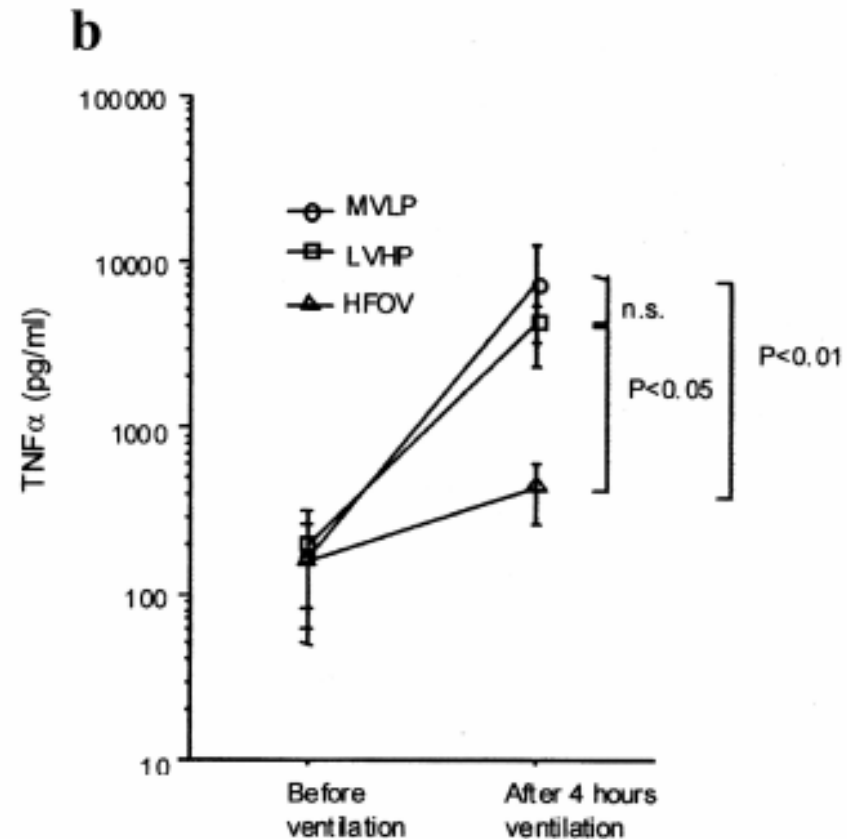
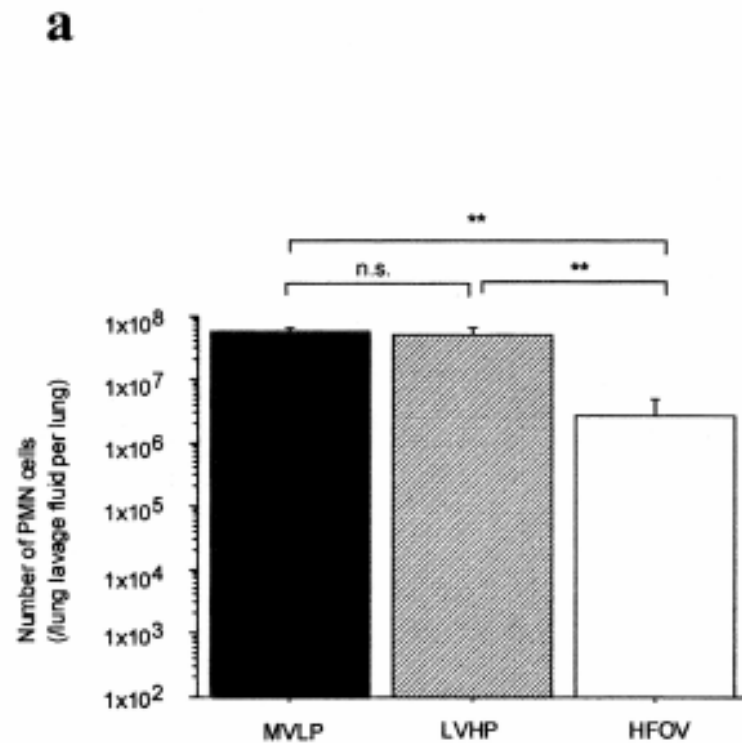
- Contribuye al menos en 50% de la impedancia total del sistema respiratorio
- Durante VAF, la R es inversamente proporcional al  $r^4$  (pequeñas reducciones en diámetro TET disminuyen la amplitud de la onda de presión, disminuyendo el flujo y el  $V_T$ .) También aumenta la magnitud de la caída de MAP entre apertura VA y parénquima

# Estudios en animales

- El uso temprano de VAFO con una estrategia de "pulmón expandido" en varios modelos
  - redujo el escape de aire,
  - mejoró el intercambio gaseoso y la mecánica pulmonar,
  - redujo los mediadores de inflamación, el influjo de polimorfonucleares, y
  - la formación de membranas hialinas

