

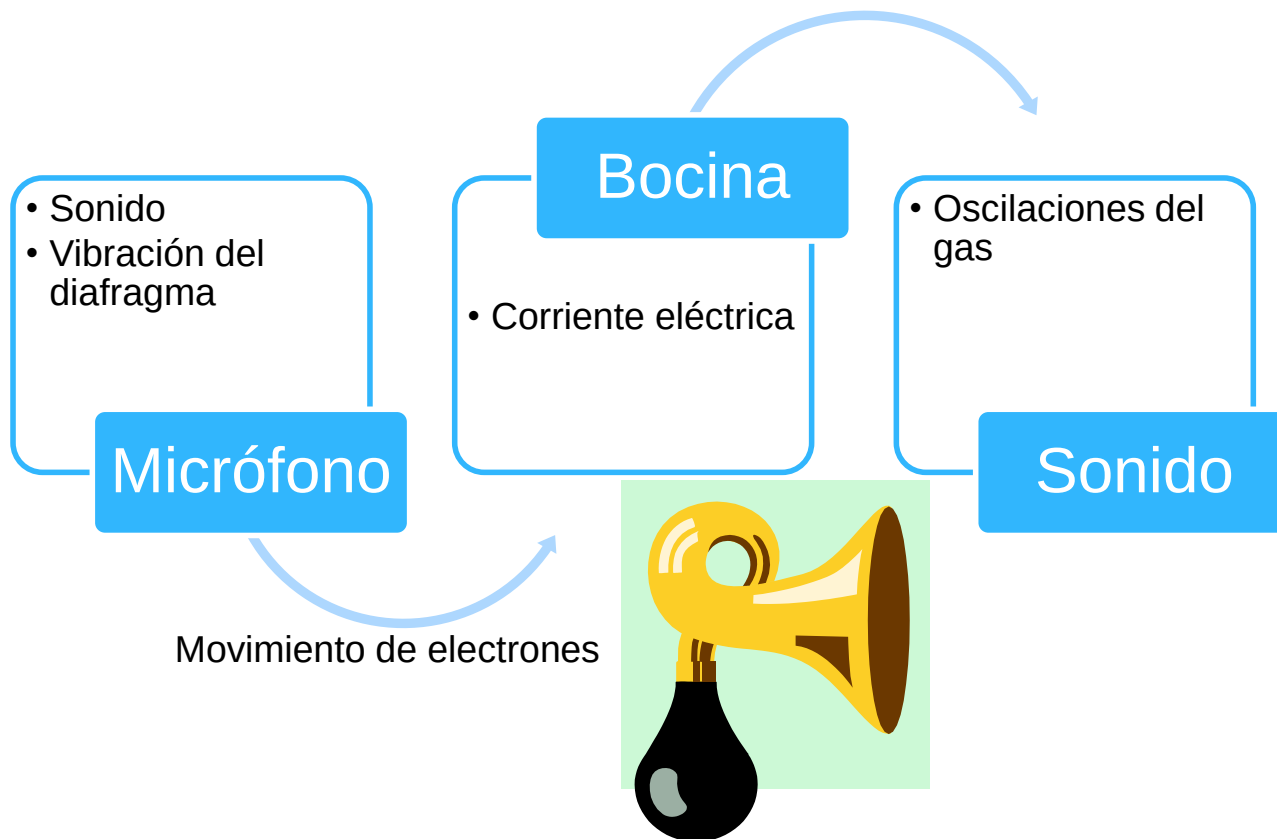
FUNCIONAMIENTO DEL VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA NEONATAL

Dra. Deneb Morales Barquet
Noviembre 2014
Mérida.

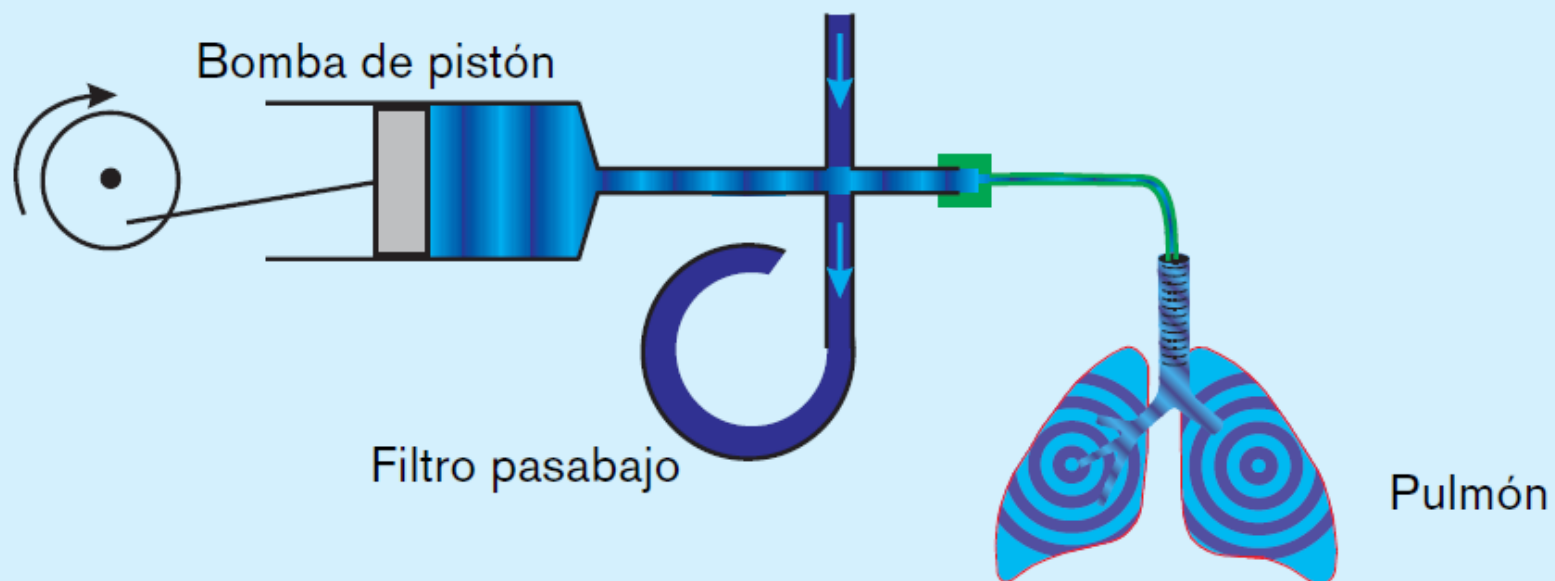


Ventiladores de alta frecuencia

Cualquier dispositivo que produzca oscilaciones y flujo



Flujo continuo de gas fresco

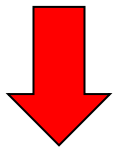


VAFO

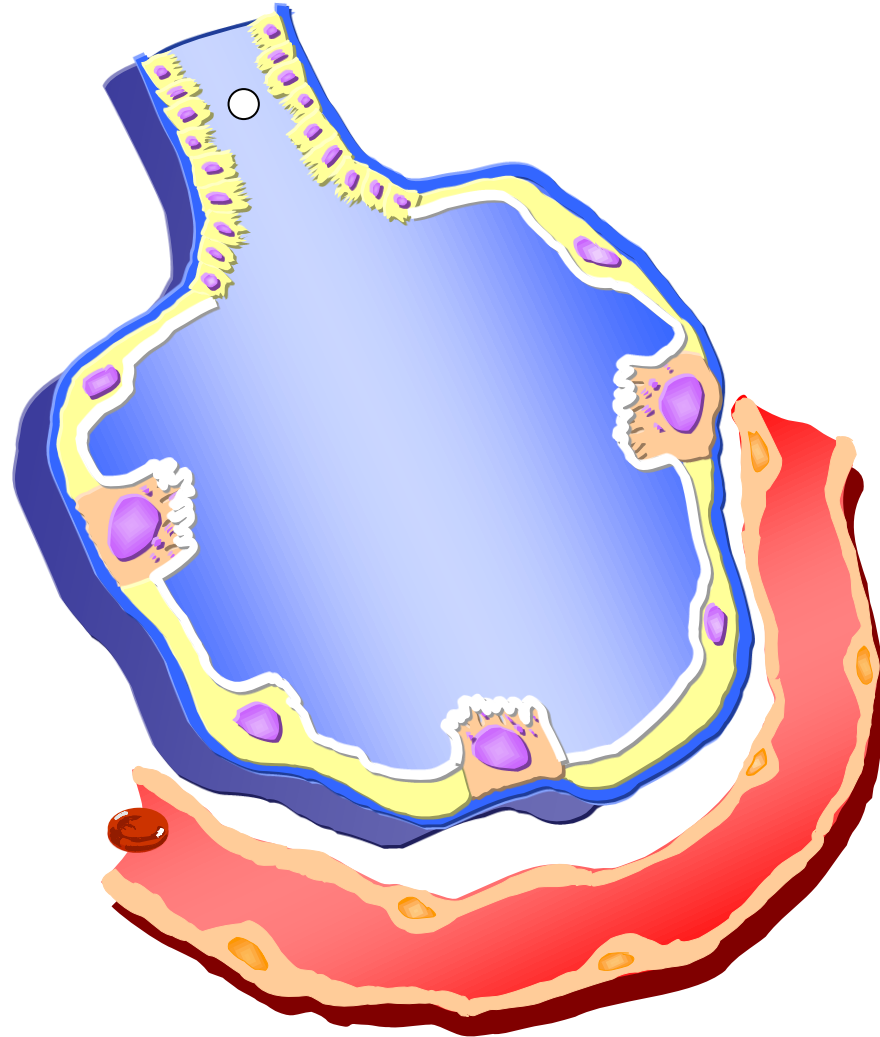
- Características:
 1. Rango de frecuencia 5-50 Hz (300-3000 respiraciones por minuto)
 2. Inspiración y espiración activas
 3. Volumen tidal cercano al espacio muerto

