



Semana de
Congresos y
Jornadas Nacionales

SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRIA
Comité nacional de Estudios Fetoneonatales (C.E.F.E.N.)

4 ° CONGRESO ARGENTINO DE NEONATOLOGIA
10 ° Jornadas Interdisciplinarias de Seguimiento de Alto Riesgo
4 ° Jornada de Perinatología
4 ° Jornada de Enfermería Neonatal
22, 23 y 24 de mayor de 2019
Panamericano Hotel & Resort - EXE Hotel Colon



Por un niño sano
en un mundo mejor

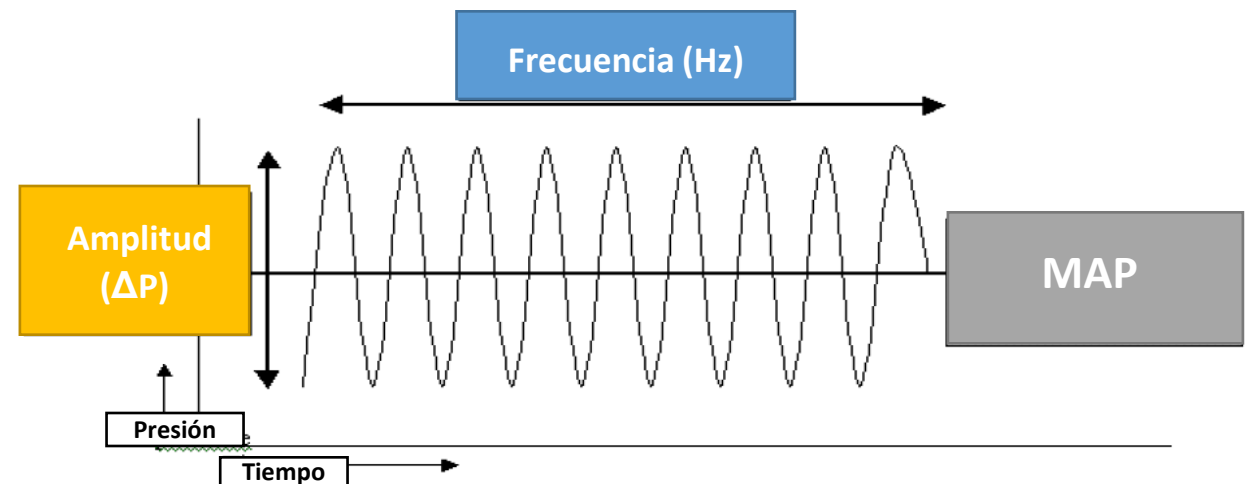
TALLER

Ventilación de Alta Frecuencia

Disertante:
Dr. Manuel Sanchez Luna

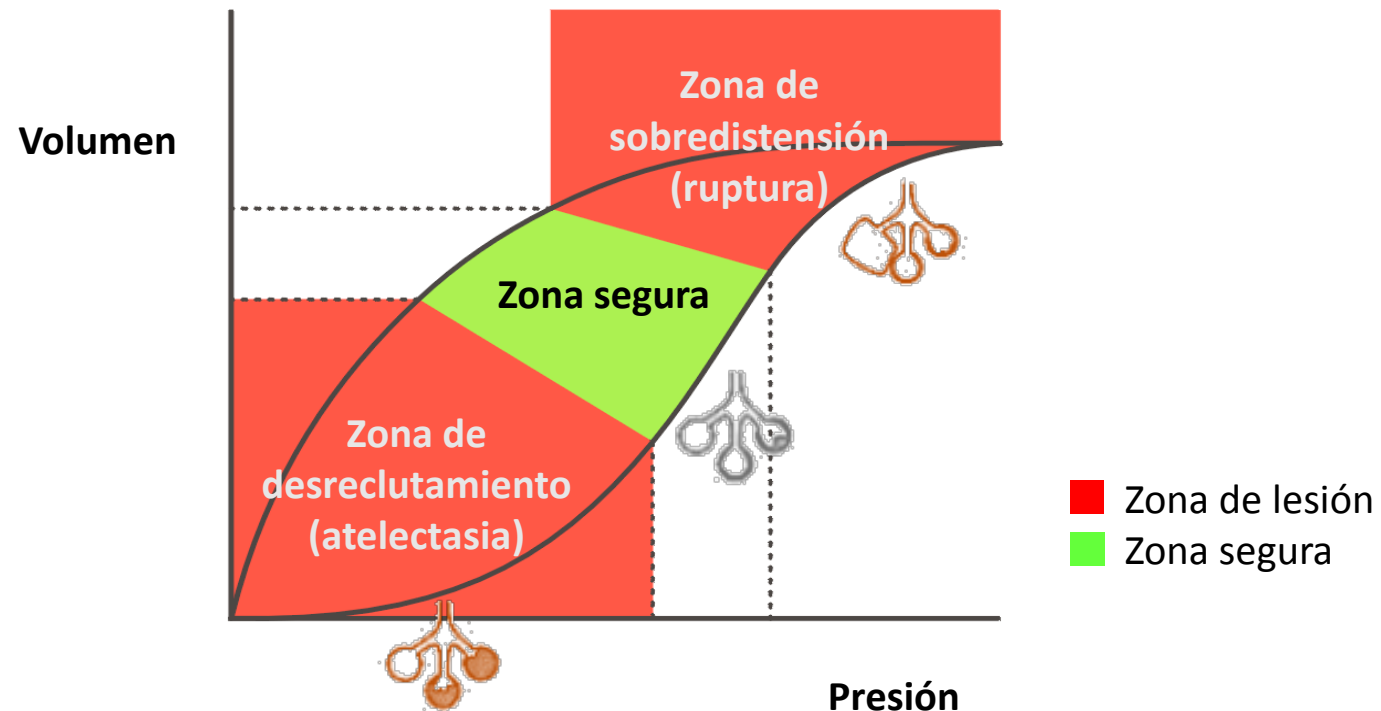
Definición

- Es una forma de ventilación mecánica que permite la entrega de *pequeños volúmenes corrientes* ($V_t \leq EM$ 1-3 ml/kg) a *frecuencias respiratorias* extremadamente altas (180-900 x`)
- Utiliza una *presión de distensión constante* (MAP) con variaciones de presión que oscilan alrededor de la MAP (ΔP) a frecuencias suprafisiológicas



