

Capítulo 20. VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA

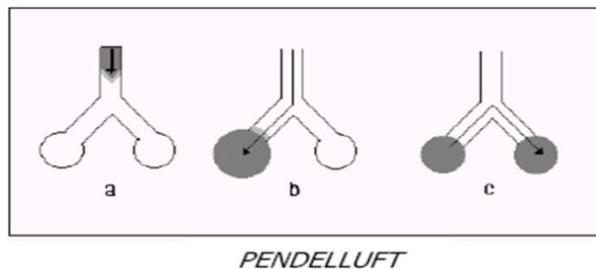
Dra. Ximena Alegría Palazón

I. Introducción:

Corresponde a una modalidad ventilatoria que utiliza volúmenes corrientes muy bajos, iguales o inferiores al espacio muerto (1-2 ml/Kg) y frecuencias respiratorias suprafisiológicas.

Efectos:

- Intercambio gaseoso con menores presiones inspiratorias
- Volúmenes y presión media de vía aérea (PMVA) más estables
- Distribución de gas estable y uniforme
- Menor riesgo de volutrauma
- Ventilación alveolar directa de las unidades alveolares más cercanas a las vías aéreas principales
- Fenómeno de Pendelluft (ver figura) o mezcla interregional de gases, donde debido a las diferentes constantes de tiempo el llenado y vaciado se hace con asincronía, unas lentas y otras rápido.



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

- Ley de Taylor o de la dispersión aumentada: donde a frecuencias altas se produce un flujo turbulento que conlleva una gran mezcla de gas entre el flujo central y el lateral.

- 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.

II. Generalidades durante Ventilación de alta Frecuencia Oscilatoria: VAFO

Corresponde a la ventilación de alta frecuencia oscilatoria, en la cual el mecanismo oscilatorio se considera de elección, en este modo ventilatorio.

Este mecanismo, puede ser entregado por distintos tipos de ventiladores, destacando ampliamente su uso en neonatos los siguientes:

- Sensor medics 3100 A
- VN 500 Draeger
- Ventilador Fabian Acutronic

El ventilador Sensormedics 3100 A:

- Posee un diafragma en el **circuito inspiratorio**
- La inspiración es activa
- La espiración es activa
- No tiene limitación de peso
- No da curvas
- No muestra el VThf

El ventilador VN 500 de Dragger:

- No tiene limitación de peso en neonatos
- Muestra el VThf

III. Ventilación y Oxigenación en VAFO:

Ventilación: La ventilación depende de la amplitud o delta P y de la frecuencia. También del grado de sobredistensión pulmonar.

1. Amplitud o Delta P

2. Frecuencia

1. Amplitud o delta P:

Regula la diferencia entre la presión máxima y mínima de los ciclos. Se usa la amplitud necesaria para conseguir un VThf adecuado entre 1,5 – 2,5 ml x k, volúmenes que pueden ser observados en algunos ventiladores.

El ajuste objetivo, debe ser realizado según control de gases, manejando niveles de CO₂ con el concepto de hipercapnia permisiva.

No se dispone de estos valores de VThf en sensormedics, por lo tanto, se debe ajustar inicialmente observando la vibración del tórax y luego según gases.

2. Frecuencia

La frecuencia se indicará, según el peso del recién nacido. En la práctica la frecuencia no se modifica sustancialmente a lo largo de su utilización.

Oxigenación: Se logra una mejoría de la oxigenación con la FIO₂ y con la PMVA (Presión media de vía aérea).

PMVA: Se recomienda la estrategia de alto volumen/ alta presión. Esta estrategia, consiste en aplicar desde un principio una PMVA 1-2 cm de H₂O por encima de la utilizada en VMC. Si en unos minutos no se consigue la respuesta esperada, se sigue aumentando la PMVA hasta observar mejoría. En algunos casos es necesario aumentar hasta 5 o más cm de H₂O la PMVA de inicio. 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 también la sobredistensión pulmonar (NO sobrepasar los 9 espacios intercostales). La PMVA óptima, equivale a la mínima presión necesaria para obtener el máximo reclutamiento alveolar.