*(Gerstmann 1988, Meredith 1989, de Lemos 1989, Jackson 1991, Froese 1993, Suzuki 1992, Yoder 2000)*

# ¿Mayor protección pulmonar?



*Imai Y et al J Appl Physiol 2001; 91: 1836-44*

# ¿Mayor protección pulmonar?

25 RNPT VAF vs PSV-VG

Menores valores de IL-1b, IL-8 e IL-10 en aspirado traqueal en pacientes en VAF

*Dani C et al Pediatr Pulmonol. 2006; 41: 242-9*

40 RNPT VAF vs SIMV

Disminución en los valores de IL-6, IL-8 e IL-10 en suero, en pacientes en VAF

*Capoluongo E et al Eur Cytokine Netw 2005; 16: 199-205.*

# The Role of High-Frequency Ventilation in Neonates: Evidence-Based Recommendations

Andrea L. Lampland, MD<sup>a,\*</sup>,  
Mark C. Mammel, MD<sup>a,b</sup>

1. ¿En presencia de SDR, existen ventajas del uso electivo de VAF?
2. ¿En presencia de insuficiencia respiratoria persistente, existen beneficios del uso de VAF como “rescate”?
3. ¿Existe alguna etiología especial de dificultad respiratoria en la cual el uso de VAF sea superior a la VM convencional?

# Evaluación del uso clínico en RN

- Entre 1989 y 2005 se dieron a conocer 17 estudios aleatorizados evaluando el uso de la VAF para el SDR en RN prematuros.
- El análisis de los mismos es complicado por el uso de **diferentes estrategias** (tanto en VAF como en los grupos control), **modos y ventiladores diferentes** para proporcionar VAF, **diferentes usos clínicos** (rescate versus electivo) y diferencias en el uso de **surfactante y esteroides prenatales**

# Estudios clínicos de VAF

## Estudios Recientes/ uso electivo en RDS

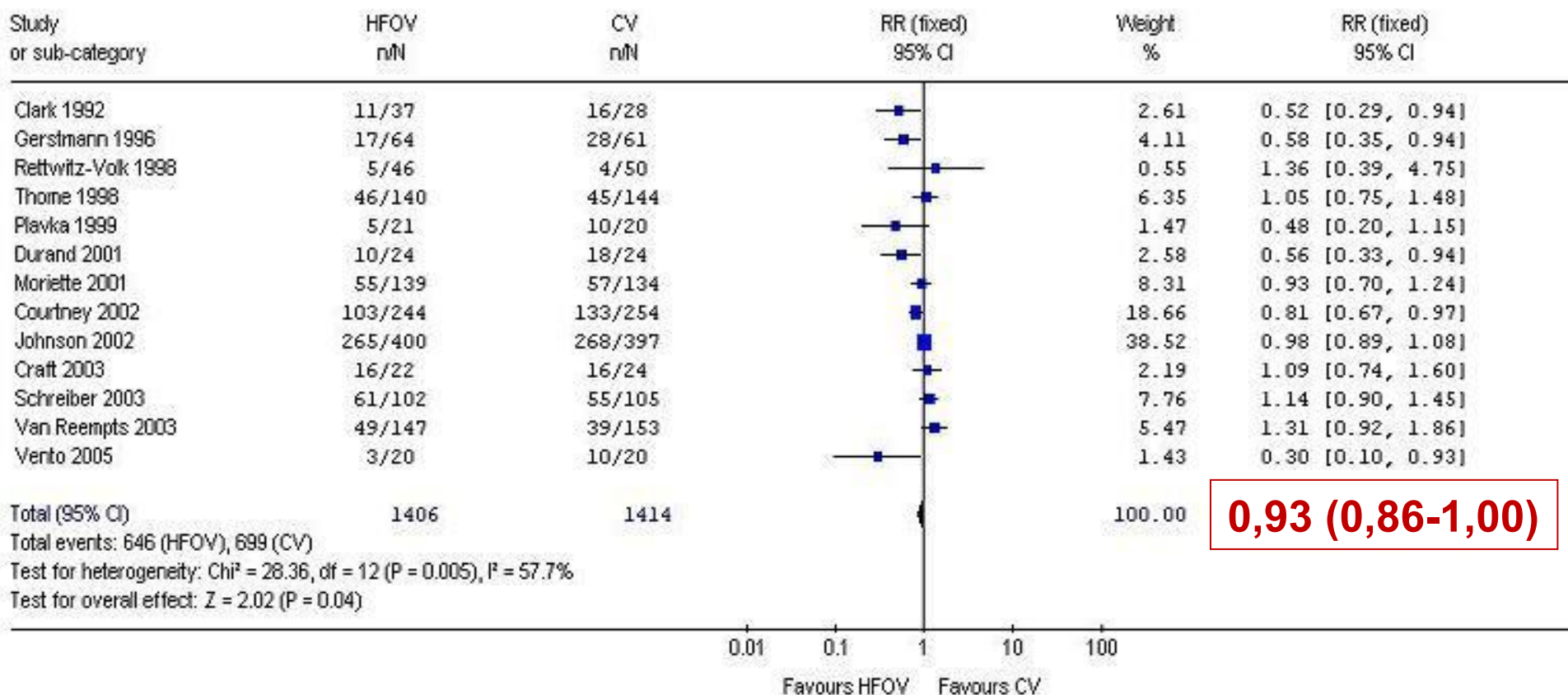
- Thome 1999 → HFFI n=284 sin diferencias
- Moriette 2001\* → HFOV n= 273 sin diferencias
- Courtney 2002 → HFOV n= 500  
Mayor sobrevida sin EPC (56% vs. 47%,  $p = 0.046$ )
- Johnson 2002\* → HFOV n= 797 sin diferencias
- Van Reempts 2003\* HFOV n= 300 sin diferencias