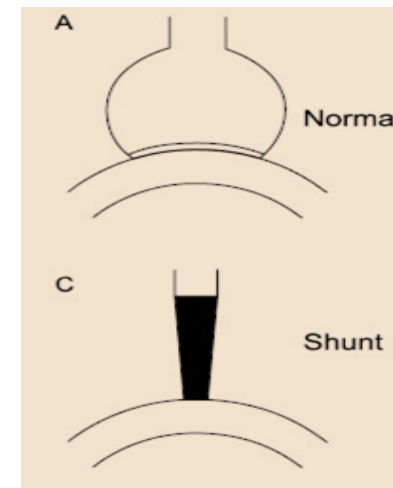
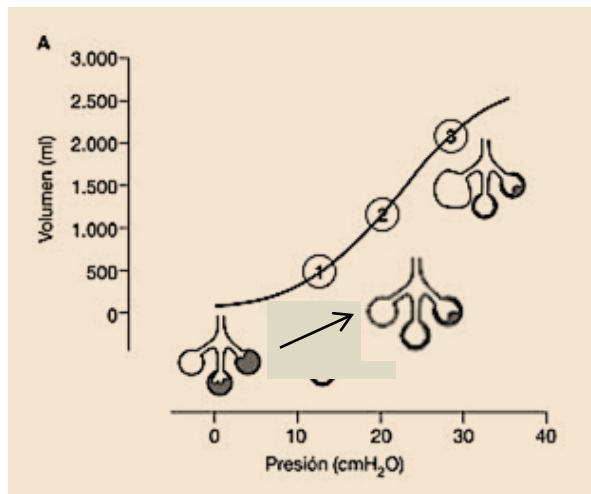
Objetivo

- El objetivo es lograr el reclutamiento alveolar que permita obtener un volumen pulmonar adecuado sin causar sobredistensión del pulmón



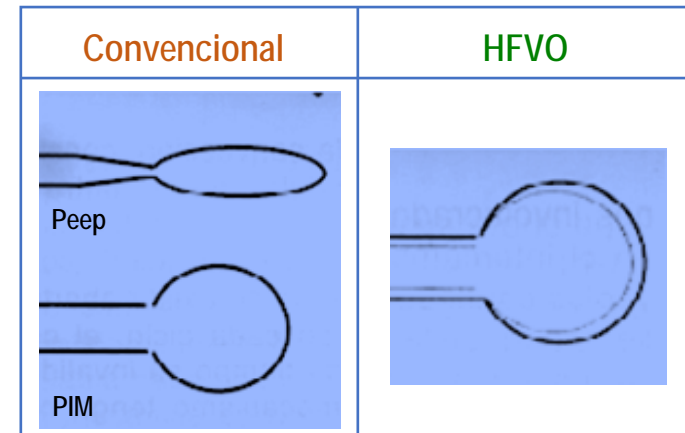
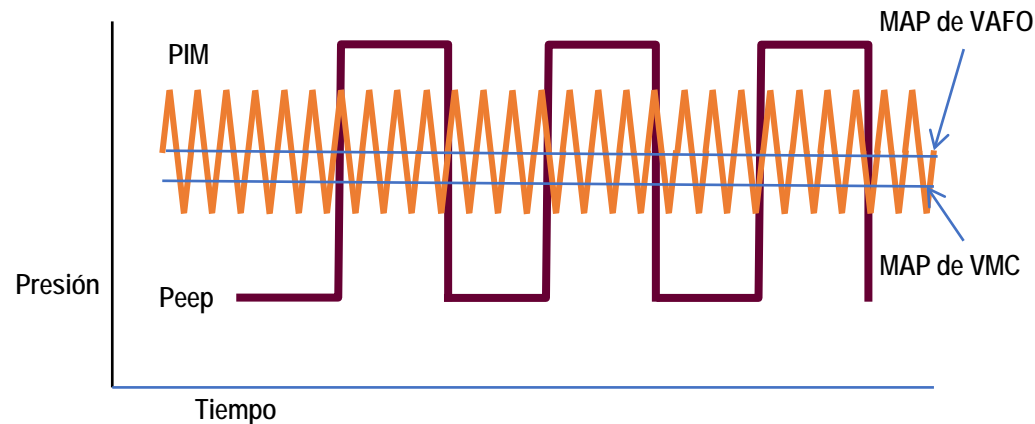
Ventajas

- La capacidad de reclutar y mantener la CRF con mayor MAP permite:
 - Mejorar la compliance pulmonar
 - Mejorar la relación ventilación/perfusión
 - Disminuir la resistencia vascular pulmonar
 - Mejorar el intercambio gaseoso



