



AGÈNCIA  
VALENCIANA  
DE SALUT

# Modos ventilatorios. Ventiladores. Interfases. Tubuladuras. Válvulas

Taller VNI. Congreso SEMI. Sitges Noviembre 2007

Dr. José Manuel Carratalá Perales

# Objetivos

- ⦿ Conocer los fundamentos fisiopatológicos, indicaciones y beneficios de los distintos modos usados en el tratamiento del fallo respiratorio agudo con VNI
- ⦿ Manejo básico de los diferentes dispositivos empleados en VNI (mecánicos y no mecánicos) empleados en situaciones de emergencia

# Modos Ventilatorios

- ◎ **CPAP** (*Continous Positive Airway Pressure*)
- ◎ **BiPAP®** (*Bilevel Positive Airway Pressure*)
- ◎ **PSV/NIPSV** (*Pressure Support Ventilation*)
- ◎ **PAV** (*Ventilación asistida proporcional*)
- ◎ ...

# Modo CPAP

- ⦿ Se **define** como un modo ventilatorio espontáneo continuo (en inspiración y espiración), aplicado mediante sistemas de presión positiva, mecánicos y no mecánicos
- ⦿ Per **se no** es un modo ventilatorio
- ⦿ **No confundir con:**
  - **EPAP** (sólo presión positiva en espiración)
  - **PEEP** (presión positiva al final de la espiración en ventilación mecánica)
  - **EPAP** sería la PEEP en VNI

# Modo CPAP

- Manejo **dos tipos** de **parámetros** fundamentales:
  - **Presión (CPAP)**
  - **Flujo**
  - Otros: oxígeno/aire medicinal adicional, sistemas de humidificación.

# Efectos sobre la oxigenación

- ⦿ Corrige la hipoxemia
- ⦿ Aumenta la presión media en vía aérea
- ⦿ Reduce el trabajo respiratorio (ayuda a musculatura pulmonar), mejora el patrón ventilatorio y la fatiga muscular
- ⦿ Recluta áreas colapsadas del pulmón al aumentar la CRF y reducir el *shunt* alveolo-capilar (apertura de alveolos) al final de la espiración, aumentando el número de alveolos disponibles/eficaces
- ⦿ Mejora la *compliance* y la relación ventilación/perfusión

# Efectos Hemodinámicos

- ⦿ Aumenta la presión intratorácica y pleural, reduciendo el retorno venoso
- ⦿ Reduce la pre y postcarga en los dos ventrículos
- ⦿ Reduce el Gasto Cardíaco en corazones sanos y lo aumenta en aquellos con fallo cardíaco agudo sistólico (EAP o Hipertensivo) al disminuir la postcarga de VI
- ⦿ Disminuye la presión arterial

# Indicaciones

“El uso de VNI en modo CPAP en el fallo cardiaco agudo por Edema Agudo de Pulmón o hipertensivo junto con el tratamiento farmacológico, reduce el número de intubaciones orotraqueales, sus complicaciones, el número de ingresos y estancia UCI, así como la mortalidad intrahospitalaria”

- ⊙ Crane SD, Elliott MW, Gilligan P, Richards K, Gray AJ. **Randomized controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel noninvasive ventilation and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary edema.** Emerg Med J 2004;21:155-61.
- ⊙ Park M, Sangean MC, Volpe MS, Feltrim MI, Nozawa E, Leite PF, et al . **Randomized prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure and bilevel positive Airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema.** Crit Care Med 2004;2407-15.
- ⊙ Hoffmann B, Welte T. **The use of noninvasive pressure support ventilation for severe respiratory insufficiency due to pulmonary edema.** Intensive Care Med 1999;25:15-20
- ⊙ Nava S, Carbone G, DiBattista N, Bellone A, Baiardi P, Cosentini R, et al . **Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: A multicenter, randomized trial.** Am J Respir Crit Care Med 2003;168:1432-7.
- ⊙ Chadda K, Annane D, Hart N, Gajdos P, Raphael JC, Lofaso F. **Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiac pulmonary edema.** Crit Care Med 2002;30:2457-61.
- ⊙ Mehta S, Hill NS. **Noninvasive Ventilation.** Am J Respir Crit Care Med 2001;163:540-77.
- ⊙ Brochard L, Mancebo J, Elliot MW. **Noninvasive ventilation for acute respiratory failure.** Eur Respir J 2002;19:712-21.
- ⊙ João C Winck , Luis F Azevedo, Altamiro Costa-Pereira , Massimo Antonelli and Jeremy C Wyatt **Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – a systematic review and meta analysis** Critical Care 2006, 10:R69
- ⊙ Masip J, Roque M, Sanchez B, Fernandez R, Subirana M, Exposito JA: **Noninvasive Ventilation in Acute Cardiogenic Pulmonary Edema-Systematic Review and Meta-analysis.** JAMA 2005, 294:3124-30.

