

GUIA DE PROCEDIMIENTO DE VENTILACIÓN DE ALTA FRECUENCIA OSCILATORIA (VAFO)

I. FINALIDAD

Contribuir con la disminución de la morbimortalidad neonatal, brindando asistencia respiratoria con el modo de Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria, en los recién nacidos (RN) con insuficiencia respiratoria aguda, que lo requieran.

II. OBJETIVO

Uniformizar los procedimientos y conocer las características técnicas y operacionales antes del uso clínico en el RN con indicaciones de este modo ventilatorio.

III. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Instituto Nacional Materno Perinatal – Departamento de Neonatología - Servicio de Cuidados Intensivos

IV. NOMBRE DEL PROCESO O PROCEDIMIENTO A ESTANDARIZAR

Ventilación de Alta Frecuencia Oscilatoria (**VAFO**) con Código **CPMS 94002** Asistencia y manejo de ventilación, inicio de ventiladores de presión o de volumen predefinidos para respiración asistida o controlada; en paciente bajo observación/internamiento, día inicial.

V. DISPOSICIONES GENERALES

5.1. DEFINICIÓN

Es un método de ventilación que genera una ventilación alveolar utilizando volúmenes tidales iguales o inferiores al espacio muerto ($< 2.5 \text{ ml/kg}$) a frecuencia por encima de la fisiológica ($> 3 \text{ Hz/min}$ $\text{Hz} = 60 \text{ respiraciones/min}$) a un circuito que mantiene una presión continua de distensión sobre la vía aérea (MAP).

Método que consigue un efectivo cambio gaseoso (CO_2 y O_2) con menores presiones a nivel alveolar, mínimas variaciones en las presiones y en los volúmenes de ventilación, mantiene los pulmones con un volumen constante por encima de su capacidad funcional residual.

VI. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

6.1. CONCEPTO BÁSICO

En un circuito cerrado mantiene presión positiva continua, con bomba de pistón o una membrana vibrante integradas. Las oscilaciones desplazan la columna de gas del interior del circuito hacia el pulmón durante la inspiración creando presión positiva. Extraen el gas durante la espiración al crear presión negativa. Por esto la espiración es activa.

Intercambio gaseoso durante la ventilación de alta frecuencia

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

La VAFO es una técnica de ventilación mecánica no convencional de protección pulmonar basada en una estrategia con la utilización de volúmenes corrientes pequeños (1-2 ml/kg) y con Frecuencias respiratorias suprafisiológicas 3-15 Hz (180-900 resp/min) (1 Hz=1 resp/s).

6.2. RECURSOS

6.2.1. RECURSO HUMANO

Médico Pediatra Neonatólogo /Neonatólogo
Fisioterapeuta cardiorrespiratorio
Enfermera.

6.2.2. RECURSOS MATERIALES Y EQUIPOS

- Ventilador mecánico con modo ventilatorio de alta frecuencia con sensor de flujo externo conectado a la pieza en Y, coarrugados descartables o reusables.
- Monitor multiparámetro de 8 parametros.
- Sistema cerrado de aspiración de secreciones.
- Frasco de agua estéril de 1 litro.
- Fentanilo, morfina, vecuronio, midazolam.
- Dopamina, dobutamina, adrenalina.
- Sonda de aspiración intratraqueal Nº 5,6, 8
- Juego de circuito corrugado descartable para ventilador mecánico neonatal
- Sonda de aspiración endotraqueal 6 ,8 , 10
- Tubo endotraqueal 2. 5, 3.5 , 4 sin balón
- Protector cutáneo exametildisciloxano de 1mm
- Guantes quirúrgicos diferente tamaño
- Venda elástica para fijación de tubo endotraqueal
- Sensor de flujo descartable

6.3. INDICACIONES

- a. Fracaso de ventilación mecánica convencional:
 - i. Criterios gasométricos $pO_2 < 50$ mmHg y/o $pCO_2 > 50$ mmHg con $FiO_2 > 0.8$, con relación al nivel de PIP.
 - ii. Criterios de peso/PIP
 1. $PIP > 18$ cmH₂O en RN < 750 g.
 2. $PIP > 20$ cmH₂O en RN 750-999 g.
 3. $PIP > 25$ cmH₂O en RN 1000-1499 g
 4. $PIP > 28$ cmH₂O en RN > 1499 g.
- b. Escape aéreo grave.
 1. Enfisema pulmonar intersticial que necesite PIP superiores a los definidos como fracaso de VMC.
 2. En el enfisema difuso grave utilizar VAFO sin tener en cuenta los criterios de PIP máxima.
 3. Luego de la desaparición del EPI mantener VAFO por 24-48 horas.
 4. Neumotórax con fístula activa que lleve más de 12 horas con drenaje y aspiración negativa. VAFO previene la distorsión de la vía aérea, disminuyendo la fístula.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