PRINCIPIOS

Mantiene una
presión media
de la vía aérea
constante



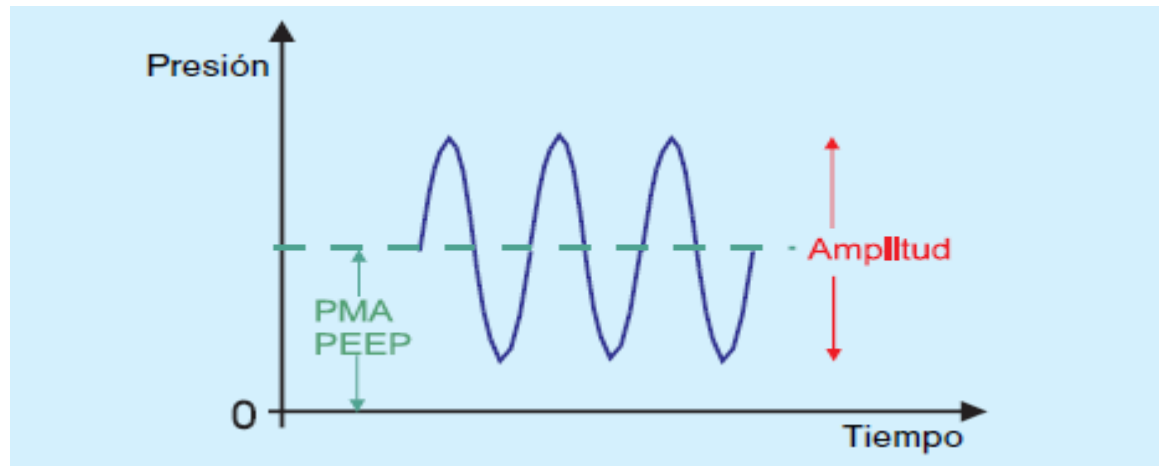
Reclutamiento
alveolar
Espiración:
ACTIVA



- Volumen estático que oscila alrededor de la presión media

$$\text{Amplitud} = \triangle P$$

(PIP-PEEP)



VMC



Pulmones con enfermedad heterogénea

- Inflación no uniforme
- Gradientes de presión elevada para reclutamiento alveolar
- Lesión a las regiones más sanas de los pulmones
- Volutrauma y barotrauma
- Inflamación

DAÑO PULMONAR

Parámetros

Oxigenación

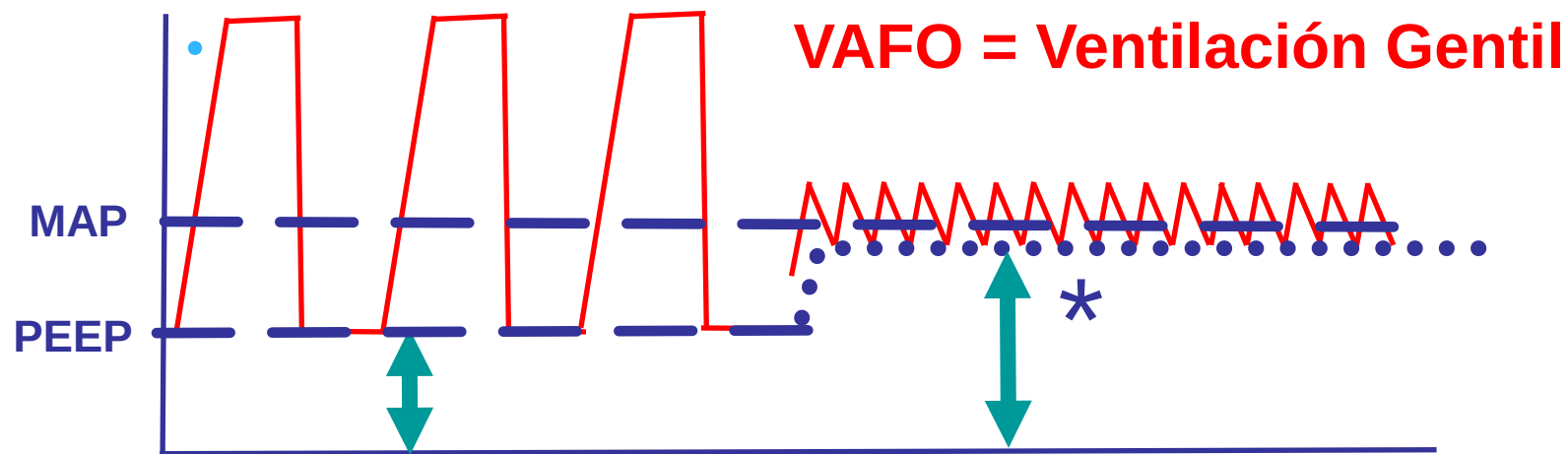
- PMVA
- FiO₂
- Flujo

Ventilación

- Frecuencia (Hz)
- Amplitud

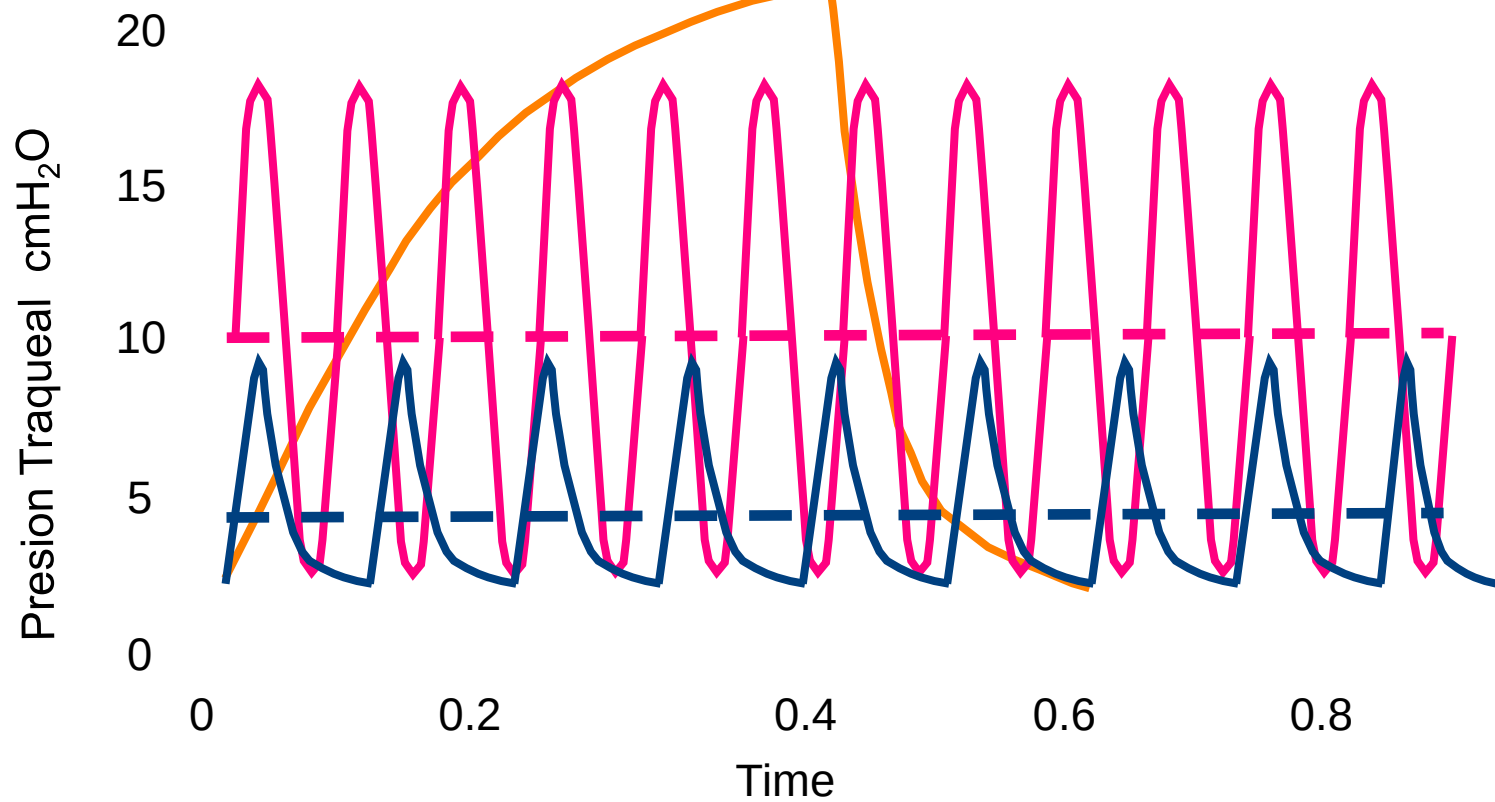
PMVA (PAW)