# Indicaciones

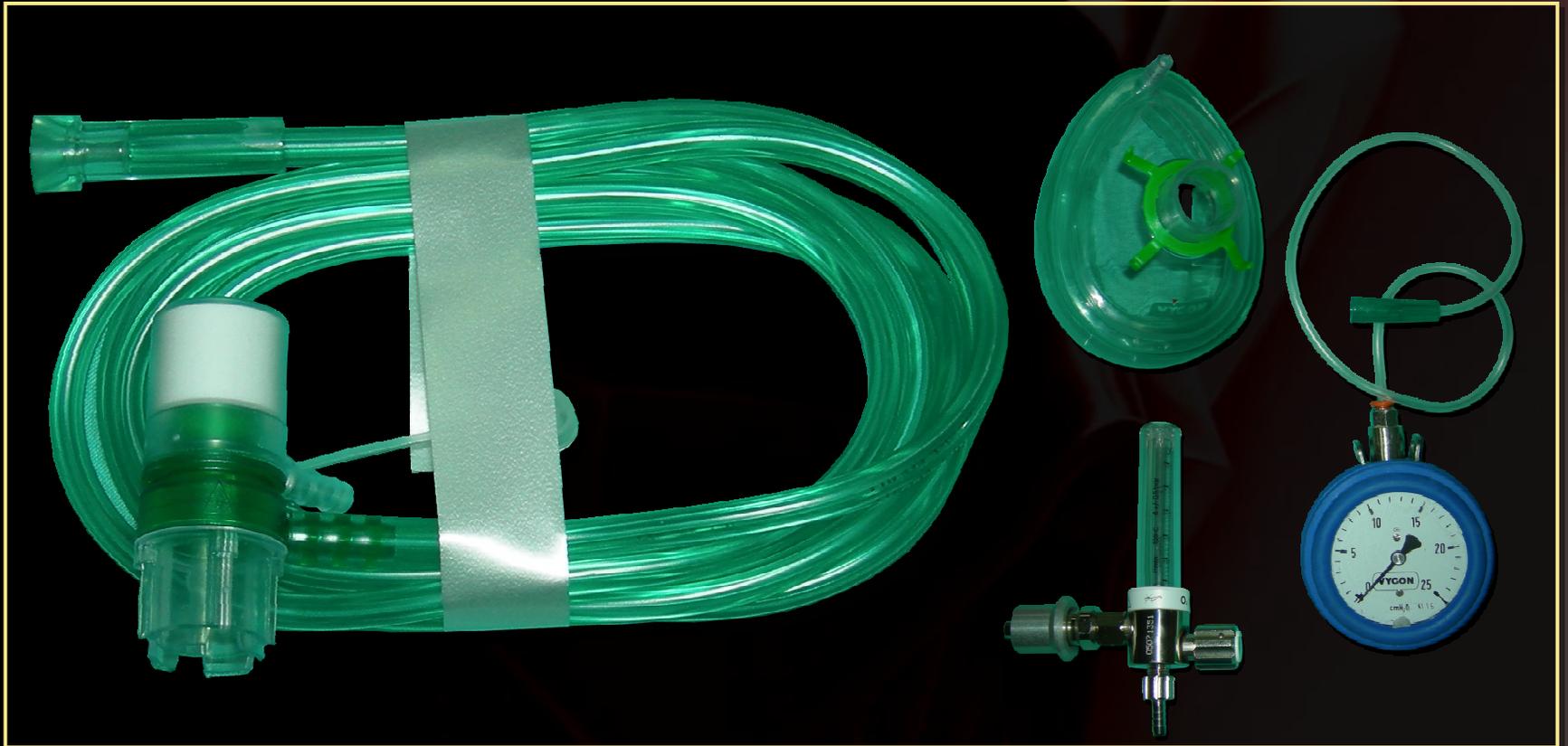
“Recomendación IIa ,con nivel de evidencia evidencia A en la Guía de la Sociedad Europea de Cardiología para el tratamiento del fallo cardiaco agudo por EAP o hipertensivo”. En caso de fracaso del modo CPAP, o de entrada si se asocia hipercapnia/acidosis respiratoria, utilizaremos la ventilación no invasiva con presión de soporte (NIPSV)

- Nieminen MS, Bohm M, Cowie MR, Drexler H, Filippatos GS, Jondeau G, Hasin Y, Lopez-Sendon J, Mebazaa A: **Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure: the Task Force on Acute Heart Failure of the European Society of Cardiology**. Eur Heart J 2005, 26:384-416.