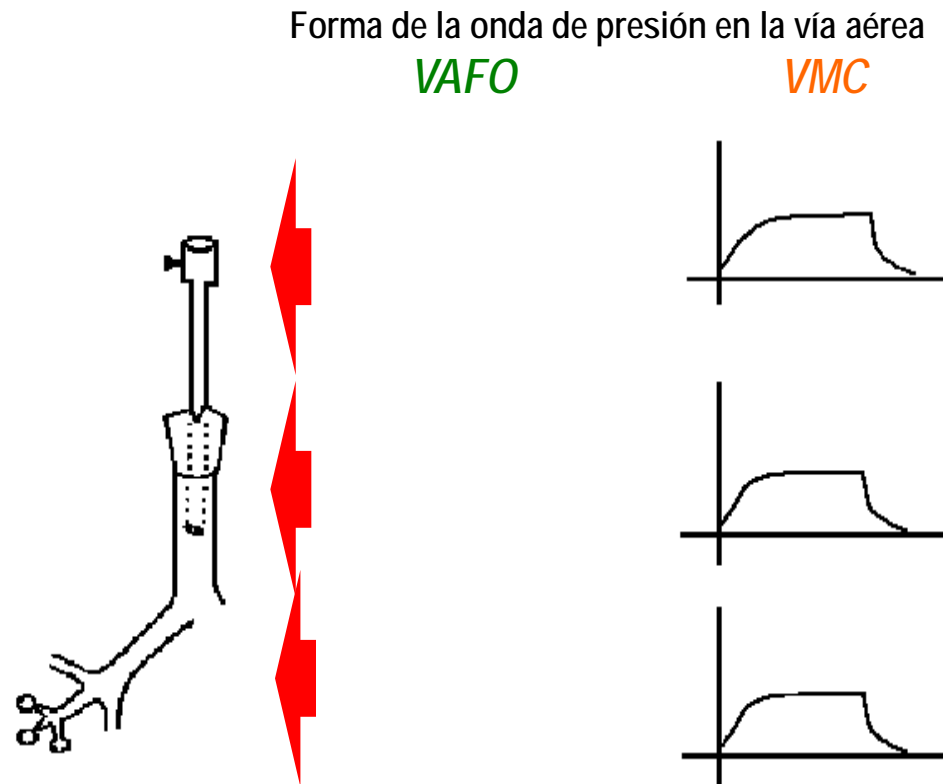
Ventajas de la VAFO

- A diferencia de VM convencional, en VAFO:
 - Hay *< cambios en las presiones*:
 - Se reduce el ciclo de inflado-desinflado (estiramiento-retracción alveolar)
 - Hay *menores cambios de volumen*
 - El volumen pulmonar se mantiene constante
 - Menor lesión pulmonar inducida por la VM



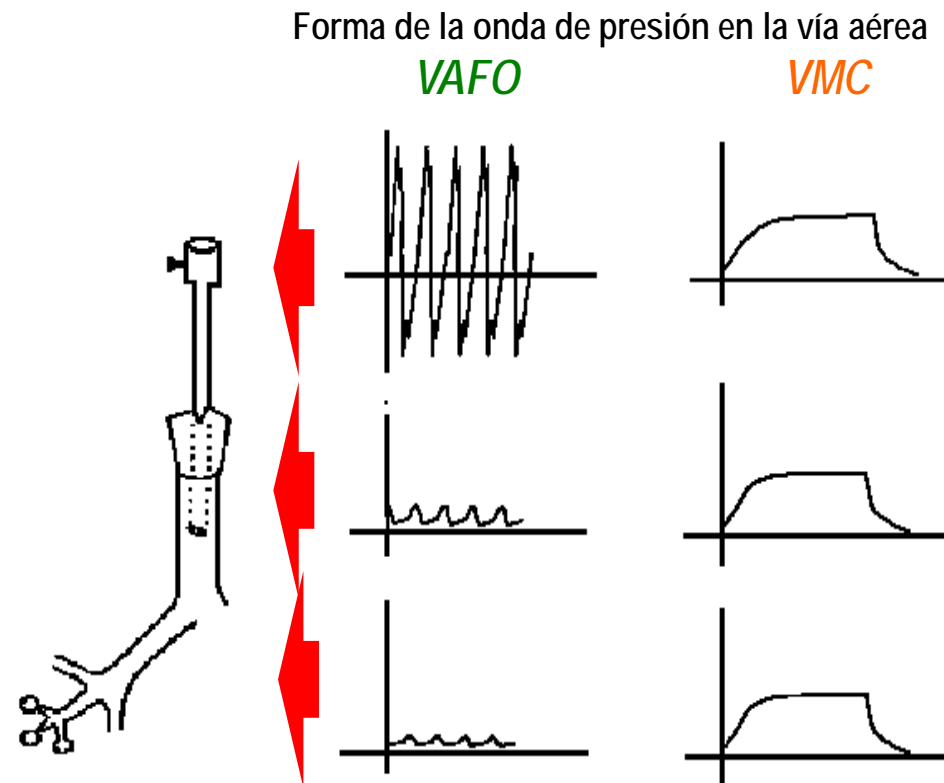
Ventajas de la VAFO

- En VAFO hay *atenuación en la transmisión de presión* → menor riesgo de lesión pulmonar
- VMC: la presión del respirador se propaga a través de la vía aérea con poca atenuación
 - Los alvéolos reciben *toda* la presión del respirador