VC = Mayores volúmenes corrientes



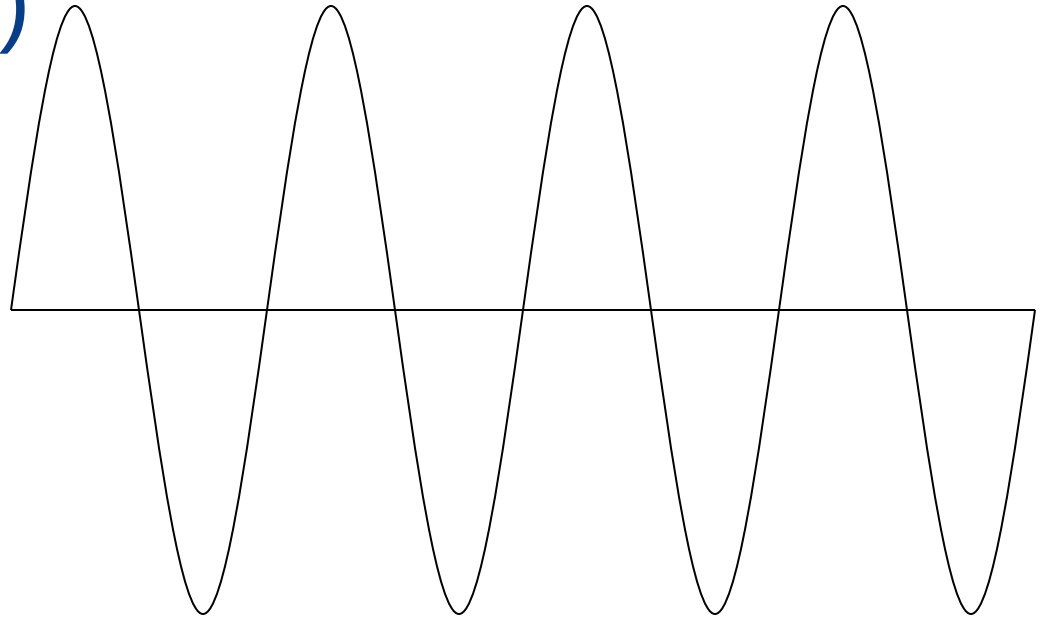
Incrementar PEEP para mantener la PAW
para la ^{*}Estabilización / oxigenación.

AMPLITUD



FRECUENCIA (HZ)

4 Hz

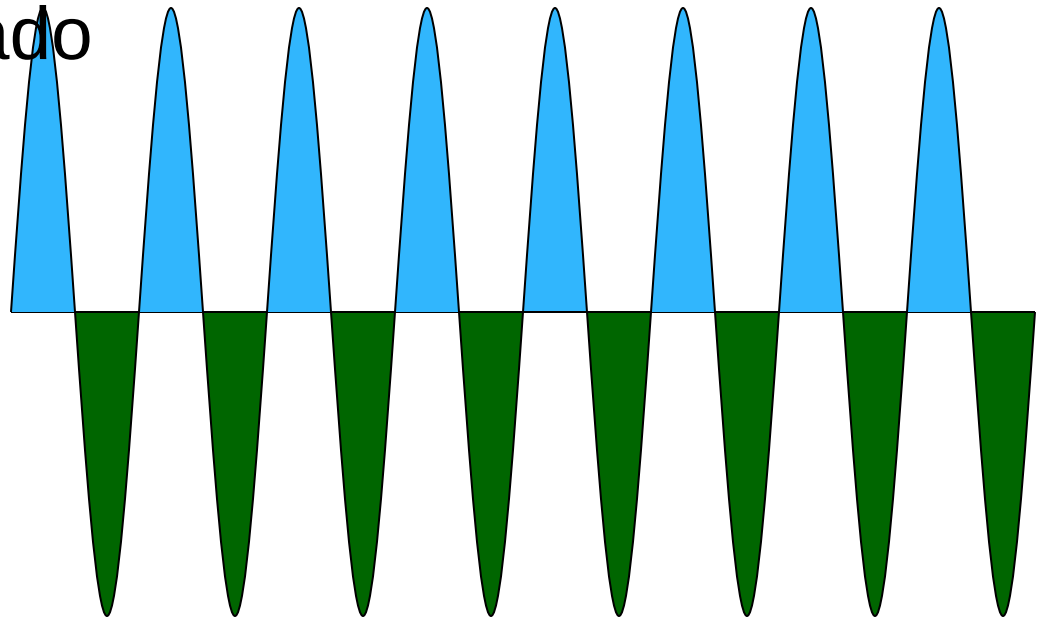


Frecuencia



volumen desplazado

8 Hz



Tipos de ventiladores de alta frecuencia

Parámetro	VAFO	VAF Jet	VDR
Presión	Uni-level	Uni-level	Bi-level
Frecuencia	4 – 40 Hz	3 – 8 Hz	1 -1000 Ciclos/min
Espiración	Activa	Pasiva	Pasiva
Circuito	Cerrado	Cerrado	Abierto
Onda	Vibratoria	Pulsos	Ascendente
PAW	Estática	Estática	Dinámica
Control	Microprocesador	Microprocesador	Neumático

Sensor Medics 3100 A



BabyLog 8000 Plus



Oscilador con pistón

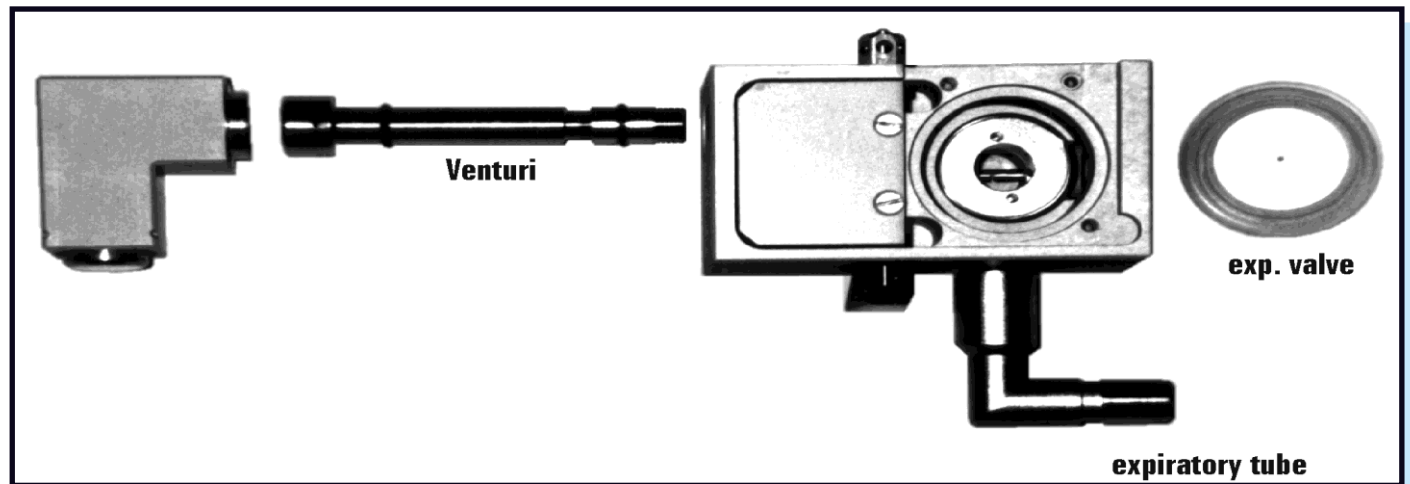
- Volumen tidal:
 - Volumen desplazado por el pistón
- Presión media:
 - Reduce el escape de gas / incrementa el flujo
- Amplitud:
 - Desplazamiento del pistón

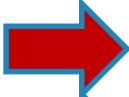
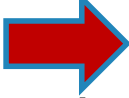
Interruptor de flujo

- Volumen tidal:
 - Flujo continuo, interrumpido por una válvula
- Presión media:
 - Válvula espiratoria
- Amplitud:
 - % de la presión media
 - Dependiente del flujo