# Por tanto

- CON HIPOXEMIA : Fallo cardiaco agudo por EAP o hipertensivo) →

## CPAP



# Otras Indicaciones

## ◎ **Neumonía con fracaso respiratorio agudo hipoxémico (tanto en inmunodeprimidos como en inmunocompetente)**

- Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Gbikpi-Benissan G et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever and acute respiratory failure. *N Eng J Med* 2001;344:481-7
- Confalonieri M, Potena A, Carbone G, Porta RD, Tolley EA, Umberto MG, et al. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia: A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am Respir Crit Care Med* 1999;160:1585
- Auriant I, Jallot A, Herve P. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure in AIDS patients with *Pneumocystis carinii* pneumonia. *Intensive Care Med* 2002;29:519-25

## ◎ **S.D.R.A. de cualquier origen**

- Han F, Jiang YY, Zheng JH, Gao ZC, He QY. Noninvasive positive pressure ventilation treatment for acute respiratory failure in SARS. *Sleep Breath* 2004;8:97-106

## ◎ **Trauma torácico sin sospecha de Neumotórax**

- Xirouchaki N, Kondoudaki F, Anastasaki M, Alexopoulou C, Koumiotaki S, Georgopoulos D. Noninvasive bilevel positive pressure ventilation in patients with blunt thoracic trauma. *Respiration* 2005;72:517-22

## ◎ **Intoxicaciones Agudas por Gases Tóxicos (CO, Incendios...) , semiahogados.**

# Otras Indicaciones

- ◎ **El fallo respiratorio hipoxémico en el enfermo no intubable**
  - Levy M, Tanios MA, Nelson D, Short K, Senechia A, Vespia J, et al. **Outcomes of patients with do-not-intubate orders treated with noninvasive ventilation.** Crit Care Med 2004;32:2002-7
- ◎ **Fracaso respiratorio agudo post-cirugía (evitar reintubación), facilitar “destete”**
  - Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, Bauer TT, Gonzalez G, et al. **Noninvasive ventilation during persistent weaning failure.** Am J Respir Crit Care Med 2003;168:70-6
- ◎ **Fracaso respiratorio agudo hipoxémico en inmunodeprimidos**
  - Antonelli M, Conti G, Bui M, Costa MG, Lappa A, Rocco M, et al. **Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: A randomized trial.** JAMA 2000;283:235-41
- ◎ **Fallo respiratorio agudo en enfermo en situación paliativa**

## Modo BiPAP

- ⦿ Modo de asistencia ventilatoria no invasiva, donde el ventilador potencia la inspiración iniciada por el paciente (como la CPAP, pero con ayuda inspiratoria)
- ⦿ La ayuda inspiratoria se inicia al activar el paciente la señal (*trigger*) de inicio de presión inspiratoria, propia del ventilador (predeterminada o con posibilidad de programación)
- ⦿ Esta ayuda descarga el trabajo de la musculatura respiratoria
- ⦿ El ventilador controla la FR si ésta disminuye por debajo de un límite preestablecido

# Modo Presión de Soporte (NISPV)

- ⦿ Método de ventilación limitada por presión y ciclada por flujo, cada inspiración es iniciada por el paciente (espontánea) venciendo el nivel de *trigger* (gatillo) establecido
- ⦿ El paciente “maneja” la FR
- ⦿ La presión de soporte es igual a la diferencia entre IPAP y EPAP
- ⦿ La diferencia cero ventilamos en modo CPAP
- ⦿ Cuando la EPAP es cero, ventilamos en PSV en su forma pura

# ¿Qué debemos conocer y pautar al ventilar con doble presión?

- **IPAP**: Se recomienda comenzar con 10 cmH<sub>2</sub>O , y progresar de 2 en 2 (con una media de 12-16 como valor más empleado y hasta 20 cm de H<sub>2</sub>O).
- **EPAP**: Se recomienda iniciar con 4 cmH<sub>2</sub>O de EPAP , aumentando hasta 5-6 cm, como valores más frecuentemente usados.
- **Volumen Corriente o Tidal Volumen**: Se recomienda que sea alrededor de 7- 10 ml/Kg, en función de tolerancia y respuesta gasométrica, fugas, características clínicas del paciente. El mayor porcentaje de pacientes alcanzan volúmenes corrientes de 400-600 mL cuando están correctamente adaptados

# ¿Qué debemos conocer y pautar al ventilar con doble presión?

- **Frecuencia respiratoria**: La filosofía es conseguir el descanso de la musculatura respiratoria, adelantándonos a su impulso ventilatorio, por tanto, programaremos una FR de seguridad entre 10-15 rpm
- **FiO<sub>2</sub>**: Iniciar con FiO<sub>2</sub> de 0.35-0.45 (35-45%) e ir progresando con la filosofía de obtener SatO<sub>2</sub>>90% y reposo ventilatorio
- **Relación Inspiración/Espiración**: Cuánto tiempo dedicamos a la inspiración y espiración en cada ciclo ventilatorio. En un paciente Obstrutivo se recomienda prolongar el tiempo espiratorio hasta valores de 1:2 ó 1:3.
- **Trigger o sensibilidad**: Función básica para el respirador efectivo. Una regulación correcta del Trigger, sería aquella que consiguiera que el respirador activara la inspiración ante el más mínimo esfuerzo del paciente