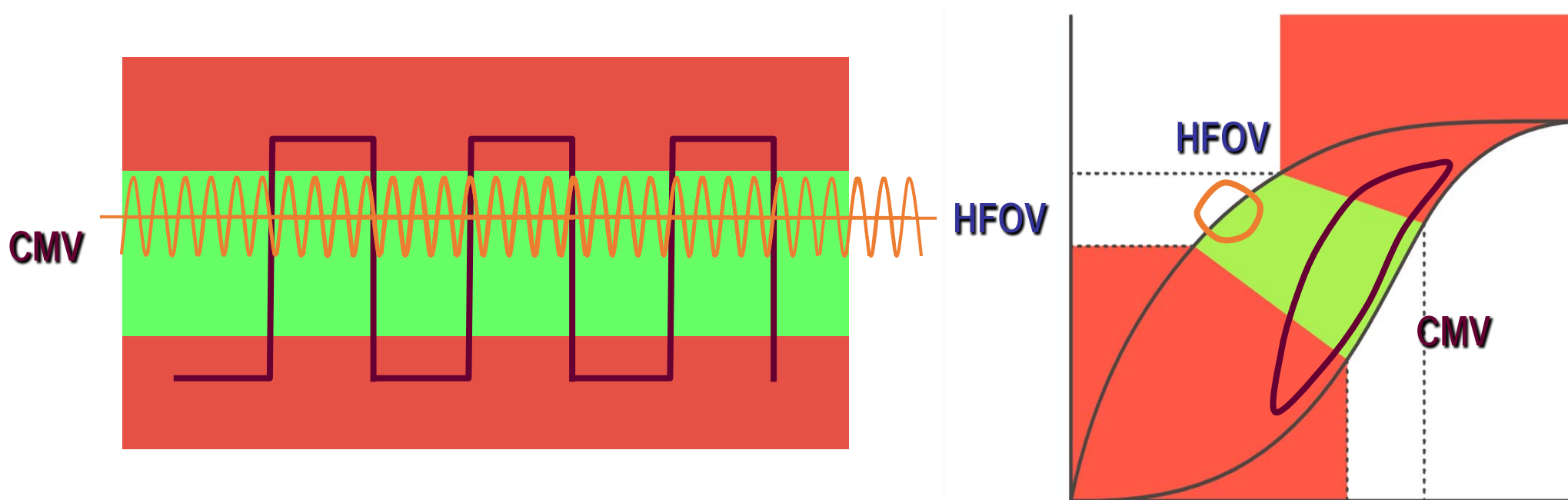
Ventajas de la VAFO

- En VAFO hay *atenuación en la transmisión de presión* → menor riesgo de lesión pulmonar
- **VMC**: la presión del respirador se propaga a través de la vía aérea con poca atenuación
 - Los alvéolos reciben *toda* la presión del respirador
- **VAFO**: hay atenuación de la presión hacia el nivel alveolar
 - Hay *mínima* distensión alveolar y, por lo tanto, < riesgo de lesión

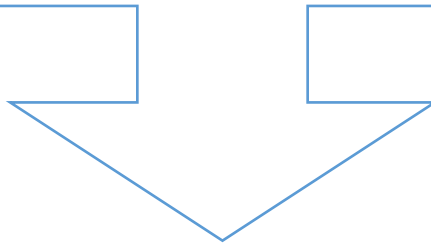


Ventajas de la VAFO

- Ventilar en la “zona segura”
- En VAFO la oxigenación y ventilación están dissociadas
 - Permite ajustar la MAP en forma independiente del ΔP



- El uso de pequeños V_t
- < oscilaciones en la presión
- < cambios en el volúmen
- Atenuación en la transmisión de presión hacia los alvéolos
- Ventilar en la “zona segura”



< lesión pulmonar inducida por el respirador

Ventiladores

Tipo de ventiladores de VAF			
Tipo	VAFO	VAFJ	VAFIF
Ventiladores	Sensor Medics® Fabian® SLE 5000® Babylog®	Life Pulse® (Bunnell)	Infant Star® VN500®

VAF: ventilación de alta frecuencia; VAFIF: ventilación alta frecuencia por interruptor de flujo; VAFJ: ventilación alta frecuencia por jet; VAFO: ventilación alta frecuencia oscilatoria.

- En VAFO, **la espiración es activa**. Es la más utilizada en nuestros centros.
- En JET, **la espiración es pasiva**.

Parámetros

Parámetro	
Frecuencia	Hz = ciclos por segundo 1 Hz= 1 ciclo/seg= 60 ciclos/min
Media	MAP = Presión Media de la vía Aérea (cm H ₂ O)
Delta P	Amplitud, ΔP o el poder = es la variación de presión alrededor de la MAP
FiO₂	Fracción inspirada de O ₂ (%)