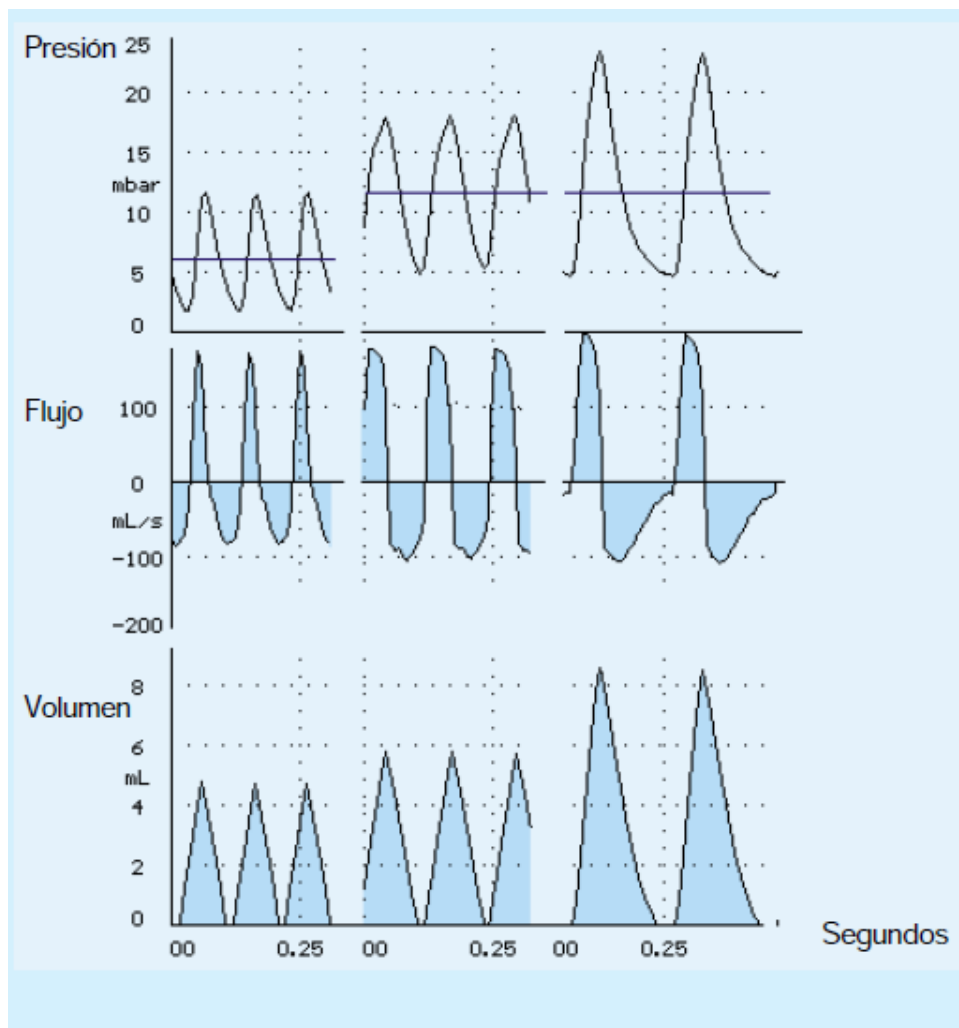
BABYLOG 8000 PLUS

- Genera oscilaciones cambiando rápidamente la válvula espiratoria
- La espiración activa es proporcionada por un sistema Venturi tipo jet, que crea una presión negativa respecto al ambiente
- Para optimizar su potencia se deben utilizar las tubuladuras y adecuada humidificación



- Cada ciclo de alta frecuencia tiene:
 - fase inspiratoria  válvula cerrada
 - fase espiratoria  válvula abiertavibrando sobre dos niveles de presión
- Válvula de jet Venturi (exhalación): Crea una presión negativa con respecto al ambiente:

Espiración activa



A

Paw 6 mbar
Hz 10
VtHF 4.6 mL

B

Paw 12 mbar
Hz 10
VtHF 5.8 mL

C

Paw 12 mbar
Hz 7
VtHF 8.5 mL

- La relación I:E se regula automáticamente dependiendo de Paw y Hz
- El flujo se ajusta automáticamente entre 1 y 30 L/min
- Frecuencias de 10 Hz y menores :

Permiten altas tasas de flujo

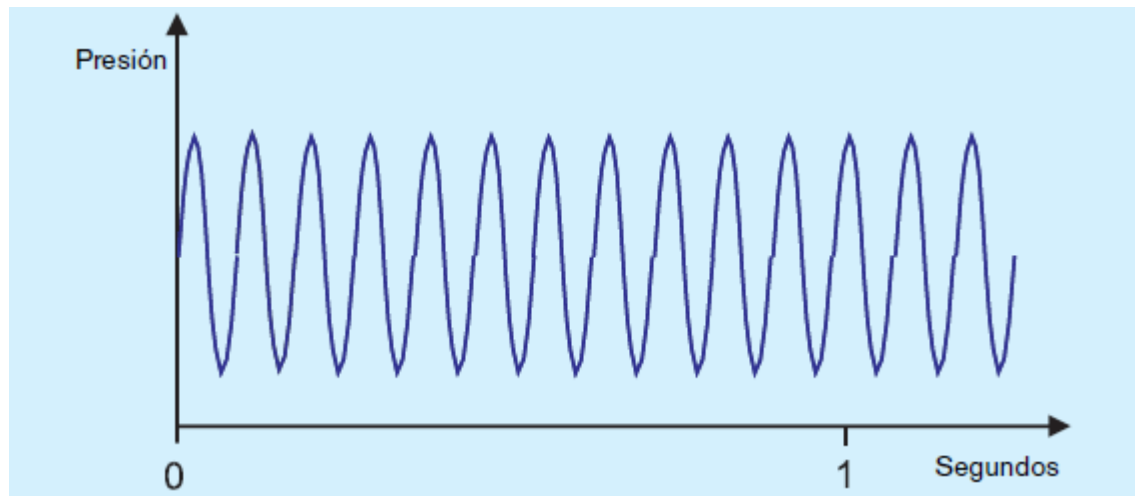


Elevados volúmenes oscilatorios

Dependencia del V_{tHF} y la presión media

Frecuencia	PMA 5mbar	PMA 10mbar	PMA 15mbar	PMA 20mbar	PMA 25mbar
Hz	V_{t-hf}	V_{t-hf}	V_{t-hf}	V_{t-hf}	V_{t-hf}
5	9.7	12	14	12	10
6	9.7	11	14	12	11
7	9	10	13	12	11
8	8.5	8.2	13	11	11
9	8.2	8	10	11	11
10	6	6.6	8.3	8.7	8.3
11	5.3	5.9	6.6	7.7	8.3
12	4.9	4.6	6.1	6	7

- En VAFO se mantienen los pulmones con un volumen relativamente constante, por encima de la CRF, gracias a la aplicación de una Paw estable



Un excesivo VT o frecuencia



Incremento inadvertido de la capacidad residual funcional



Aumenta el VD y reduce la eliminación de CO₂

ELIMINACION DE CO₂

$$DCO_2 = (Vt^2) (Hz)$$

- Utilidad de medir el Vt del Babylog
- Banda óptima de frecuencia ente 5 y 10 Hz (máximo 12 Hz)
- Si se utilizan Paw muy bajas, puede afectarse la eliminación de CO₂

OXIGENACION

Paw produce cambios en el volumen pulmonar



Incrementa la CRF hasta un valor normal
(dependiendo de la Distensibilidad)



Si se continua con PAW alta, ya no hay mejoría en la
oxigenación

OXIGENACION

Paw óptima

- Paw necesaria para superar la presión del cierre alveolar
- Reclutar el mayor número de alveólos
- Aumentar la superficie pulmonar para un adecuado intercambio gaseoso, sin incrementar la resistencia vascular pulmonar, ni disminuir el gasto cardiaco

BABY LOG 8000

VENTAJAS

- Monitorización continua de:
- **VTHF** : volumen oscilatorio
 - 2 mL/kg
- **DCO2**: coeficiente de gas transportado
 - (Vt^2) (Hz)
 - 40 - 50 mL²/s/kg

DESVENTAJAS

- Menor potencia
- No es útil en > 3kg (4 kg)
- ¿Falta de confianza en su uso??

Peso	PIP/ PEEP (PMVA)	CPM	FiO ₂	PaO ₂	Indice de Oxigenación
<1000g	20/5 (10.25)	60	60% 70% 80%	50	12.3 14.35 16.4
1000-1500 g	25/5 (12.00)	60	60% 70% 80%	50	14.4 16.8 19.2
>1500 g	28/5 (13.05)	60	60% 70% 80%	50	15.6 18.27 20.8

¿CO₂?