# ¿Qué debemos conocer y pautar al ventilar con doble presión?

- ⦿ **Alarmas:** En VMNI, se recomienda trabajar con umbrales altos de disparo
- ⦿ **Rampa Inspiratoria o *Rise-Time*:** Se usa para modificar el tiempo en alcanzar la presión pico inspiratoria programada, a menor tiempo mayor es el flujo generado. Se programa 0.05 - 0.1 seg en el enfermo agudo y controlar
- ⦿ **Volumen de Fuga:** La filosofía es intentar el mínimo, lo cual significa correcta sincronía ventilador-paciente. Valores aceptables son de hasta 2 veces el volumen minuto al inicio de la ventilación

# Indicaciones

“El uso de ventilación no invasiva con presión de soporte (NIPSV), en el fallo respiratorio agudo hipoxémico e hipercápnico por EPOC exacerbado, disminuye la necesidad de IOT, sus complicaciones, el tiempo de estancia en unidades de cuidados intensivos y hospitalaria global, así como la mortalidad a corto plazo”

- ⦿ Nicholas S. Hill. Respiratory Care. 2004
- ⦿ Squadrone E, Frigerio P, Fogliati C, Gregoretti C, Conti G, Antonelli M, et al. **Noninvasive versus invasive ventilation in COPD patients with severe acute respiratory failure deemed to require ventilatory assistance.** Intensive Care Med 2004;30:1303-10.

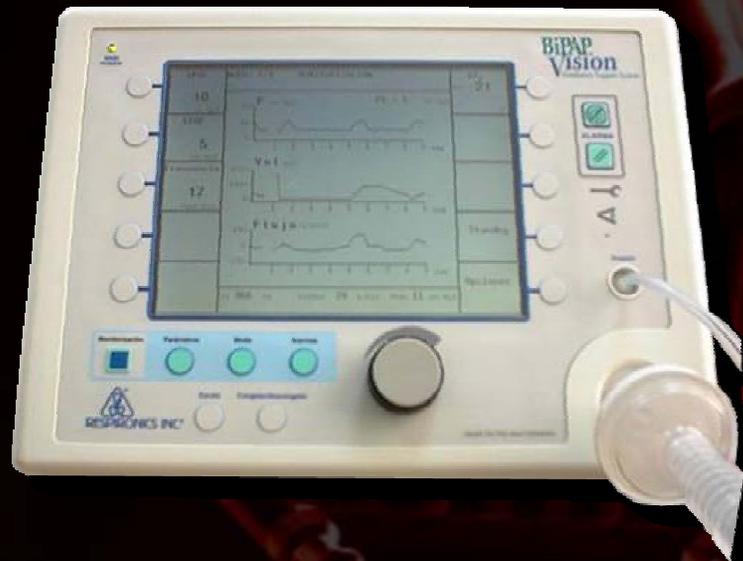
# Indicaciones

"The use of NPPV for COPD-exacerbation patients is now considered a standard of care"

- ◉ Dean R Hess. **The Evidence for Noninvasive Positive-Pressure Ventilation in the Care of Patients in Acute Respiratory Failure:A Systematic Review of the Literature.** RESPIRATORY CARE. JULY 2004 VOL
- ◉ M.W. Elliott. **Noninvasive ventilation in acute exacerbations of COPD.** Eur Respir Rev 2005; 14: 94, 39–42
- ◉ Plant PK, Owen JL, Parrott S, Elliott MW. **Cost effectiveness of ward based NIV for acute exacerbations of COPD: Economic analysis a randomized controlled trial.** BMJ 2003;326:956

# Indicaciones

- El modo de ventilación tipo NIPSV/BiPAP está indicado en el fallo agudo hipoxémico/hipercápnico ( $\text{PaCO}_2 > 35\text{mmHg}$ ) con acidosis respiratoria (mejor respuesta cuando el pH se encuentra entre 7,20–7,30) asociada, con un nivel de evidencia I y recomendación A en la EPOC exacerbada



# Resumen

- Noninvasive ventilation for various types of acute respiratory failure (ARF): Evidence for efficacy and strength of recommendation

*From:* Hill: Crit Care Med, Volume 35(10).October 2007.2402-2407

**Table 1.** Noninvasive ventilation for various types of acute respiratory failure (ARF): Evidence for efficacy and strength of recommendation

Type of ARF	Level of Evidence <sup>a</sup>	Strength of Recommendation <sup>b</sup>
Hypercapnic respiratory failure		
COPD exacerbation	A	Recommended
Asthma	C	Option
Facilitation of extubation (COPD)	A	Guideline
Hypoxemic respiratory failure		
Cardiogenic pulmonary edema	A	Recommended
Pneumonia	C	Option
ALI/ARDS	C	Option
Immunocompromised	A	Recommended
Postoperative respiratory failure	B	Guideline
Extubation failure	C	Guideline
Do not intubate status	C	Guideline
Preintubation oxygenation	B	Option
Facilitation of bronchoscopy	B	Guideline

COPD, chronic obstructive pulmonary disease; ALI, acute lung injury; ARDS, acute respiratory distress syndrome.