*\* Han reportado seguimiento neuromadurativo a los 2 años, sin encontrar diferencias entre los grupos*

Review: Elective high frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for acute pulmonary dysfunction in preterm infants (For publication)

Comparison: 01 HFOV vs CV (all trials)

Outcome: 08 Death or CLD at 36-37 weeks PMA or discharge

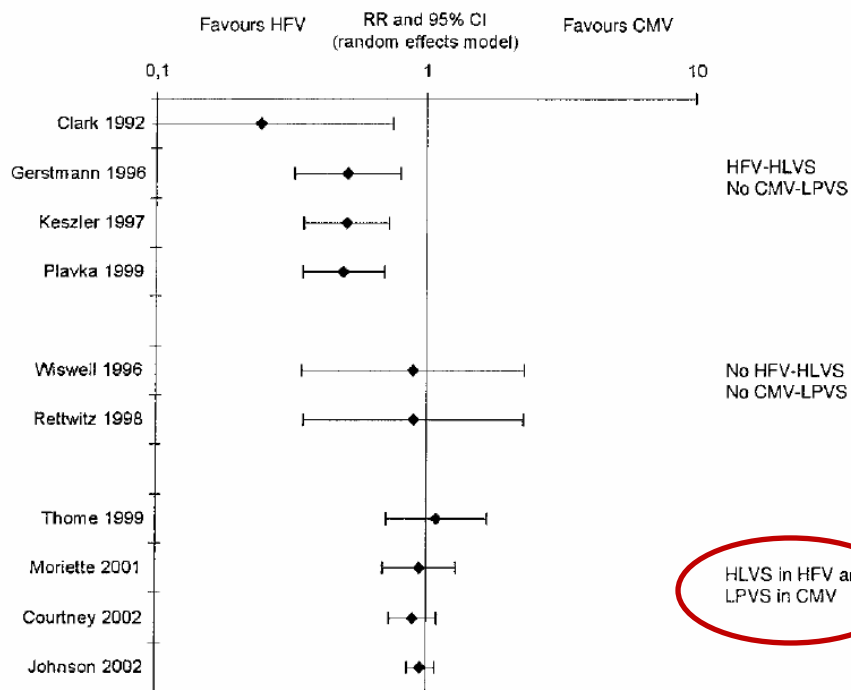


<http://www.nichd.nih.gov/cochrane/HendersonSmart2/HENDERSONSMART.HTM>

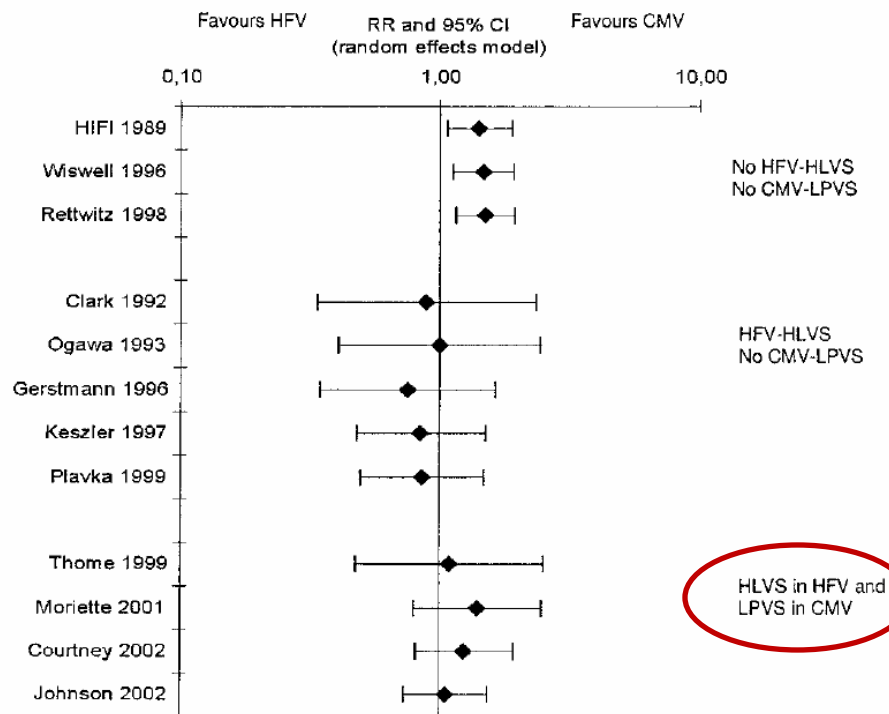


# Cumulative Metaanalysis of High-frequency Versus Conventional Ventilation in Premature Neonates

Casper W. Bollen, Cuno S. P. M. Uiterwaal, and Adrianus J. van Vught



**Figure 2.** Cumulative metaanalyses of chronic lung disease in ventilatory strategy subgroups. HLVS = high lung volume strategy; LPVS = lung protective ventilatory strategy. Within each of the three subgroups of studies, each later estimate is a pooled estimate of results of all previous studies.



**Figure 3.