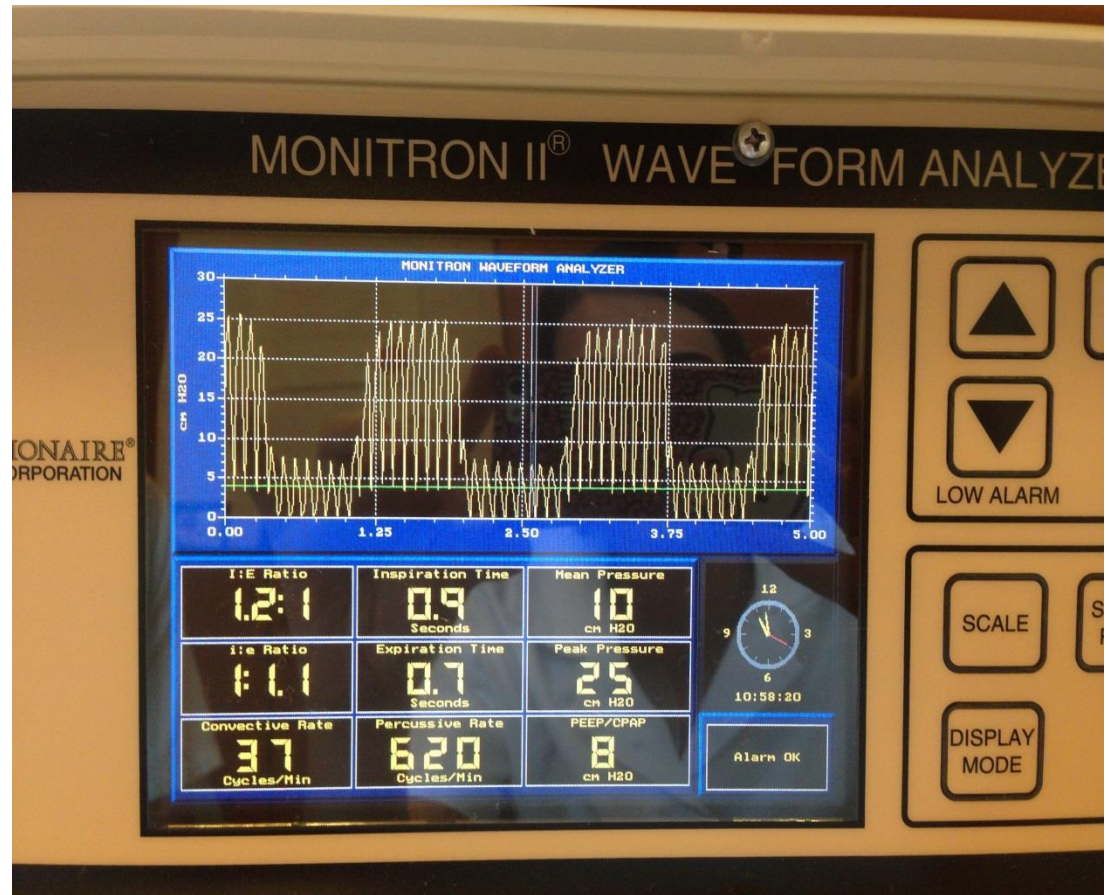
Percussionaire VDR 4

Volume Diffusive
Respirator

Brotes de percusión con
volumenes corrientes
sub-fisiológicos

Genera flujo en la vía
aérea proximal
(Combinación de un
inyector con una válvula
de exhalación)

PHASITRON



Terapia respiratoria



MANEJO DEL VENTILADOR DE ALTA FRECUENCIA

MANEJO PRACTICO

VENTILACION

- Hertz
 - Influyen en el volumen oscilatorio y en la amplitud
 - **PRACTICA: Iniciar con**
 - 15 Hz <1000 g**
 - 13-14 Hz 1000-2000 g**
 - 11-12 Hz 2000 – 3000 g**
 - 10 Hz > 3000 g**
- Tiempo inspiratorio: 33% (Rel 1:2)
- Amplitud
 - Hiperapnia: Comenzar con 10 más alto que la PIP
 - Normocapnia: Comenzar con 5 más alto que la PIP
- **PRACTICA: Ver vibración del tórax (hasta primer tercio del abdomen)**

OXIGENACION

- Paw
- Iniciar 2-4 más de la Paw en convencional
- **PRACTICA: Incrementar la Paw 2 cmH₂O cada 5 a 10 minutos, hasta lograr disminuir la FIO₂**
- No utilizar PAW mayor de 18

- En enfermedades pulmonares no homogéneas (SAM, Neumonía, Hemorragia pulmonar, Hipoplasia pulmonar unilateral, DBP) realizar incrementos de la Paw más lentos:

1-2 cmH₂O

Mayor riesgo de Neumotórax

FUGA AEREA

- Iniciar con la **misma Paw o menor** que en VMC
- Mantener VAFO por 24-48 horas más, después de que no exista evidencia radiológica de fuga aérea

CONTRAINDICACION

- Obstrucción pulmonar
 - Bronquiolitis
 - Displasia Broncopulmonar
- EXISTE CONTRAINDICACION CON:
 - Hemorragia intraventricular (?)

EJERCICIO 1

Pre-quirúrgica



Post-quirúrgica



Después del
cambio
ventilatorio



Retiro de VAFO

Oxigenación

- Disminución gradual de FiO_2
- Al llegar a $\text{FiO}_2 < 60\%$, descender PAW de 1 a 2 cmH_2O

Ventilación

- Disminuir amplitud de 3 a 5 cmH_2O si la PaCO_2 es adecuada
- Si se encuentran problemas con retención de CO_2 a amplitud máxima, se pueden disminuir Hz

Regresar a VMC

Oxigenación

- Iniciar con FiO_2 10% más alto
- PIP-PEEP = PMVA requerida para generar 10 cmH_2O

Ventilación

- CPM: 40-60/min
- T_i : 0.35
- PIP-PEEP: Generar adecuados volúmenes corrientes (5-7 mL/kg)

Recomendaciones...

Indicaciones

1. Detectar al paciente que requiere VAFO en “rescate temprano”
2. Seleccionar el ventilador ideal:
 1. Disponible en cada unidad
 2. Paciente prematuro <2kg (Babylog 8000 plus)
 3. Paciente >2-3 kg y/o que requiera mayor potencia (Sensor medics 3100 A)

Hipoxemia y/o Hiperapnea

- Seleccionar parámetros de acuerdo a cada ventilador
 - Hz
- Amplitud: Checar vibración de tórax (SLE/Sensor)
- Paw: alto volumen (+2 de PMVA)
- FiO2 necesaria
- Monitorización continua
- Tomar Rx y gasometria a la hora de haber iniciado VAFO

Incrementar parámetros

1. Oxigenación
 - FiO₂ hasta 100%
 - PAW, incrementar de 2-2 cada 5 – 10 minutos
2. Ventilación
 - Incremente amplitud hasta máximo de cada ventilador
 - Disminuya Hz
3. Paciencia!!!

Reducir parámetros

1. Oxigenación:
 - Disminuya FiO₂ hasta 40-60%
 - Posteriormente disminuya PAW
 2. Ventilación
 - Disminuya amplitud al mínimo
 3. Retire de VAFO hasta resolver la causa por la cual la inició
- FiO₂ <40%
- PAW 8-10

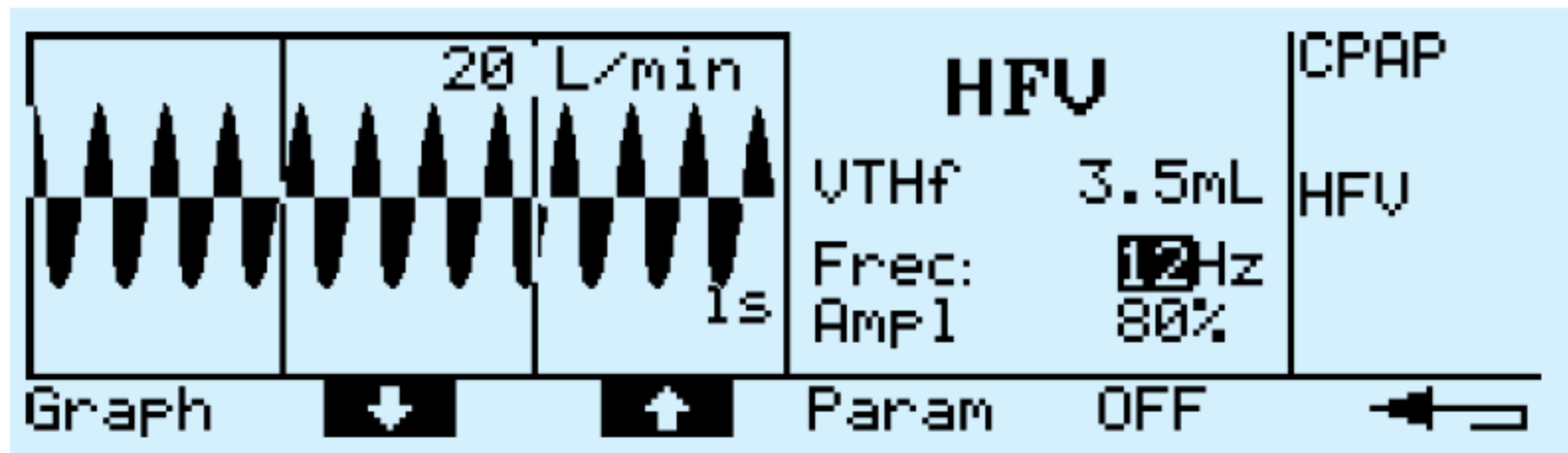
ÉXITO EN VAFO

- Enfermedad pulmonar homogénea:
 - 70-87%
- Enfermedad pulmonar heterogénea:
 - 50.7%
- Fugas aéreas:
 - 63-80%
- Hipertensión pulmonar:
 - 39-68%