<sup>a</sup>A, multiple randomized controlled trials and meta-analyses; B, more than one randomized, controlled trial, case control series, or cohort studies; C, case series or conflicting data; <sup>b</sup> recommended, first choice for ventilatory support in selected patients; Guideline, can be used in appropriate patients but careful monitoring advised; Option, suitable for a very carefully selected and monitored minority of patients.

# TIPOS DE VENTILADORES



# Tipos de Ventiladores

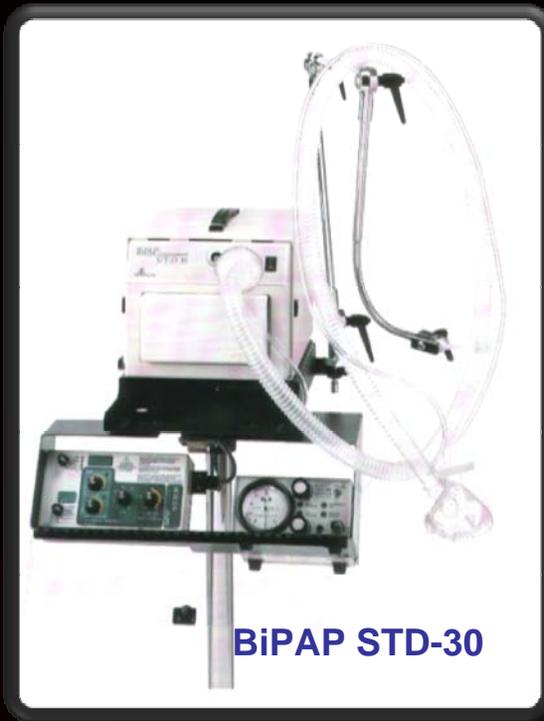
- ⦿ Pueden usarse desde los ventiladores clásicos de intensivos, hasta los ventiladores portátiles diseñados específicamente para no invasiva. Sencillos pero de elevado rendimiento
- ⦿ Lo que hace a la ventilación no invasiva es la **INTERFASE**
- ⦿ **Clasificación clásica:** Ventiladores limitados por **volumen** y ventiladores limitados **por presión**

# Ventiladores Volumétricos

- ⦿ Se programa un volumen para ser administrado en cada ciclo ventilatorio (independientemente de la presión que se alcance en la vía aérea)
- ⦿ Son caros
- ⦿ De manejo complicado
- ⦿ Usados en ventilación domiciliaria en enfermos crónicos
- ⦿ No son los más usados en VNI

# Ventiladores limitados por Presión

- ⦿ Ideales para VNI
- ⦿ Generan un flujo continuo a través de una turbina, que toma el aire del medio ambiente para generar las presiones inspiratorias y espiratorias (IPAP y EPAP)
- ⦿ Su principal ventaja y característica es la de compensar las fugas que genera el sistema
- ⦿ Son de bajo coste, transportables, de tamaño adecuado y los de última generación con autonomía de hasta 60 m



# Características del Ventilador Ideal

- ⦿ Ligero y económico
- ⦿ *Trigger* de alta sensibilidad
- ⦿ Proporcionar rápidamente la presión y flujo predeterminados
- ⦿ Ciclado a espiración por tiempo (<fugas)
- ⦿ Capaces de adaptarse a la FR del enfermo, tanto en taquipnea como al asegurar un número determinado de ciclos respiratorios si el enfermo no dispara la inspiración
- ⦿ Capacidad de compensar las fugas
- ⦿ Incorporar un sistema de alarmas
- ⦿ Incorporar toma para Oxígeno y aire medicinal
- ⦿ Disminuir el trabajo respiratorio, alcanzando el confort del paciente (sincronía paciente-respirador)

# Dispositivos no mecánicos. CPAP.

- ⦿ Modo ventilatorio espontáneo mediante la cual el paciente respira con presión positiva continua y constante no mecánica
- ⦿ Dos elementos fundamentales: generador de alto flujo y válvula “conversora” de flujo en presión positiva
- ⦿ Existen dos formas de “aplicar” CPAP en la vía aérea:
  - Sistemas de flujo a demanda
  - Sistemas de flujo continuo

# Dispositivos no mecánicos. CPAP.

- ◎ **Sistemas de Flujo a Demanda:** los que contienen los respiradores mecánicos tradicionales de intensivos
- ◎ **Sistemas de Flujo Continuo:** son los usados en ventilación no invasiva
  - CPAP CF-800 Drager®
  - Caradyne WhisperFlow®
  - CPAP Boussignac - Vygon®