** Cumulative metaanalyses of intraventricular hemorrhage in ventilatory strategy subgroups. Within each of the three subgroups of studies, each later estimate is a pooled estimate of results of all previous studies.

# Ventilation strategies and outcome in randomised trials of high frequency ventilation

U H Thome, W A Carlo, F Pohlandt

- Optimising conventional mechanical ventilation strategy appeared to be as effective as high frequency ventilation in improving pulmonary outcome in preterm infants
- Purchasing costly HFV ventilators appears to be unnecessary for most neonatal intensive care units

# Estudios clínicos de VAF

## Uso de rescate

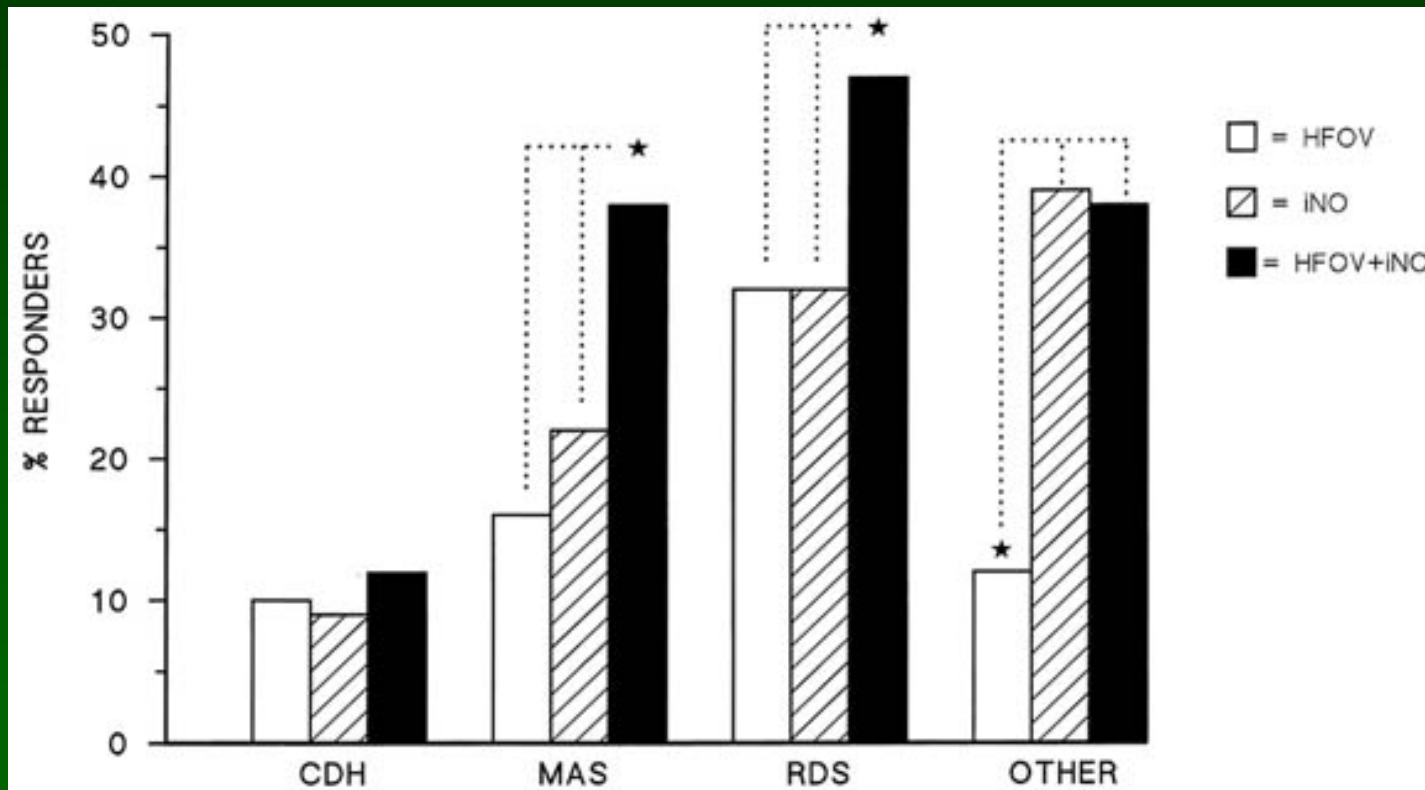
- En cuanto al uso de VAF como **rescate** ante insuficiencia respiratoria severa existen 2 estudios en **prematuros** ambos realizados en la era pre-surfactante.
  - En un grupo de 144 RN con enfisema intersticial se halló mejor resolución del mismo con HFJV (Keszler 1991).
  - En el otro estudio realizado en 176 RN con SDR severo se halló una menor incidencia de escape de aire con la HFOV (HiFO 1993).