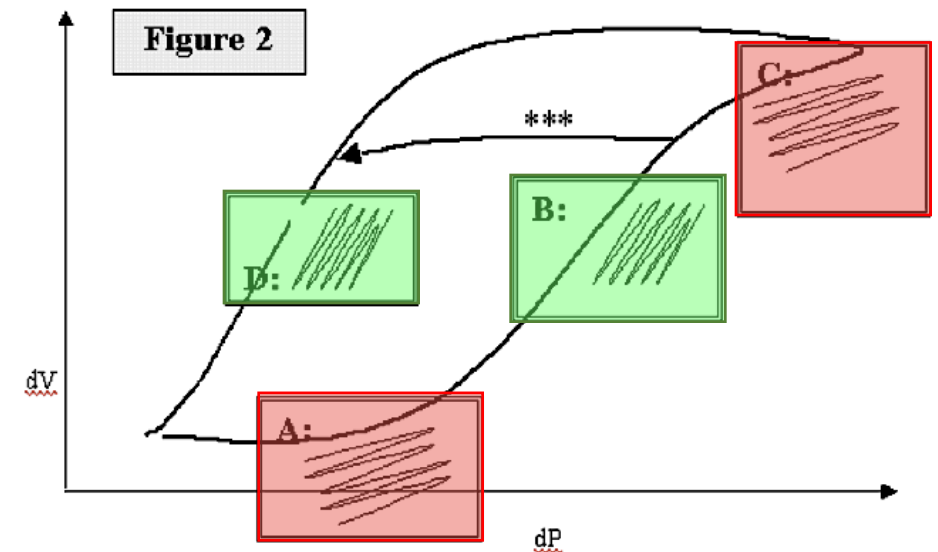
Variables que controlan la Oxigenación

MAP

FiO₂

MAP- Media

- Es una presión de distensión constante equivalente a un CPAP “Que vibra!”
- Permite:
 - El reclutamiento alveolar
 - Eliminar zonas de atelectasia
 - Lograr un volumen pulmonar adecuado
 - Optimizar el área de superficie alveolar para el intercambio de gases.
- La estrategia a utilizar se enfoca en el reclutamiento alveolar y el mantenimiento de la MAP por encima de la presión de cierre.
- Cómo se logra reclutar el volumen pulmonar?
 - Con incrementos graduales de la MAP
 - Punto crítico de apertura
 - Para lograr una oxigenación adecuada
- El volumen pulmonar óptimo está determinado por:
 - \uparrow Sat O₂ permitiendo \downarrow FiO₂
 - RX tórax 8-9 EIC



Objetivos clínicos

- Oxigenación razonable, limitar la toxicidad de O₂
 - Sat O₂ 89-94%
 - PaO₂ 55-90 mmHg
 - Utilizar la oximetría de pulso para ↓ FiO₂ entre EAB
- Recordar relación V/Q
 - Asegurar un adecuado volumen intravascular y gasto cardíaco
 - El ↑ presión intratorácica puede comprometer la precarga
 - Considerar administrar SF o inotrópicos
 - Vigilar el estado hemodinámico
 - FC, TAM, perfusión, pH, lactato

Variables que controlan la Ventilación

ΔP

(Amplitud)

Frecuencia

(hz)

Variables que controlan la Ventilación

- En ARM convencional:

- Ventilación (Volumen Minuto Respiratorio) = Frecuencia x V_t

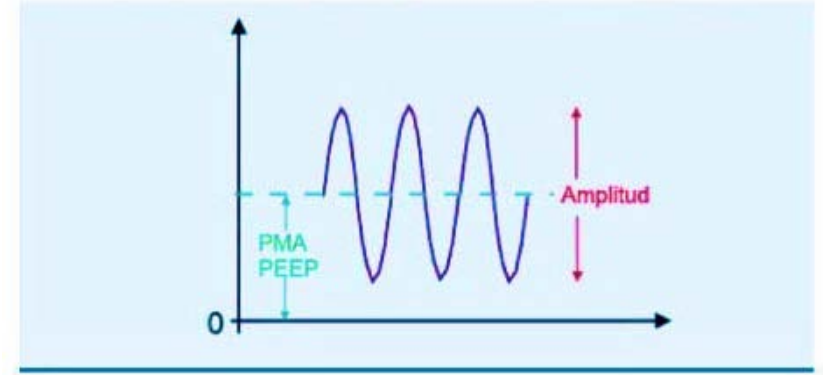
- En cambio, en VAFO:

- Ventilación (DCO₂) = Frecuencia x V_t^2

Por lo tanto, en VAFO, los cambios en el V_t (ΔP) tienen un mayor efecto en la ventilación que los cambios en la frecuencia

Amplitud (ΔP)

- Es la oscilación de presión alrededor de la MAP
- Diferencia entre la presión Máxima y Mínima
- Controlada por la fuerza y distancia con la que el pistón se mueve desde la línea de base
- Este grado de deflexión del pistón determina el V_t



-
- Clínicamente se traduce como la “vibración” del paciente
 - Seteo:
 - Ajustarla para obtener una adecuada vibración de la pared del tórax
 - Comenzar en los 20-25´ s o el doble de la MAP y aumentar de a 3-5 cmH₂O hasta que la “vibración” se extienda hasta el ombligo.
 - Subjetivamente, evaluar la vibración
 - Objetivamente, evaluar con EAB y trancutáneo de CO₂

Frecuencia (λ)