# Tipos de Interfases

**Darth  
Total  
Mask**



# Tipos de Interfase

- ⦿ La interfase es lo que "hace" a la ventilación no invasiva
- ⦿ Un mismo paciente puede necesitar una interfase diferente según la evolución de la enfermedad
- ⦿ La correcta elección y colocación es básica para el éxito de la técnica
- ⦿ Nunca olvidar la aplicación de sistemas de protección en los puntos de apoyo, que complementan los de almohadillado propios de cada mascarilla
- ⦿ El entrenamiento del personal que aplica la técnica , es fundamental para disminuir el número de intolerancia/fracaso

# Iterfase "Ideal"

- ⦿ Poco traumática para la piel
- ⦿ Material no alergénico (no látex)
- ⦿ No deformable
- ⦿ Pocas resistencias al flujo
- ⦿ Fácil de colocar y retirar (conexión y desconexión fácil del arnés)
- ⦿ Escasas fugas, poco espacio muerto
- ⦿ Tolerabilidad para altos flujos-presiones
- ⦿ Portadora de válvula *antiasfixia*
- ⦿ Válvula *antirebreathing*
- ⦿ Conexiones para suplemento de O<sub>2</sub>, medición de presiones
- ⦿ Económica (posibilidad reutilizar)
- ⦿ Diferentes tamaños
- ⦿ Posibilidad de interacción con el medio, uso de sistemas de nutrición (sistemas tipo casco)

# Tipos de Interfase

## MASCARILLA NASAL

- ⦿ Uso en ventilación crónica domiciliaria, intolerancia a otras, paso intermedio hacia la retirada de la VNI.
- ⦿ Confortable, poco espacio de contacto, escaso espacio muerto, permite comunicación, aspiración de secreciones, vómito
- ⦿ Pero limitada para el enfermo agudo por las fugas orales



# Tipos de Interfase

## MASCARILLA NASO-BUCALES O FACIALES

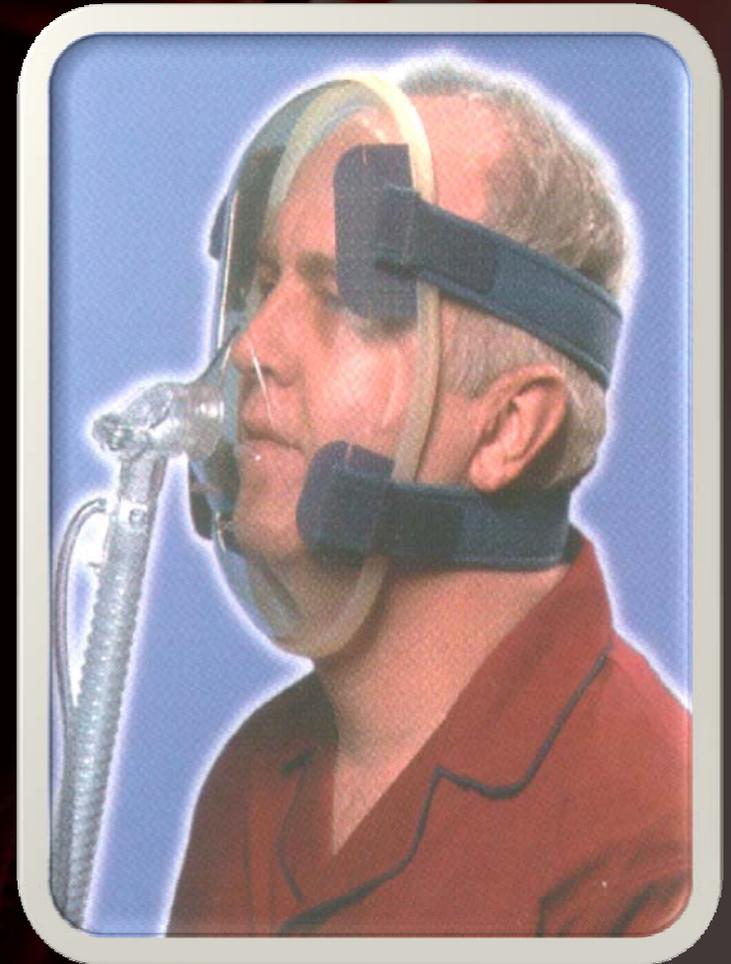
- Las más usadas en VNI en enfermos agudos
- Solución al problema de las fugas orales
- Más claustrofobia, mas espacio muerto que la nasal, mayor riesgo de aspiración (vómitos, secreciones), mayor posibilidad de fugas periinterfase, imposible nutrición
- Mayor % de complicaciones locales : eritema  
ulceras cutáneas nasales/conjuntivitis
- Obligada la existencia de válvula anti-asfixia y anti-rebreathing