- c. Hipertensión pulmonar persistente. Considerar Índice de Oxigenación (IO) >20
- d. Hernia diafragmática congénita. Que necesite PIP > 25 cmH₂O.
- e. Distensión abdominal. Con disminución de movilidad de diafragma: NEC, postoperatorio de gastrosquisis, onfalocele, hernia diafragmática congénita.
- f. Optimizar el aporte de óxido nítrico.
- g. Pacientes postcirugía cardiovascular con insuficiencia respiratoria
- h. Fístulas y escapes de la vía aérea superior: ej. fístula traqueoesofágica (pacientes, que no son candidatos para cirugía), fístula broncopleural.

El paciente debe encontrarse hemodinámicamente estable previo al inicio de la ventilación de alta frecuencia, habiéndolo manejado el cuadro de shock de acuerdo a su etiología.

6.4. CONTRAINDICACIONES

- Enfermedad de vía aérea asociado a atrapamiento de aire. VAFO puede acentuar el atrapamiento de aire.
- Shock.

6.5. PROCEDIMIENTO

6.5.1. PARÁMETROS INICIALES

- Frecuencia.
 - < 1000 g 9-10 Hz
 - Hasta 2000g 7-9 Hz
 - Hasta 3000g 5-7 Hz
- FiO₂. La misma que tenía en VMC.
- Amplitud. Entre 30-50% para conseguir un volumen tidal de alta frecuencia (V_{thf}) 1.5- 2.5 ml/kg. Delta P, iniciar con 15-20 cmH₂O por encima de la MAP programada. En ambos casos observar vibración del tórax hasta el ombligo, verificar que se alcanzó el V_{thf}.
- Volumen tidal de alta frecuencia. Se ajusta con la Amplitud o Delta P, debe estar entre 1.5-2.5 ml/kg.
- MAP. 1-2 cmH₂O sobre la MAP de VMC o la misma en caso de escape aéreo.

6.5.2. OXIGENACIÓN:

Se controla ajustando la FiO₂ y la MAP

- FiO₂ usar valor igual a la usada en VMC, ajustar según requerimiento.
- Presión media de vías aéreas (MAP). MAP óptima es la necesaria para superar la presión de cierre alveolar y reclute el mayor número de alvéolos, sin incrementar la resistencia vascular pulmonar (RVP) o disminuir el gasto cardiaco (GC). No esperar que cambios en el MAP produzcan cambios inmediatos en la oxigenación, esperar hasta 15 minutos para que haga efecto.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

- **Manejo práctico:**

Iniciar con MAP de 1-2 cmH₂O sobre la MAP de VMC (estrategia de alto volumen), si hay EPI usar presiones menores o igual a la MAP que se usaba.

Si no hay mejoría de la oxigenación aumentar de 1 a 2 cm H₂O hasta lograr un buen inflado pulmonar. En prematuros < 1000g se, puede llegar impresiones máximas de 15 cm H₂O. Aumentar MAP hasta alcanzar SpO₂ 88-93%.

Mantener el reclutamiento evitando las maniobras de aspiración desconexión del circuito. Uso de aspiración de circuito cerrado.

Con buena oxigenación se descenderá el FiO₂- y posteriormente la MAP. Descender el FiO₂ progresivamente a < 0.6 en las primeras 12 horas disminuir lentamente la MAP de 1 cmH₂O si es tolerada por el paciente. Al disminuir la MAP por debajo de 20 cmH₂O se puede: producir variaciones en el V_{thf}, si, esto ocurre aumentar la Amplitud o Delta P, MAP óptima: pO₂ adecuada con FiO₂ 0.3-0.4, radiografía de tórax con diafragma a nivel de la novena costilla y ausencia de compromiso cardiocirculatorio.

No disminuir la MAP mientras la FiO₂ sea > 0,30.

6.5.3. VENTILACIÓN:

El V_{thf} determina la ventilación, por lo tanto la concentración, de pCO₂. El volumen desplazado depende de la Amplitud o Delta P, influye menos la frecuencia y/o MAP.

- Amplitud o Delta P. Regula la diferencia entre la presión máxima y mínima de los ciclos, Se empleará la amplitud/delta P para conseguir un V_{thf} adecuado (1.5-2.5 ml/kg). También se puede ajustar observando la oscilación del tórax. Se debe utilizar la máxima frecuencia que permita el ventilador para obtener el V_{thf}. La eliminación del CO₂ es independiente de la MAP si el reclutamiento pulmonar es adecuado pero puede modificarse cuando se utilizan MAP bajas en fase de retiro de VAFO.
- Manejo práctico. Se ajusta la amplitud en incrementos de 10% o Delta P en incrementos de 4 cmH₂O sobre la MAP preestablecida hasta lograr la vibración del tórax, se debe lograr un V_{thf} de 1.5-2.5 ml/kg (el V_{thf} medido por el ventilador debe dividirse con el peso del RN).
- En <1 Kg si la pCO₂ es baja y la presión de amplitud es <20 cmH₂O, la frecuencia debe incrementarse, para disminuir el VM y permitir que la PCO₂ alcance valores normales.