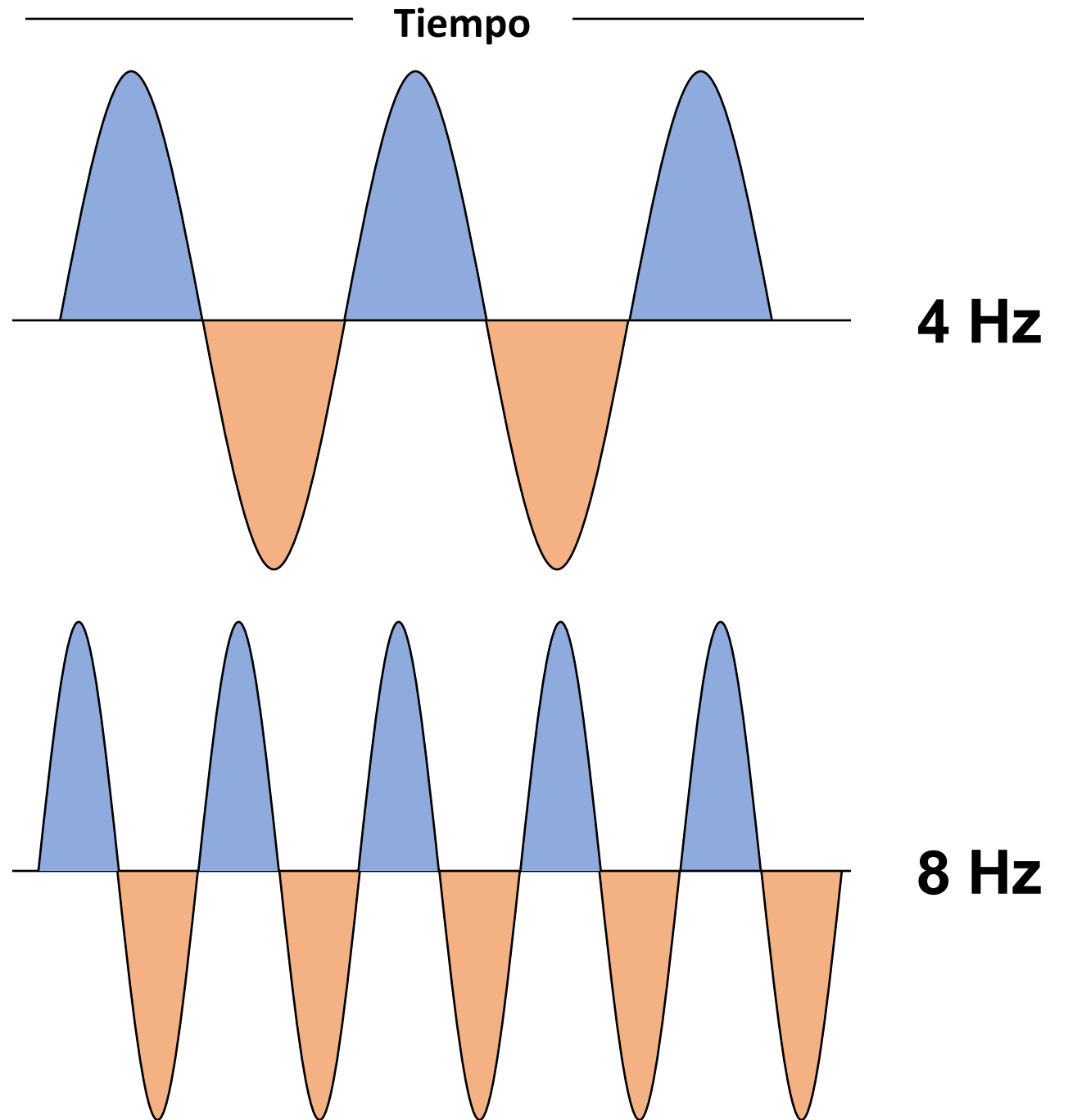
- Se expresa en Hertz (1 Hz = 1 ciclo/seg o 60 ciclos/min)
- Rango: 3-15 Hz
- Se establece en función de:
 - Tamaño de los pacientes
 - El grado de compromiso pulmonar

Paciente	Hz
RN Prematuros	10 to 15
RN Término	8 to 10

- Puede variar entre pacientes y en el mismo paciente con el tiempo
- Los ajustes de frecuencia son de a $\frac{1}{2}$ -1 Hz

Frecuencia (λ)

A menor frecuencia:
> desplazamiento de volumen
> eliminación de CO₂



Objetivo clínico

- Hipercapnia permisiva
 - Permitir que la PaCO₂ se eleve (Objetivo 45-50), pero manteniendo un pH arterial 7.25 y 7.30.
- Cómo optimizar la ventilación?
 - Para mejorar la ventilación en primer lugar ↑ la amplitud
 - Si esto no mejora la eliminación de CO₂, considerar ↓ la frecuencia
 - Aunque controvertido, algunos centros consideran ↓ la frecuencia de a 1 Hz, una vez que la amplitud es ≥ 3 veces la MAP

ESTRATEGIAS

```
graph TD; A[ESTRATEGIAS] --> B["• Enfermedad pulmonar severa que no responde a la ventilación convencional - 'tratamiento de rescate'"]; A --> C["• Escape de aire pulmonar, enfisema intersticial, neumotórax, fístulas bronquiales, neumopericardio"]; B --> D["Estrategia de reclutamiento / Volumen óptimo"]; C --> E["Estrategia de bajo volumen"];
```

- Enfermedad pulmonar severa que no responde a la ventilación convencional - "tratamiento de rescate"

*Estrategia de reclutamiento /
Volumen óptimo*

- Escape de aire pulmonar, enfisema intersticial, neumotórax, fístulas bronquiales, neumopericardio

Estrategia de bajo volumen

Curso de VAFO

Estrategia de alto volumen

- MAP:
 - MAP óptima para volumen pulmonar adecuado
- FiO2:
 - ↓ al mínimo posible
- Amplitud (ΔP)
 - Ajustar según EAB y Tc CO2
- Frecuencia (Hz)
 - Ajustar según CO2

Estrategia de bajo volumen

- MAP:
 - Intentar $<$ MAP posible para mantener el pulmón expandido
- FiO2:
 - Tolerar valores más elevados
- Amplitud (ΔP)
 - Ajustar según EAB y Tc CO2
- Frecuencia (Hz)
 - Ajustar según CO2

Conclusiones

- VAFO es un modo ventilatorio que entrega pequeños V_t con elevadas frecuencias respiratorias
- Es un “CPAP que vibra”
- Esta estrategia podría disminuir el daño pulmonar asociado a respirador
- Como en otros modos respiratorios debemos procurar mantenernos en el “área segura” de la curva P-V
- La evaluación del niño en VAFO debe ser global, contemplando no sólo los aspectos respiratorio-hemodinámico-nutricional sino también el confort de estos pacientes críticos

Lo que viene...