## Rescate en RN de término.

- En 79 candidatos a ECMO se encontró mayor porcentaje de éxito de tratamiento con VAF (*Clark RH et al J Pediatr 1994; 124: 427-30*).
- Un estudio evaluó el uso de VAF *Jet* vs VMC en 24 niños con HTP. Mejor intercambio gaseoso con VAF (*WA Engle et al J Perinatol 1997; 17: 3-9*)

En ninguno de los dos estudios se evidenciaron mejorías en “outcomes duros”

- Otro estudio evaluó el uso combinado de VAF con óxido nítrico inhalado hallando mejores resultados que con óxido nítrico inhalado y ventilación convencional



*J Kinsella et al. J Pediatr 1997; 131: 55-62*

# The Role of High-Frequency Ventilation in Neonates: Evidence-Based Recommendations

Andrea L. Lampland, MD<sup>a,\*</sup>,  
Mark C. Mammel, MD<sup>a,b</sup>

1. ¿En presencia de SDR, existen ventajas del uso electivo de VAF?

**La evidencia actual no apoya su uso**

2. ¿En presencia de insuficiencia respiratoria persistente, existen beneficios del uso de VAF como “rescate”?
3. ¿Existe alguna etiología especial de dificultad respiratoria en la cual el uso de VAF sea superior a la VM convencional?

# The Role of High-Frequency Ventilation in Neonates: Evidence-Based Recommendations

Andrea L. Lampland, MD<sup>a,\*</sup>,  
Mark C. Mammel, MD<sup>a,b</sup>

1. ¿En presencia de SDR, existen ventajas del uso electivo de VAF?
2. ¿En presencia de insuficiencia respiratoria persistente, existen beneficios del uso de VAF como “rescate”?  
**Mejoría clínica, aunque no hay evidencia de beneficios a largo plazo**
3. ¿Existe alguna etiología especial de dificultad respiratoria en la cual el uso de VAF sea superior a la VM convencional?

# The Role of High-Frequency Ventilation in Neonates: Evidence-Based Recommendations

Andrea L. Lampland, MD<sup>a,\*</sup>,  
Mark C. Mammel, MD<sup>a,b</sup>

1. ¿En presencia de SDR, existen ventajas del uso electivo de VAF?
2. ¿En presencia de insuficiencia respiratoria persistente, existen beneficios del uso de VAF como “rescate”?
3. ¿Existe alguna etiología especial de dificultad respiratoria en la cual el uso de VAF sea superior a la VM convencional?

**Mejora la respuesta al NO<sub>i</sub> en fallo respiratorio hipoxémico (HTP)**

**Disminución del flujo a través de fístula broncopleurales, resolución más rápida de escapes de gas (?)**



# Indicaciones para ventilación de alta frecuencia

- Enfisema intersticial y fístula broncopleural
- Rescate en RNPT con SDR severo
- Rescate en RNT con insuficiencia respiratoria severa
- Reclutamiento para optimizar uso de NOi

# Fracaso de la VMC

Peso (g)	MAP	PIM cmH <sub>2</sub> O	OI
< 1000	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



# HFV: Inicio

- Decisión de ingreso a HFOV
- Evaluación hemodinámica
- Monitorización adecuada
  - Rx disponibles
  - Vía central
  - TA invasiva
  - Medición de PVC
  - Tc PCO<sub>2</sub>



# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIA

## SDR

- MAP inicio: 1 a 2 cmH<sub>2</sub>O > a MAP en ARM
- Subir la MAP de a 1 cmH<sub>2</sub>O hasta que :
  - ↑ la saturación
  - ↑ PVC o ↓ TA
  - Rx ≥ 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