# Tipos de Interfase

## MÁSCARA FACIAL TOTAL

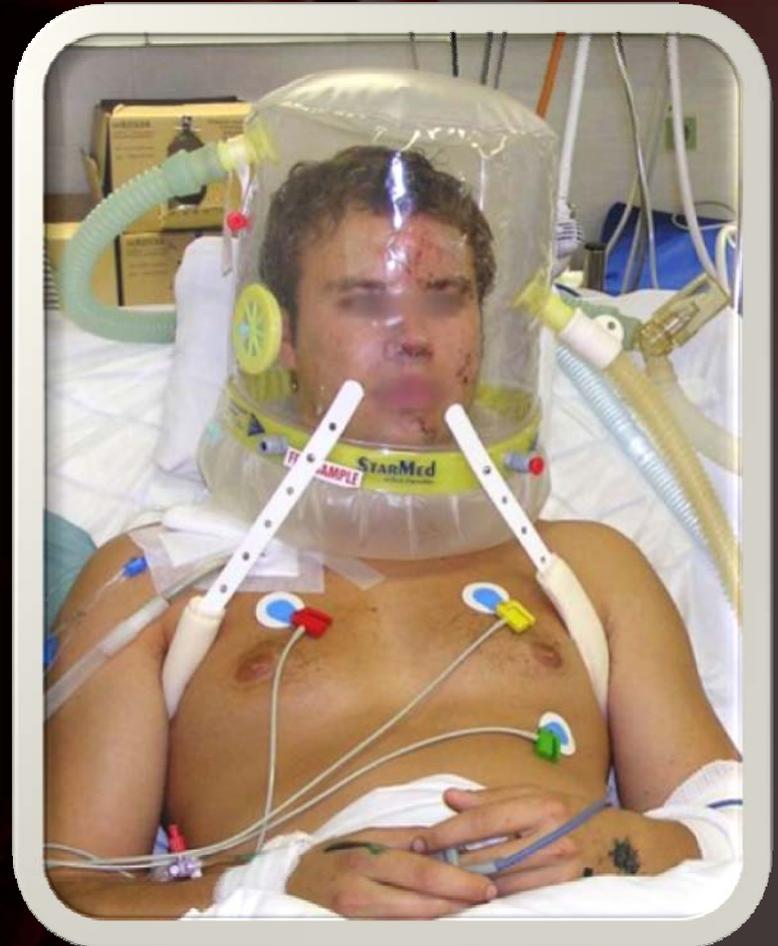
- ⦿ Diseñada para combatir el problema de la tolerancia/claustrofobia, úlceras cutáneas
- ⦿ Minimiza el problema de las fugas
- ⦿ Problemas : el espacio muerto favoreciendo el rebreathing y la asincronía, riesgo de bronco-aspiración y aspiración si vomita
- ⦿ A pesar de su diseño, genera menos claustrofobia y mayor tolerancia