VAFO + VG

- Permite setear un volumen tidal predefinido independientemente de otras variables del ventilador como la relación I/E o frecuencia o de las propiedades mecánicas de la vía aérea y/o pulmón.
- Se define una amplitud máxima y el respirador ajustará la amplitud entregada necesaria para alcanzar el Vt seteado.
- VG intenta mantener el V_{Thf} constante, por lo tanto el aumento de la frecuencia - similar a la VMC - conlleva a un volumen minuto mayor y una mejor eliminación de CO₂.

VAFO + VG

Potenciales Ventajas

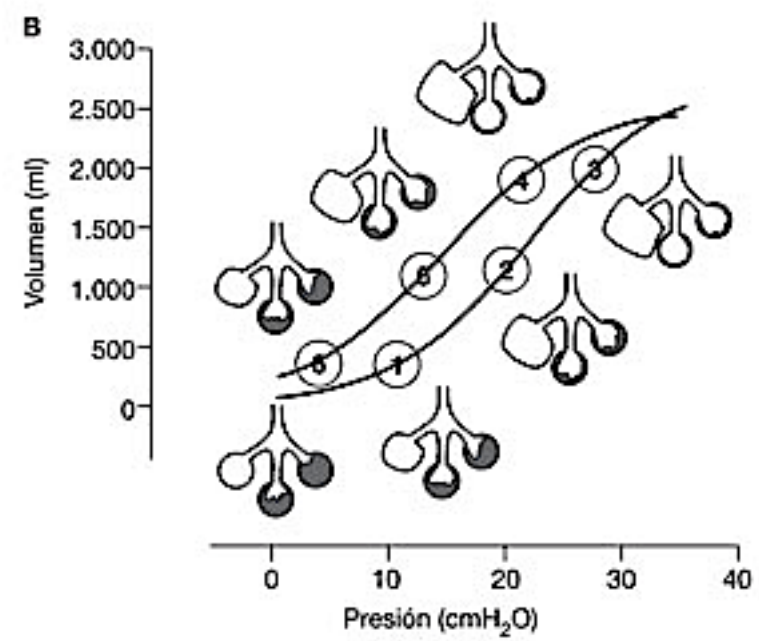
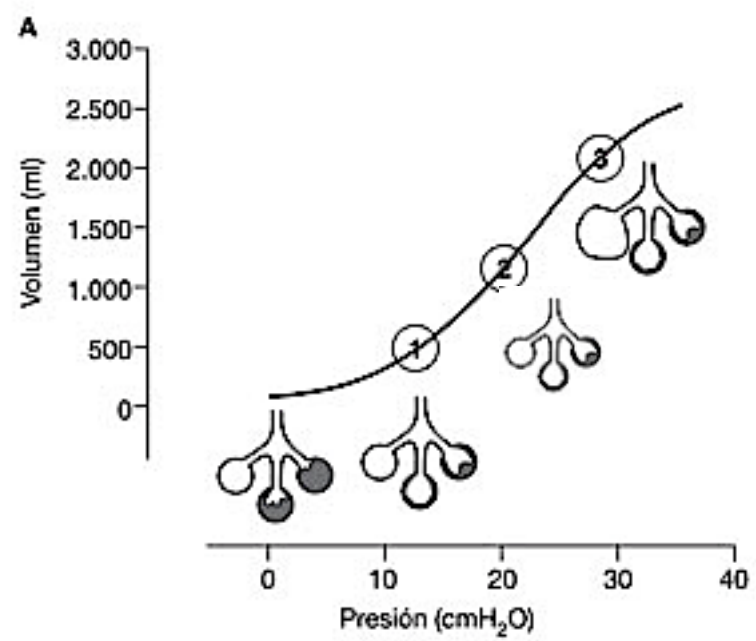
- Mantiene más estable la PaCO₂ y por lo tanto el flujo sanguíneo cerebral.
- Situaciones clínicas en donde la resistencia o compliance varían como por ejemplo presencia de secreciones, administración de surfactante , etc.

VAFO + VG

- Vt requeridos a diferentes frecuencias:

Frequency	Lower limit (ml/kg)	Upper limit (mL/kg)
5	2.8	3.5
7.5	2.3	2.7
10	2.0	2.5
12.5	1.8	2.35
15	1.6	2.0

GRACIAS!!!



TIPOS DE VAF EN FUNCION DE LA TECNOLOGIA UTILIZADA PARA APLICARLA

Alta frecuencia oscilatoria (VAFO).

*Consiste en un circuito cerrado que mantiene una presión positiva continua, con una bomba de pistón o una membrana vibrante integradas. Los movimientos del pistón o las oscilaciones de la membrana desplazan la columna de gas del interior del circuito hacia el pulmón durante la inspiración creando una presión positiva y la extraen durante la espiración al crear una presión negativa. Por tanto, **la espiración en este tipo de ventilación es activa**. Es la más utilizada en nuestros centros.*

Alta frecuencia por jet (VAFJ).