- $\downarrow$  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  
→  $\uparrow$  FR a 15 Hz
- **Recordar → Rx frecuentes si hay dudas**
- $\downarrow$  MAP cuando: FiO<sub>2</sub>  $\leq$  0.5 con Rx OK.  
Rx  $\geq$  9 eic  
Signos de hipoperfusión

# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS

## ESCAPES DE AIRE

La HFOV estaría indicada porque:

- Logra adecuada  $PaO_2$  y  $PaCO_2$  con  $< VT$
- La presión de distensión es  $\ll$  que la requerida en ARM
- $\downarrow$  tamaño de la lesión pleural  $\rightarrow$   $\downarrow$  pérdida de aire



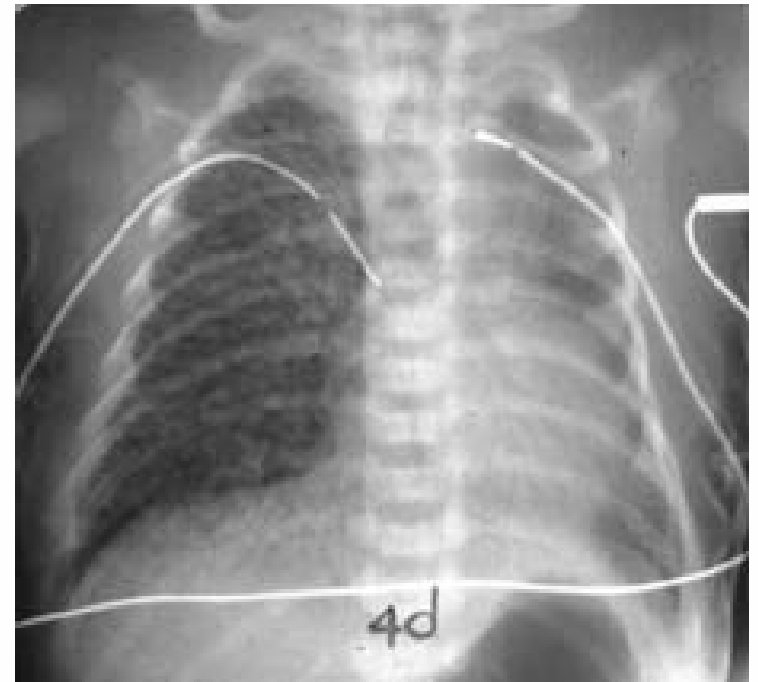
# HFOV: ESTRATEGIAS VENTILATORIAS

## ESCAPES DE AIRE

- Comenzar con MAP = o < que en ARM

- FR = 12-15 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

## VAF: 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 20-30 minutos 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

## Feasibility of weaning and direct extubation from open lung high-frequency ventilation in preterm infants

Pediatr Crit Care Med 2009 Vol. 10, No. 1

Alice van Velzen, Ms; Anne De Jaegere, MD; Johanna van der Lee, PhD; Anton van Kaam, MD, PhD

- Objetivo: Evaluar si es factible extubar exitosamente RNMBP desde una MAP < 8 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> < 0.3
  - Diseño: Estudio de Cohorte retrospectivo (3a)
  - Población: PT < 37s en HFV (de inicio) y extubados desde HFV
  - MM: Volumen pulmonar óptimo = Sat 86-94% y FiO<sub>2</sub> ≤ 0.25 c/12 hs ↓ MAP (FiO<sub>2</sub> 0.25-0.30) → MAP ≤ 8 cmH<sub>2</sub>O → CPAP nasal (5)
- Fracaso extubación: FiO<sub>2</sub> > 0.6 o pH < 7.20 o PaCO<sub>2</sub> > 60 o apneas
- Resultados: n= 214, PN: 1301g ± 483, EG: 29.5 ± 2.5, cort: 69%, surf: 84% HFV: 70% Sensor Medics, 30% Babylog. Intento de Ext: 62 hs (IQ: 29-137hs).

**ÉXITO 90%** (<1000g: 81%)

R. log: OR:1.23 IC95% 1.04-1.44 c/100 g

## **VAF: 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

# VAF: Cuidados del paciente

- ⇒ Humidificación → fundamental
- ⇒ En circuitos cerrados es imprescindible respetar la altura de la bolsa de agua destilada
- ⇒ Rotar: cambios de posición s/ criterio