6.5.4. ESTRATEGIAS

De alto volumen y alta presión. Estabilizado el paciente ajustar el V_{thf} para un pCO₂ entre 45-55 mmHg. Empezar a disminuir e FiO₂ antes que la MAP, excepto en los escapes aéreos en los que se dará preferencia al descenso de la MAP. Para aumentar la pO₂ incrementar la MAP si el reclutamiento es insuficiente o el FiO₂. Para disminuir el pCO₂, aumentar el V_{thf}

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

incrementando la Amplitud o Delta P, o disminuir la frecuencia respiratoria para mejorar el rendimiento del ventilador.

6.5.5. OJETIVOS GASOMETRICOS

- EG < 32 sem y/o P < 1500 g: pH 7.25 to 7.45.
 - PaO₂ 50 to 60mmHg.
 - PaCO₂ 40 to 55mmHg.
- EG > 32 sem y/o P > 1500 g: pH 7.30 to 7.45.
 - PaO₂ 50 to 70mmHg.
 - PaCO₂ 40 to 55mmHg
- PCO₂
 - Sangre capilar arterializada 40-55 mmHg
 - Sangre venosa 45-60 mmHg
- Monitoreo de la oxigenación por SpO₂ preductal : 90-95%

6.5.6. FRACASO DE VAFO

Puede ocurrir:

- MAP inadecuada.
- MAP excesiva.
- Alto IO y muy bajo a/AO₂.
- Periodo crítico de 2-6 horas.
- En el fracaso se observa incremento de pCO₂ y IO.

6.5.7. VAFO Y VOLUMEN GARANTE

- Util en el manejo de CO₂. Durante VAFO-VG se establece un V_{Thf} objetivo y el ventilador ajusta la AMPLITUD para aportar el V_{Thf}.
- Se fija un volumen objetivo inicial de 2 – 2.5 ml/kg. La amplitud máxima de 10 cmH₂O sobre el valor normal, lo que permite que el ventilador ajuste la amplitud hasta alcanzar el V_t objetivo. Realizar gasometría de inmediato para ajustar el V_t y obtener el valor ideal de CO₂. luego vigilar los gases cada 8 ó 12 horas.

6.5.8. RETIRO DE VAFO

Mejoría de los gases sanguíneos. Necesidad de disminuir la Amplitud o Delta P para mantener la pCO₂ (disminuir amplitud en 5% o Delta P 3-5 cmH₂O cada 15 minutos) y la reducción del FiO₂ son los primeros indicadores. La oxigenación y la pCO₂ permanecen en valores aceptables por 12 horas. Reducir FiO₂ primero hasta 0.6 y luego gradualmente la MAP de 1-2 cm H₂O en 1-4 horas. Al llegar a 10-12 cmH₂O disminuir el FiO₂ hasta 0.4. Extubar o pasar a ventilación convencional si:

FiO₂ entre 0-3-G.4 y MAP menor o igual de 8 cmH₂O.

Pasar a CPAP o SIMV.

La frecuencia respiratoria no se disminuye como estrategia de destete.

6.5.9. VIGILANCIA DURANTE VAFO

- a. Parámetros de ventilación.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

- b. Gases sanguíneos. Los cambios de los parámetros se reflejan en los gases sanguíneos a los 30 minutos. Gases sanguíneos a los 30 minutos de ingresar a VAFO, cada 20-30 minutos hasta alcanzar los objetivos gasométricos. Luego cada 4 horas por 24 horas, cada 6 horas hasta las 72 horas, luego diario hasta la extubación.
- c. Presión arterial, frecuencia cardíaca. Existe riesgo de disminuir el gasto cardíaco si hay MAP excesiva y se produce sobre distensión alveolar o la situación previa es de hipovolemia. En caso de hipovolemia corregir según sea el caso con volumen (solución salina 10 ml/kg en 20 minutos) y/o con inotrópicos.
- d. PVC si es posible.
- e. Llenado capilar.
- f. Diuresis horaria.
- g. Radiografía de tórax. Debe tomarse una radiografía previa al ingreso a VAFO: Se toma la siguiente cuando los gases sanguíneos están estables, generalmente entre 30-60 minutos. El nivel del diafragma derecho (parte más alta) debe estar situado entre la parte inferior de la 8va costilla y no debajo de la 9na costilla. Se repite la radiografía cada 4-6 horas hasta cumplir las 24 horas en VAFO, luego una diaria.
- h. Función pulmonar.
- i. Se recomienda el monitoreo transcutáneo de la pCO₂