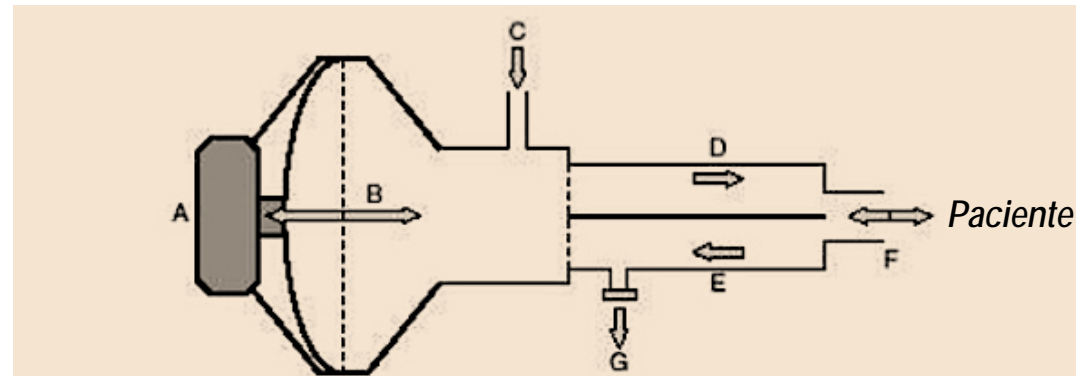
*Administra pulsos de gas humidificado a nivel del tubo endotraqueal mediante el uso de un inyector a chorro (jet). **La espiración es pasiva**.*

Alta frecuencia por interruptor de flujo (VAFIF).

Es una forma mixta de VAF que utiliza una válvula (solenoides) que actúa como un obturador, abriéndose y cerrándose a alta frecuencia.

El equipo

- El equipo de VAFO utiliza un pistón-diafragma que provee presión positiva durante la inspiración y espiración activa



A) Pistón; B) diafragma; C) flujo continuo de aire fresco; D) asa inspiratoria; E) asa espiratoria; F) conexión al paciente, y G) válvula espiratoria.

Expected DCO₂ (mL²/kg²/s) required for infants

Weight (Kg)	0.5	1	2	3
DCO ₂ (mL ² /kg ² /s)	10	40	160	360

Estrategia de alto volumen

- Objetivo: maximizar el reclutamiento alveolar, lograr un volumen pulmonar óptimo para obtener una adecuada oxigenación

↑ graduales de la **MAP** para reclutar el volumen pulmonar y

↓ el nivel de FiO₂

- Programación de MAP:
 - Programar la MAP 2-3 cm de H₂O por encima de la MAP en VMC
 - Aumentar la MAP de a 1-2 cmH₂O hasta que la oxigenación mejore. “Punto crítico de apertura”. La respuesta puede no ser inmediata
 - Con MAP bajas (10-15) se debe incrementar cada 10-15 min, con MAP >15 esperar mayor tiempo. Es poco frecuente que se requiera MAP >20 cm H₂O

Estrategia de bajo volumen pulmonar

- Objetivo: minimizar el trauma pulmonar
 - Programar la MAP a un valor igual ó 1-2 cmH₂O debajo de MAP en VM convencional
 - Tolerar mayor FiO₂

Inicio de VAFO (1)

Estrategia de alto volumen pulmonar

- **Frecuencia:** establecerla de acuerdo a la edad y patología del paciente (2)
- **Amplitud:** ajustarla para obtener una adecuada vibración de la pared del tórax. Comenzar en los 30's y aumentar de a 3-5 cmH₂O hasta que la "vibración" se extienda hasta la ingle
 - Subjetivamente evaluar la vibración
 - Objetivamente, evaluar CO₂ con transtóraco de CO₂ y EAB (5)

Durante la VAFO

Estrategia de alto volumen

- MAP: Intentar alcanzar la MAP adecuada
 - Ajustar según saturometría y RX de tórax
- FiO₂: descender al mínimo posible
- Amplitud (ΔP)
 - Ajustar según valor de CO₂ en EAB y transcutáneo de CO₂
- Frecuencia (Hz)
 - Ajustar según CO₂
 - Recordar fórmula $F \times V_t$

RX de tórax

- **Inicial**: en 1 h para determinar el volumen pulmonar
 - El volumen pulmonar óptimo se correlaciona con una expansión torácica de 8-9 EIC posteriores
 - Sobre-expansión pulmonar: >9 EIC, abultamiento del pulmón en los EIC o región subcardíaca, aplanamiento del diafragma
 - Además del volumen pulmonar, evaluar:
 - Posición del TET
 - Neumotórax/ escape de aire
 - Cambios en la enfermedad pulmonar
- **Seguimiento**: en 6-12 hs
- **Luego**: se repite con cambios agudos en la condición del paciente

Destete de VAFO

<i>Estrategia de alto volumen</i>	<i>Estrategia de bajo volumen</i>
<ul style="list-style-type: none">• <u>MAP/ FiO2:</u><ul style="list-style-type: none">- ↓ FiO2 a <40% antes del descenso de MAP (excepto sobre-expansión pulmonar)- ↓ MAP en 1-2 cm H2O hasta 8-10 cm H2O	<ul style="list-style-type: none">• <u>MAP/ FiO2:</u><ul style="list-style-type: none">- La ↓ MAP tiene prioridad sobre el destete de la FiO2- ↓ MAP en 1-2 cm H2O hasta 8-10 cm H2O
<ul style="list-style-type: none">• <u>ΔP/Frecuencia:</u><ul style="list-style-type: none">- ↑ frecuencia- ↓ amplitud en ~10% o 2-4cm H2O (h/20-25)	
<ul style="list-style-type: none">• Si el bebé está estable, oxigena bien y los gases en sangre son satisfactorios	



-SIMV-PS/VG
-CPAP