# Algunas claves en el manejo del paciente en VAF

- ✓ La estrategia a utilizar se enfoca en el reclutamiento alveolar y el mantenimiento de la Paw por encima de la presión de cierre.
- ✓ Para lograr esto se utiliza la Paw que en general se fija 1-2 cmH<sub>2</sub>O por encima de la registrada antes de ingresar a VAF.
- ✓ Si la SpO<sub>2</sub> no mejora en 5-10 minutos, aumentar Paw hasta alcanzar SatO<sub>2</sub> 88-93%
- ✓ Evaluar expansión pulmonar con Rx torax (8°-9° arco costal posterior/ campos claros)
- ✓ La Paw a utilizar será aquella que logrando un volumen adecuado proporcione la mejor oxigenación con el menor efecto hemodinámico.
- ✓ Paw 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  $\text{TCPaCO}_2$  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  $\text{PaCO}_2$ .
- ✓ De haber hipoventilación, aumentar amplitud de a 2 unidades hasta lograr vibraciones óptimas o disminuir frecuencia. La vibración debe estar limitada al torax.
- ✓ En EPI, no aumentar la  $\text{Paw}$  en forma agresiva. Esto puede llevar a empeoramiento del EPI y atrapamiento gaseoso. Aceptar  $\text{SatO}_2$  87-90% inicialmente, usar mayores  $\text{FiO}_2$  y aceptar mayores  $\text{PaCO}_2$  hasta resolver EPI

# Errores comunes en VAF

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



# 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

# RESUMEN VAF

- VAF forma parte de la terapéutica neonatal actual
- No queda claro si los beneficios encontrados dependen del método o de la estrategia utilizada, aunque ante altos requerimientos de presiones habría ventajas del reclutamiento con VAF
- No se justifica recomendar su uso electivo
- Indicaciones actuales son basadas en experiencia y escasa evidencia



# Caso clínico 1

- Son las 18 hs y el obstetra de guardia lo llama para asistir a un nacimiento por cesárea de un prematuro de 26 semanas.
  - La madre tiene 24 años, primigesta. Embarazo controlado. Preeclampsia grave, habiendo recibido una serie de betametasona prenatal. No hay antecedentes de infección materna. Grupo sanguíneo A +, serología negativa.
  - Se decide interrumpir el embarazo por oligoamnios severo y doppler patológico

- Nace bebe de sexo masculino.
- Llora en forma vigorosa. Presenta retracciones intercostales moderadas y aleteo nasal. Se ve rosado, recibiendo O<sub>2</sub> libre a 100%.
- PN: 680 grs
- 26 sem de EG
- Apgar: 5/ 8

*¿Comentarios?*

- Es trasladado a UCIN, donde se constata  $SpO_2$  de 92% con  $FiO_2$  0.6
- Se decide colocar al paciente en CPAP nasal. A las tres horas de tratamiento con CPAP (5cm  $H_2O$ ), la  $FiO_2$  es de 0.4. La Rx de torax es compatible con SDR. Unas horas después, la  $FiO_2$  tuvo que ser aumentada a 0.65 para mantener una saturación de 93%. Su dificultad respiratoria ha aumentado, y presenta breves episodios de apnea. Usted decide intubarlo y comenzar ARM.



**Rx previa a  
la administración  
de surfactante**





En ARM convencional,  
PIM 24, Peep 3, Ti 0.3, Frec 40, FiO<sub>2</sub> 0.7

*1. Calcular la MAP*

$$\frac{24 \times 0,3 + 3 \times 1,2}{1,5} = 7,2$$

EAB: 7.27 / 50 / **39** / -1.5 / 19 Sat **89%**

*2. Calcular el cociente arterio-alveolar de O<sub>2</sub> y el índice de oxigenación*

$$a/APO_2 = \frac{39}{((760 - 47) \times 0,7 - \frac{50}{0,8})} = \frac{39}{374,1} = 0,10$$

$$IO = \frac{7,2 \times 70}{39} = 12,9$$

*3. ¿Realizaría algún cambio en el setting del respirador? ¿Cuál?*

Imaginemos que los cambios realizados fueron aumento de la FR a 70, Ti 0.5, PIM 26 y PEEP 3

*1. ¿Qué esperaríamos encontrar en la radiografía?*

*2. ¿Y en los gases en sangre?*

- A las 36 horas de vida, los parámetros de ARM se encontraban en descenso; el paciente comienza a presentar caída en la saturación, taquicardia, menor expansión torácica;
- EAB: 718/ 70/ -5/ 39/ 18

1. *¿Cuáles son sus diagnósticos diferenciales?*
2. *¿Y su conducta?*

- Con la siguiente Rx Ud sospecha enfisema intersticial.
  - En el ecocardiograma se descarta DAP

1. *¿Cuál sería su conducta?*



A las 3 hs de VAF, MAP 14,  $\Delta$  25, FiO<sub>2</sub> 0.5

7.26 / 51 / 46 / 19 / -6



# Al tercer día, empeora la insuficiencia respiratoria

Presenta descompensación hemodinámica, requerimiento de > dosis de dopamina y expansiones de volumen para mantener TA normal

**MAP: 28 cm/H2O**

**△ P: 55**

**FiO2 100%**

- Sospecha?
- Conducta?