6.6. COMPLICACIONES

- a. Irritabilidad al inicio del VAFO o lucha con el ventilador, está indicada la sedoanalgesia (fentanilo, morfina), en casos de RNT con hipertensión pulmonar persistente puede ser necesario el uso de relajantes musculares.
- b. Secreciones. No deben obstruir las vías aéreas pequeñas cantidades de secreciones; afectan la eficacia de VAFO, se observa disminución del Vthf: El paciente debe ser aspirado con sistema de aspiración cerrada. Afecta el aclaramiento de moco del pulmón, puede observarse movilización de secreciones 24 - 48 horas: después de la VAFO.
- c. Hemodinámicos: leve reducción de la frecuencia cardíaca debido al aumento de la actividad vagal. Alto MAP compromete el retorno venoso y puede llevar a un aumento de la RVP. A veces puede observarse edema periférico.
- d. Hemorragia intracraneal: Si el VAFO es establecida precozmente no se observa esta complicación.
- e. Hiperinflación ocurre en enfermedades obstructivas bronquiales.
- f. Traqueo bronquitis necrotizante ocurre por inadecuada humidificación y excesiva MAP.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Martín-Torres y col. Ventilación de alta frecuencia. *An Pediatr (Bare)* 2003; 59(2): 155-180.
2. Keszler M. Asistencia respiratoria mecánica de alta frecuencia: práctica basada en la evidencia e indicaciones clínicas específicas. *NeoReview*.
3. Tingay D G y col. The deflation limb of the pressure-volume relationship in infants during high-frequency ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006, 173: 414-420.
4. Pellicano A y col. Comparison of four methods of lung volume recruitment during high frequency oscillatory ventilation. *Intensive Care Med* 2009 (35): 1990-1998.
5. Bradley A y col. High-frequency oscillatory ventilation: Effects on lung function, mechanics, and airway cytoquines in the immature baboon model for neonatal chronic lung disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000 (162): 1867-1876.
6. Dominguez F. Ventilación de alta frecuencia en neonatología: a quiénes y cómo ventilar. *Rev Cubana Pediatr* 2005, 77(2).
7. Sturtz W y col. Assessment of neonatal ventilation during high-frequency oscillatory : ventilation. *Pediatr Crit Care Med* 2008; 9: 101-104.
8. Donn S, Sinha S. Manual de asistencia respiratoria en Neonatología. 2da Edición. Bs As Journal. 2008.
9. Morgan Meyers, , Nathan Rodrigues, , Arzu Ari. High-frequency oscillatory ventilation: A narrative review. *Can J Respir Ther* 2019;55:40–46
10. Sherry E. Courtney and David J. Durand. HFOV in Neonates. *Pediatric and Neonatal Mechanical Ventilation* pag 645-651
11. Batey N, Bustani P, Neonatal high-frequency oscillatory ventilation, *Paediatrics and Child Health*, <https://doi.org/10.1016/j.paed.2020.01.006>
12. N González-Pacheco, M Sánchez-Luna, C Ramos-Navarro, N Navarro-Patiño and AR-S de la Blanca. Using very high frequencies with very low lung volumes during high-frequency oscillatory ventilation to protect the immature lung. A pilot study. *Journal of Perinatology* (2016), 1–5
13. Henderson-Smart DJ, De Paoli AG, Clark RH, Bhuta T. High frequency oscillatory ventilation versus conventional ventilation for infants with severe pulmonary dysfunction born at or near term (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 3
14. Filip Cools, Lisa M Askie, Martin Off ringa, Jeanette M Asselin, Sandra A Calvert, Sherry E Courtney, Carlo Dani, David J Durand, Dale R Gerstmann, David J Henderson-Smart, Neil Marlow, Janet L Peacock, J Jane Pillow, Roger F Soll, Ulrich H Thome, Patrick Truff ert, Michael D. Schreiber, Patrick Van Reempts, Valentina Vendettuoli, Giovanni Vento, on behalf of the PreVILIG collaboration. Elective high-frequency oscillatory versus conventional ventilation in preterm infants: a systematic review and meta-analysis of individual patients' data. *www.thelancet.com* Vol 375 June 12, 2010.
15. Cochrane Review Update. Elective High-Frequency Oscillatory Ventilation versus Conventional Ventilation for Acute Pulmonary Dysfunction in Preterm Infants. *Neonatology* 2013;103:7–9