IV. Indicaciones de VAFO:

1. Hipertensión pulmonar Persistente Neonatal:

- Primaria
- Secundaria (SAM, Bronconeumonía)

Puede ser indicada ante el fracaso de VMC o uso de entrada en esta patología.

2. Escape aéreo severo: tales como los siguientes

Enfisema intersticial difuso y severo

Neumotórax con fístula (>12 hrs evolución)

Neumotórax asociado a neumoperitoneo o neumopericardio

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

3. Insuficiencia respiratoria grave con fracaso de la VMC

IO > 20 - 25 RNT

IO > 20 RNPT

Otras indicaciones:

No hay estudios que demuestren beneficios en la hipoplasia pulmonar, se debe intentar, ante el fracaso de la VMC.

Enfermedad Membrana Hialina: No se ha demostrado ventaja de VAF sobre VMC

V. Complicaciones de VAFO:

1. No hay mayor riesgo de HIV ni LPV bien utilizada
Evidencia tipo A

2. Necrosis traqueobronquial: esta complicación se observó en los inicios de la VAF por inadecuada humidificación. Hoy es raro se presente, con la tecnología disponible.

3. Atrapamiento aéreo: esta complicación es más frecuente en la alta frecuencia tipo jet o en la alta frecuencia por interrupción de flujo (espiración pasiva). Durante la ventilación de alta frecuencia oscilatoria es poco frecuente (espiración activa).

VI. Parámetros ventilatorios en 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 inicial de 2cm > a la de VMC, aumentando si es necesario para mejorar reclutamiento alveolar. Debe medir el grado de expansión pulmonar con RX de tórax seriada.

Evaluación de distensión pulmonar: con la radiografía de tórax

8-9 espacios intercostales(EI) es adecuado

Sobredistension Pulmonar: se visualizará lo siguiente:

- > 9 EI
- diafragmas planos
- silueta cardíaca estrecha

3. Frecuencia respiratoria (FR): en los VM Sensormedics, VN500, FABIAN se sugiere:

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

FR 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 CO₂, son los cambios en el VC a través del Delta P o amplitud, teniendo menos efectos en nivel de CO₂ 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 directamente proporcional al delta P.

$A > DP > VC$, por lo tanto $>$ eliminación de CO₂.

Iniciar amplitud que permita adecuada vibración torácica.

Rangos en gral en Sensor medics (lo mismo para VN 500, FABIAN) 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 VC, 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:

$$\downarrow \text{CO}_2 = f \times \text{VC}^2 \quad (f = \text{frecuencia} \quad \text{VC} = \text{volumen corriente})$$

5. Relación I:E

Se recomienda I:E = 1:2

Relación I:E en sensor medics equivale a 33%

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

VII. Recomendaciones generales en VAFO:

Setting inicial VAFO

1. FiO2 : según saturación

2. PMVA:

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

3. Amplitud o Delta P (DP):

Lo necesario que permita una vibración adecuada

En Sensor medics, VN 500 y FABIAN, inicial 20 -25 cm de H₂O, máx 50-60

En babylog 30-50 % inicial , ajustado según VT 1,5 -2 ml x k (máximo 80-100%).

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

5. Frecuencia: en Sensor medics, VN500, FABIAN

RNT	8 - 10 HZ
RN > 1500 g	10 - 12 HZ
RN 1000-1500 g	12 - 15 HZ
RN ≤ 1000 g	15 HZ

Frecuencia en Babylog

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

6. Solicitar 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: NO REALIZAR DE RUTINA.

Sólo se debe aspirar si es estrictamente necesario, dado desreclutamiento alveolar. Realizar si hay secreciones visibles o deterioro clínico considerable (donde deja de vibrar y hay alta sospecha de tubo tapado).

- Puede Aumentar PMVA transitoriamente 1 punto x 30 - 60 min, luego de aspirar y volver a valor anterior.

8. ¿ Cómo mejorar la oxigenación ?