- *¿Conducta?*

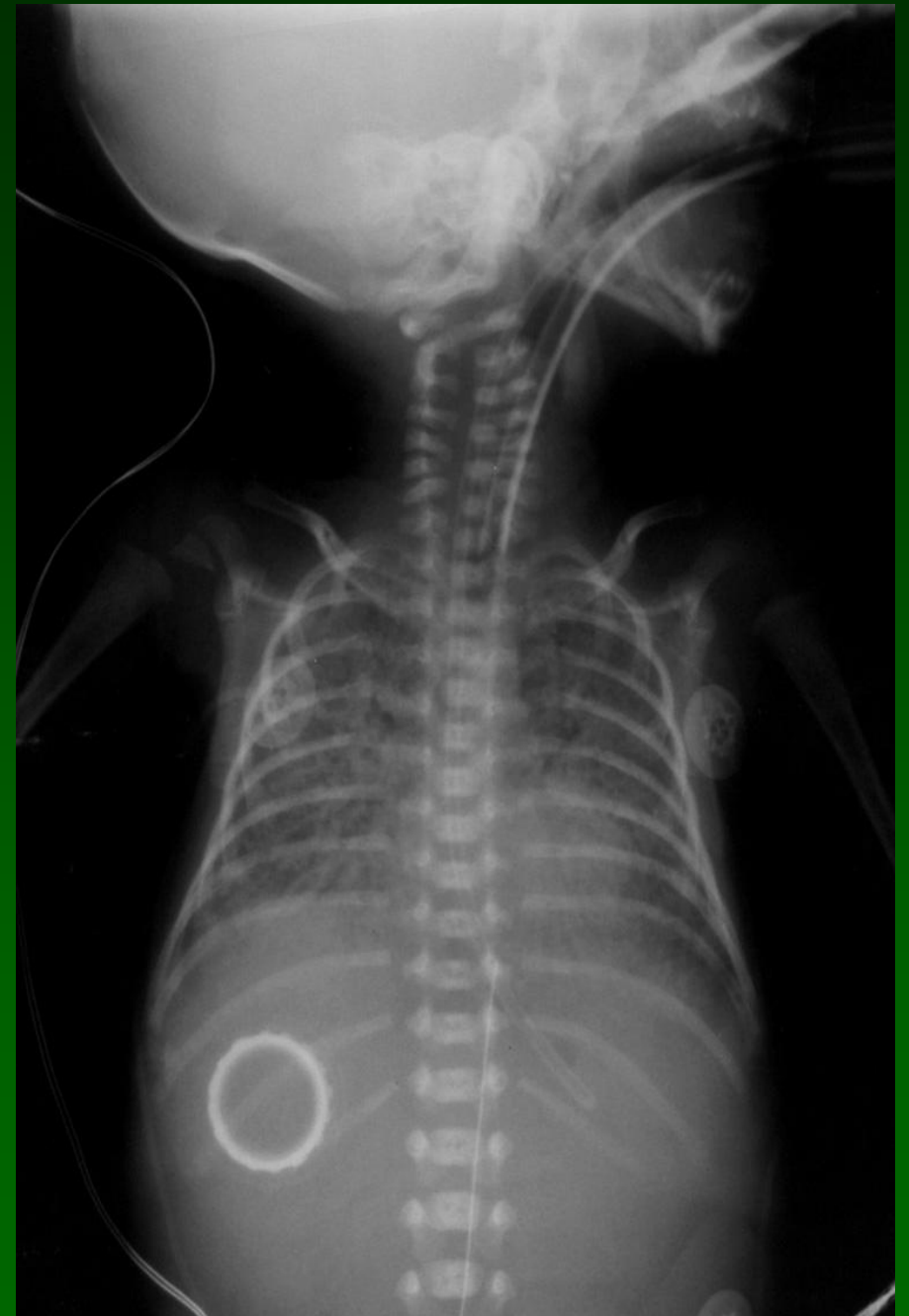


Permanece hasta los 11 días en VAF

Extubación programada a los 27 días

CPAP 6 días más, halo 5 días

O<sub>2</sub> por cánula nasal de bajo flujo hasta los 61 días de vida (EC 34.5 sem)



# Rx de tórax a las 11 semanas de vida (EC 37 sem)





# Caso clínico 2

Nace bebe de término x cesárea de urgencia x SFA. LAM. PN 4kg. Presenta marcada hipoxemia. Ingresa en ARM

PIM 25, Peep 5, Ti 0.4, Frec 60, FiO2 1.0

$V_T$  6 ml/k.

$AaDO_2 > 620$



Con ajustes en los parámetros del ventilador, Ud recibe el siguiente EAB:

7.28/ 35/ 35/ -10/ 15

*¿Cuál es el problema?*

*¿Conducta?*

Imaginemos que se decidió iniciar VAFO  
con el fin de mejorar la oxigenación.

MAP 14  $\Delta$  25 FiO<sub>2</sub> 0.8 Hz 15

EAB 7.05/ 80/ 50/ -10/ 15

*¿A qué se puede deber la hipercapnia?*

*¿Qué conducta sugiere?*