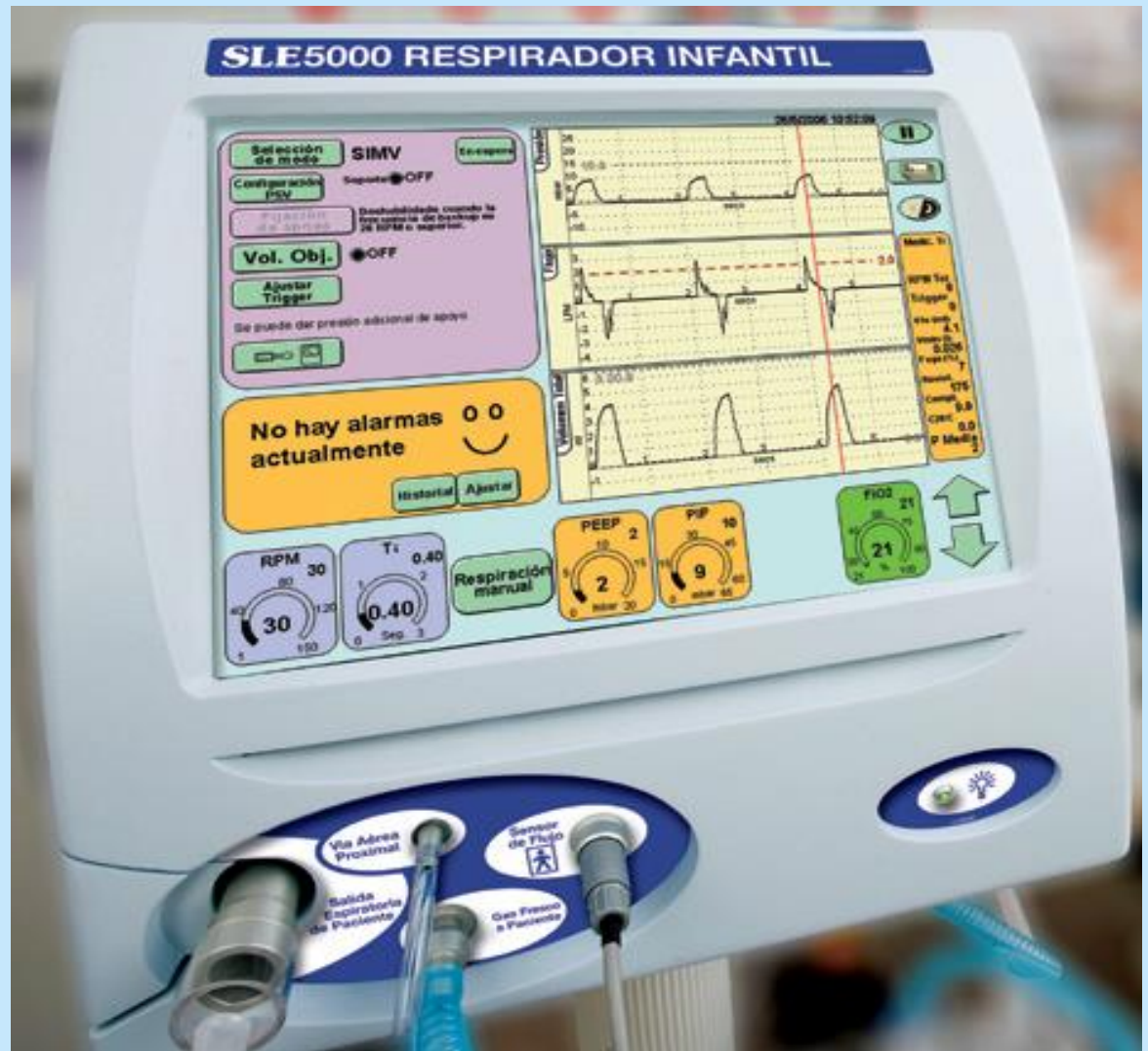
FRACASO A VAFO

- Falta de mejoría en CO_2 y/o incapacidad para disminuir la FiO_2 en las siguientes 2 a 6 horas
- ¿Probar con un oscilador más potente?

MONITORIZACION CONTINUA



SLE 5000



VAFO

Util de 300 g a
20 Kg

Hz: 5 – 15

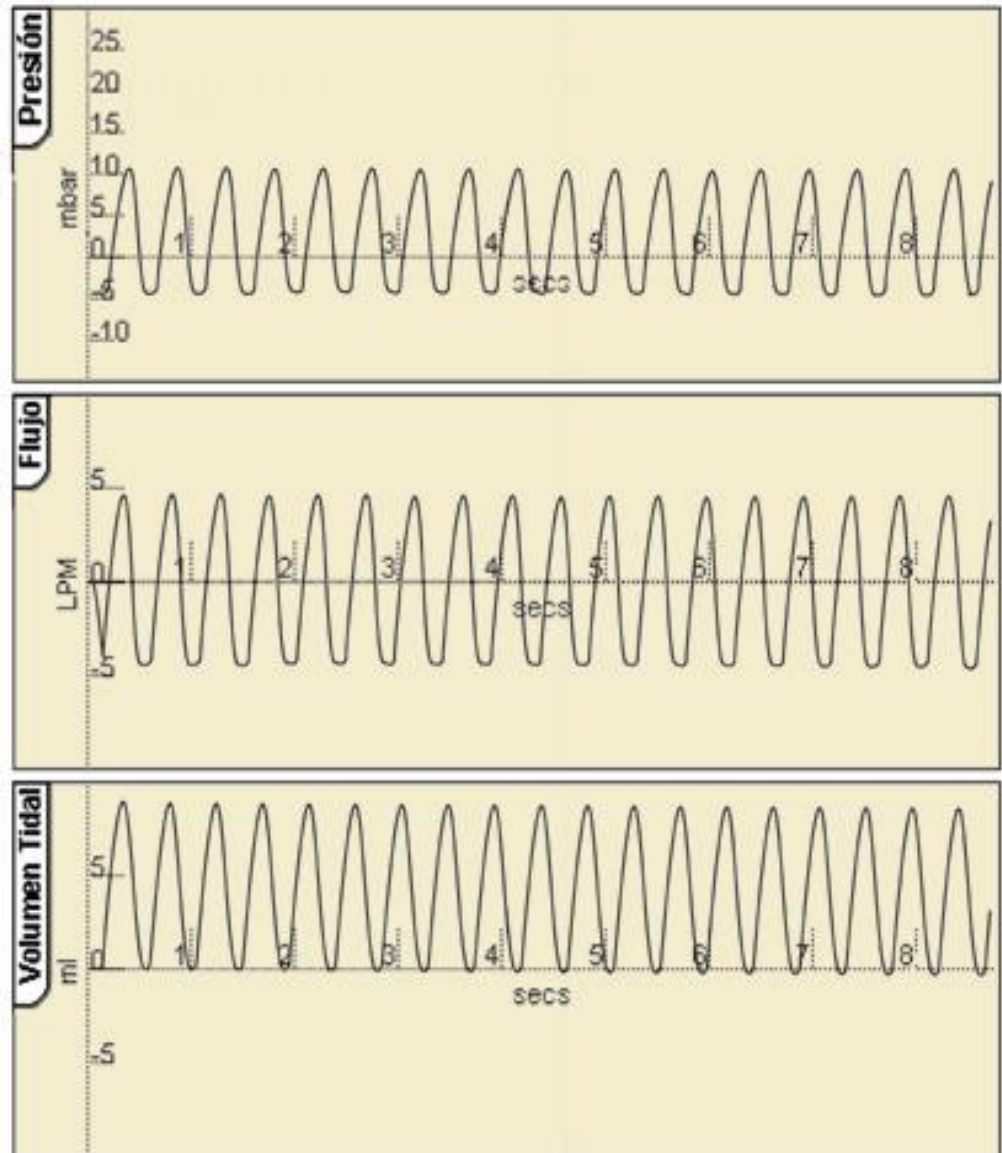
**(INICIAR CON
10 HZ)**

PAW= PEEP

Monitorización:

VThF

DCO₂



VAFO: EVIDENCIA DE SU EFICACIA EN EL NEONATO

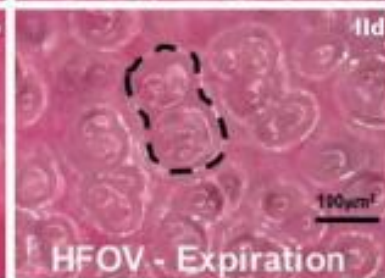
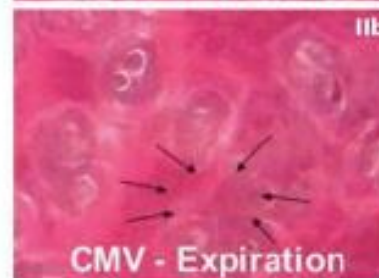
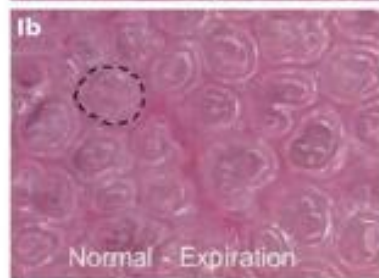
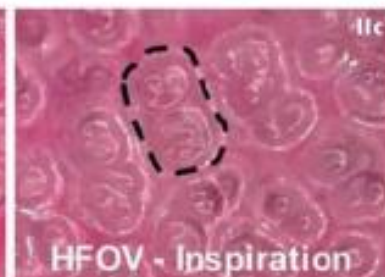
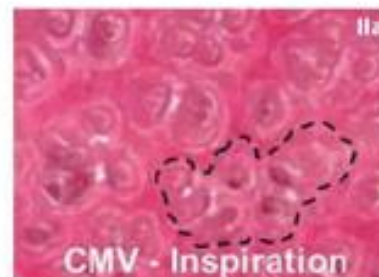
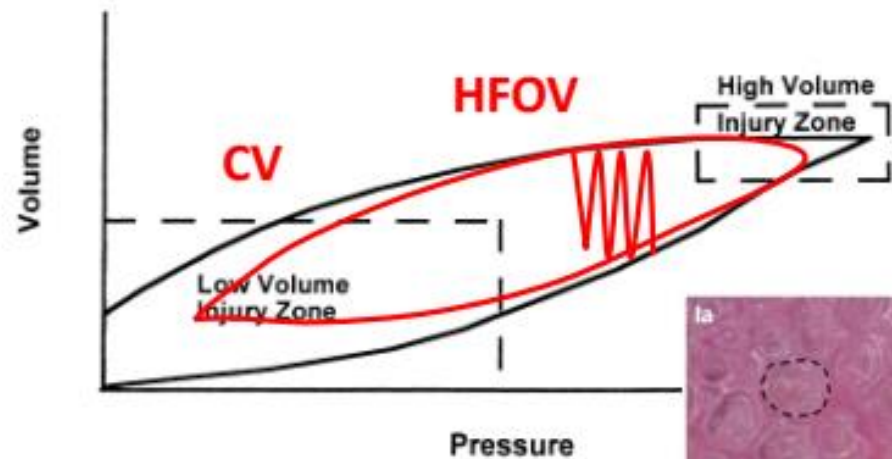
Beneficios teóricos

Ventajas

- Facilidad de uso:
- PAW: Cambio en el volumen pulmonar (V/Q)
 - Mejoría en la oxigenación
- Amplitud: Mejoría en la ventilación

Deventajas

- “Miedo”
- “Mayor invasión al paciente”
- Falta de monitorización



(Carney et al. Crit care Med 2005;33(Suppl):S122-S128)

- VAFO: Produce inflación más uniforme sin formación de membranas hialinas

- Meredith K. JAP 1989;66:2150

- Modelos animales (Baboons)
 - Esteroides prenatales
 - Surfactante
 - Aleatorizados VAFO o VMC 5 min
- Seguimiento 28 días:
 - VAFO:
 - Mejoría en mecánica pulmonar y
 - Mejor histopatología pulmonar

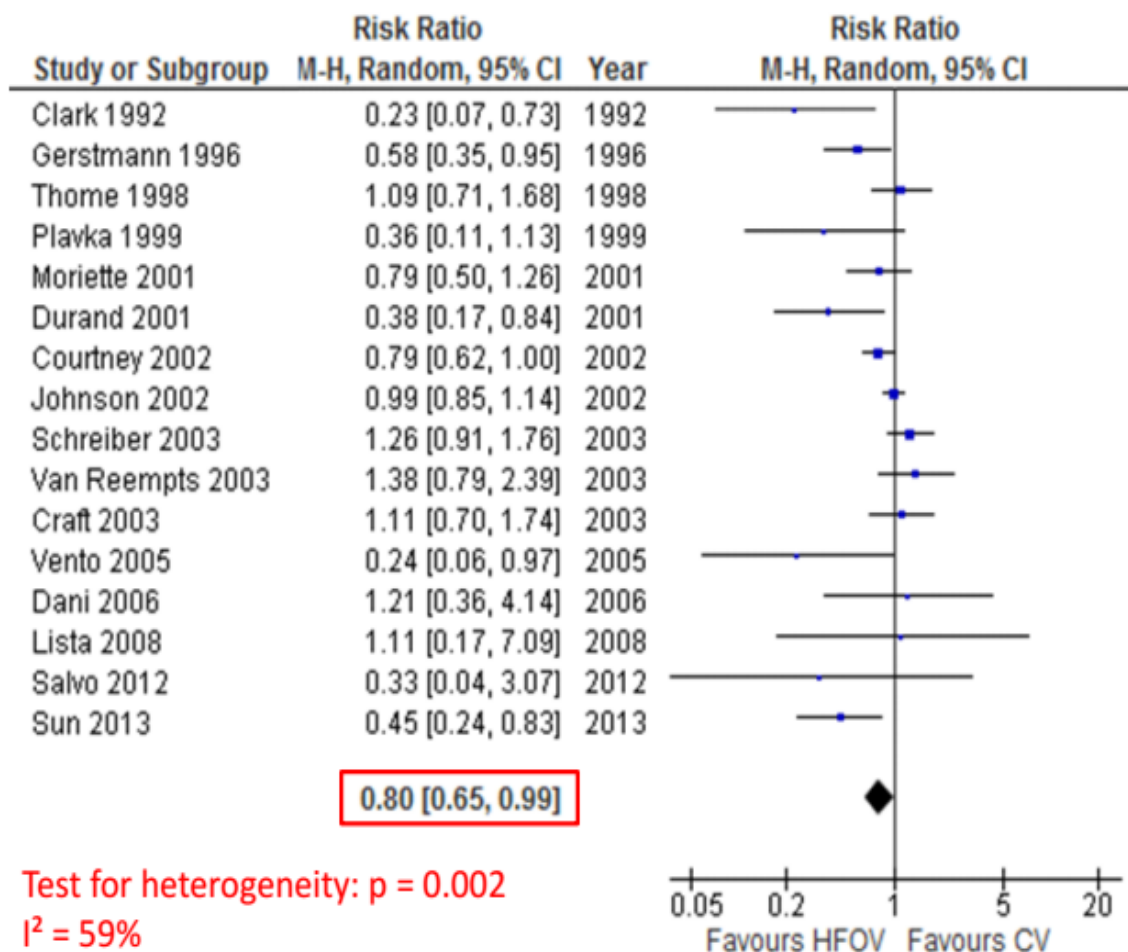
VAF electiva vs. VMC

Cools, Lancet 2010.

- Meta-análisis de pacientes individuales
 - 10 ECA
 - N= 3229 pacientes
 - Sin diferencia en muerte o DBP a las 36 SDG
 - Sin diferencia en subgrupos
 - Edad gestacional
 - Severidad de la enfermedad
 - Tipo de VAF
- Edad de la aleatorización tiene influencia en el desenlace
 - Si la aleatorización es en las primeras 4 horas después del nacimiento
 - Muerte/DBP/anormalidad severa neurodesarrollo:
 - RR 0.82 (IC 95% 0.72, 0.94)



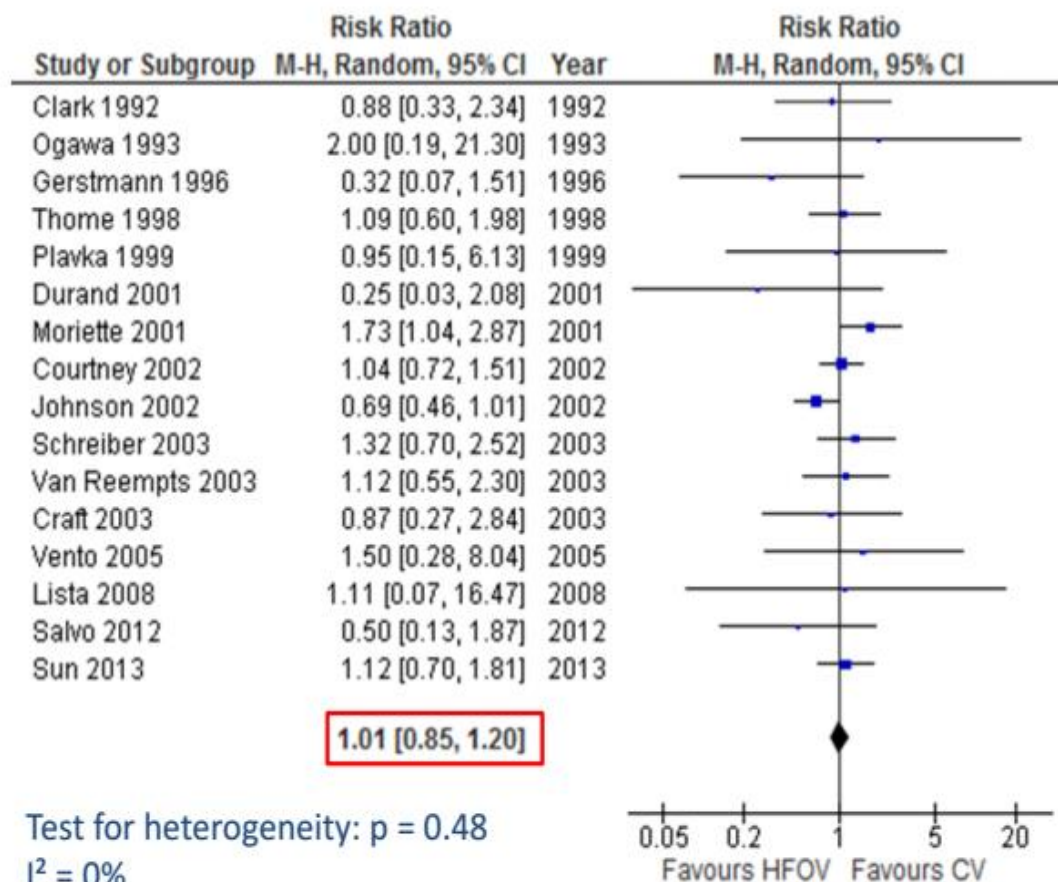
BPD 36w in survivors (16 trials, N=2699)