- PMVA (↑)
- FIO2

9. ¿ Cómo mejorar ventilación (CO2) ? 3 posibilidades de cambios

1. DP o Amplitud: aumentar
2. PMVA : dependerá del hallazgo radiológico:
si a la RX de Tórax hay :
 - sobredistensión: se debe disminuir la PMVA
 - hipoventilación: se debe aumentar la PMVA
3. Frecuencia: reducirla

10. Control de gases seriados:

- Primero control 30-60 min post conexión
- Según clínica

- Inicialmente cada 12 hrs
- Luego cada 24 horas hasta su retiro

11. Recomendaciones para realizar weaning de VAFO:

a) Primero bajar FIO₂

b) Luego bajar PMVA:

- Iniciar descenso de PMVA si FIO₂ se mantiene en 0.4
- El descenso debe ser gradual
- Realizar descenso en 1 cm de H₂O cada 6 - 8 hrs, para evitar atelectasia por desreclutamiento.

c) DP

- Se debe ajustar desde el comienzo de VAFO, según niveles de CO₂ (hipercapnia permisiva)

DP mínimo en condiciones de retiro es aprox. 18 cm H₂O

d) Se puede evitar el paso a VMC y pasar directamente a ventilación no invasiva.

NCPAP o NIPPV, si se cumple lo siguiente:

FIO₂ ≤ 0.3

CO₂ 45 - 55 mm Hg

Si decide paso a VMC:

FiO₂ debería estar entre 0.3 - 0.4

El RN debe ser capaz de ser ventilado con PIM < 25 cm H₂O

e) Extubación:

Considerar la PMVA y FIO₂ según:

a) < 1000 g:

PMVA ≤ 7 cm H₂O y FIO₂ ≤ 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)

VIII. VAFO asociada a otra modalidad ventilatoria

La VAFO, se puede realizar asociada a volumen (VT hf: volumen corriente en alta frecuencia), que permita un reclutamiento alveolar adecuado, reduciendo el volu y barotrauma, en la medida que la distensibilidad pulmonar va cambiando. Para lo anterior, se debe fijar un volumen objetivo especial para VAFO, entre 1,5 - 2,5 ml x kilo. Se deja una amplitud limite entre 50-60 cm de H₂O, la cual variará, según câmbios en la distensibilidad pulmonar, para garantizar el volumen programado.

Bibliografía:

1. Abhrajit Ganguly. Volume Targeted Ventilation and High Frequency Ventilation as the Primary Modes of Respiratory Support for ELBW Babies: What Does the Evidence Say?. *Front Pediatric*. 2020 Feb 7;8:27.
2. J. He MY. Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi. Research advances in the methods for weaning from high-frequency oscillatory ventilation in neonates 2019 Dec;21(12):1234-1238.
3. Belteki. High-frequency oscillatory ventilation with volume guarantee: a single-centre experience. *Arch Dis Child*. 2019 Jul;104(4):F384-F389
4. Lee SM.. Effective Tidal Volume for Normocapnia in Very-Low-Birth-Weight Infants Using High-Frequency Oscillatory Ventilation. *Yonsei Med J*. 2018 Jan;59(1):101-106. doi: 10.3349/ymj.2018.59.1.101.
5. Sanchez Luna M. New Ventilator Strategies: High-Frequency Oscillatory Ventilation Combined with Volume Guarantee. *Am Journal Perinatology*. 2018 May;35(6):545-548. doi: 10.1055/s-0038-1637763. Epub 2018 Apr 25.
6. Enomoto M, Keszler M .Effect of Volume Guarantee in Preterm Infants on High-Frequency Oscillatory Ventilation: A Pilot Study. *Am J Perinatol*. 2017 Jan;34(1):26-30.
7. Ethawi YH, Davis PG. High frequency jet ventilation versus high frequency oscillatory ventilation for pulmonary dysfunction in preterm infants.. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 May 6;(5):CD010548
8. De Paoli. High frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for infants with severe pulmonary dysfunction born at or near term. *Cochrane Systematic Review - Intervention Version* published: 08 July 2009