Gr 3-4 intracranial hemorrhage

(16 trials, N=2699)

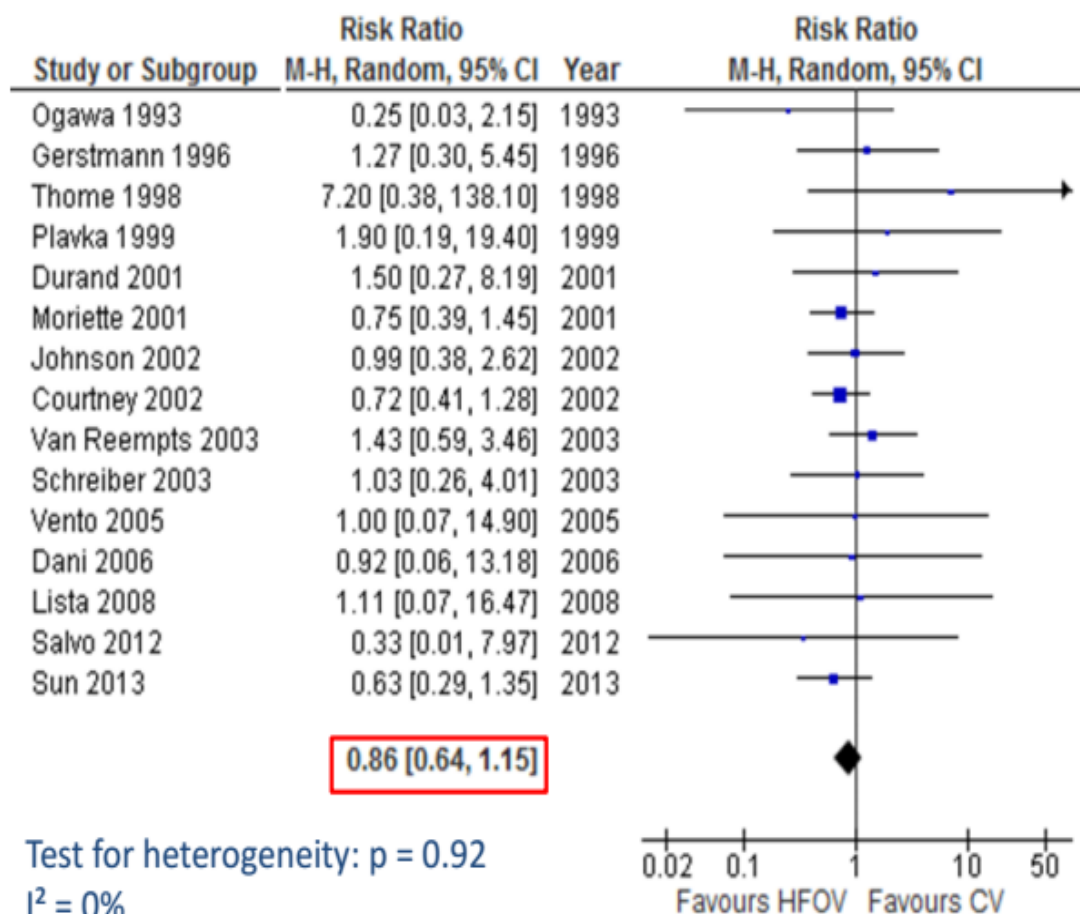


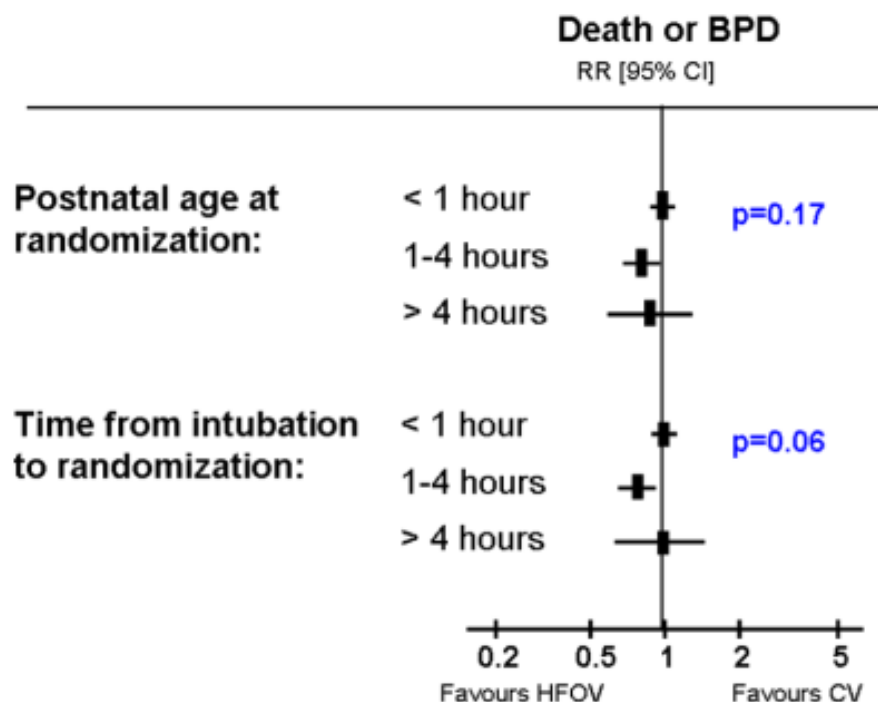
(Cools et al. Cochr Datab Syst Rev 2009 – updated 2013)



Periventricular leukomalacia

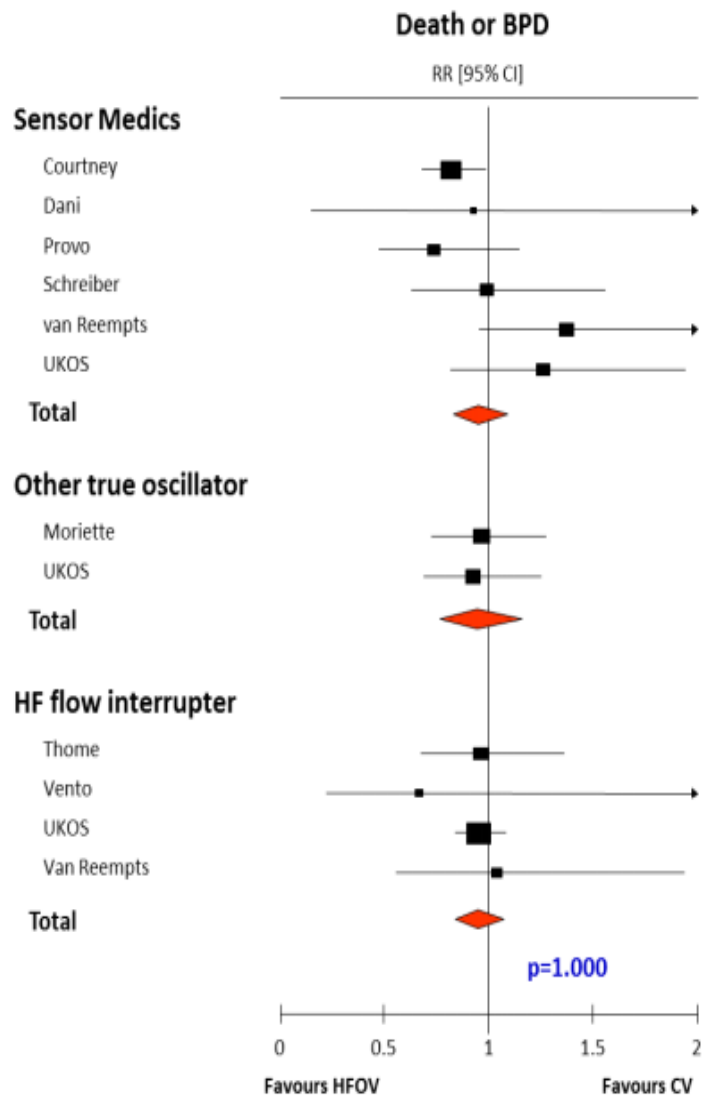
(15 trials, N=3214)





BPD in survivors	
RR (95%CI)	
< 1 h	1.00 (0.87-1.13)
1 – 4 h	0.74 (0.60-0.92)
> 4 h	1.93 (0.78-4.76)
interaction	p=0.03

HFOV device



Seguimiento

Johnson VAFO vs. VMC

- RNP <29 SDG
- 319/592 sobrevivientes
- Edad actual: 11 a 15 años
- VAFO: Mejoría en la función de vías aéreas superiores
- FEF 75%
- FEV1
- FVC

Mejores resultados en calificaciones