# Tipos de Interfase

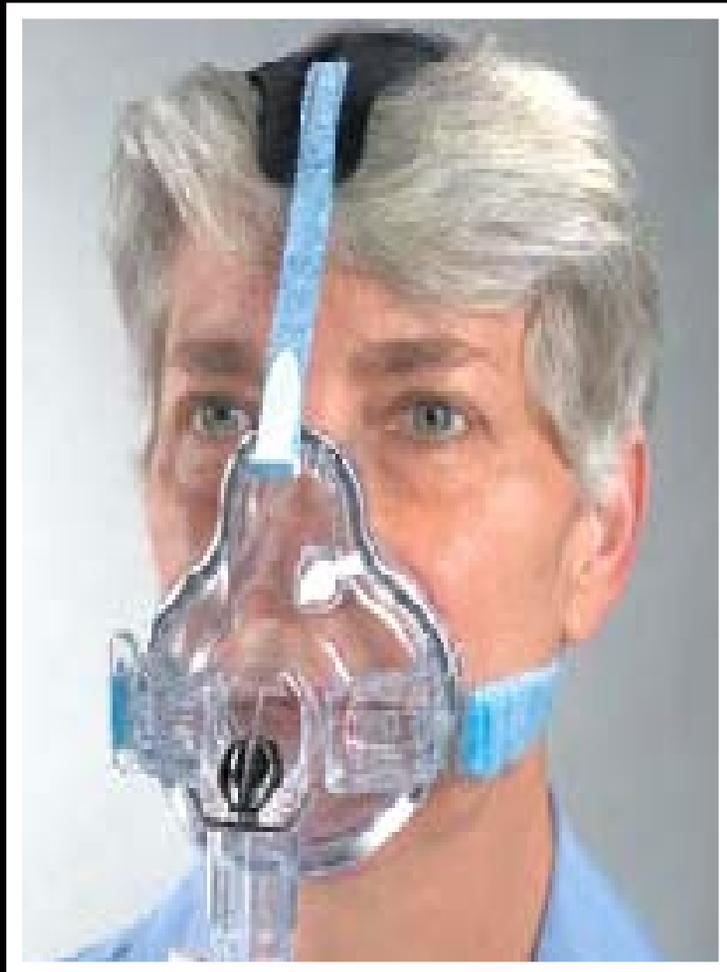
## INTERFASE TIPO "CASCO" O HELMET

- ⦿ Casco transparente de PVC
- ⦿ Sin contacto con piel de la cara
- ⦿ Diseñado para el tratamiento de fallo respiratorio agudo hipoxémico con CPAP
- ⦿ Ventajas: menor complicaciones locales, interacción paciente/medio, alimentación por SNG, minimiza las fugas
- ⦿ Problemas: elevado espacio muerto, elevada temperatura, ruido, claustrofobia, asincronía



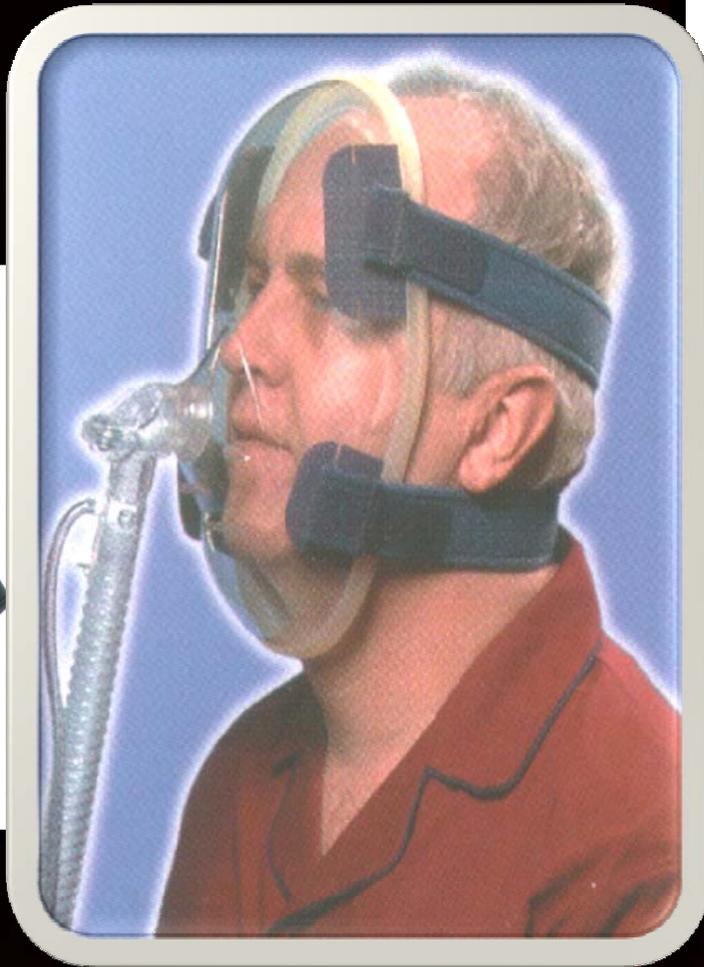
## Mascarillas Nasales





## Mascarillas Faciales





**Mascarilla Total**



**Casco  
Helmet**

# Tubuladuras

- ⦿ De doble rama (ventiladores de UCI)
- ⦿ Rama única: ventiladores de no invasiva
- ⦿ Funcion inspiratoria y espiratoria
- ⦿ Obligada la existencia de orificio espiratorio ( lo más frecuente , integrado en la mascarilla y lo más cercana al paciente
- ⦿ Minimizar el fenómeno de reinhalación o *rebreathing*

# Válvulas

- ⦿ La mayoría de interfase diseñadas para VNI poseen una **válvula de seguridad** que cierra el circuito, abriendo una salida para permitir al paciente respirar aire ambiente, cuando se produce un corte de flujo
- ⦿ Sólo son útiles para los sistemas de flujo continuo
- ⦿ **Válvula Deep Plateau**: diseñada para evitar el fenómeno de rebreathing y permitir el "lavado" más intenso de carbónico
- ⦿ Útiles en fallos agudos hipoxémico-hipercápnicos

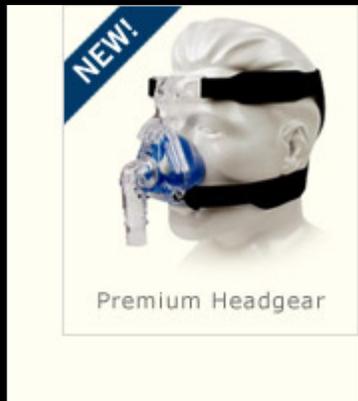
# Arnés

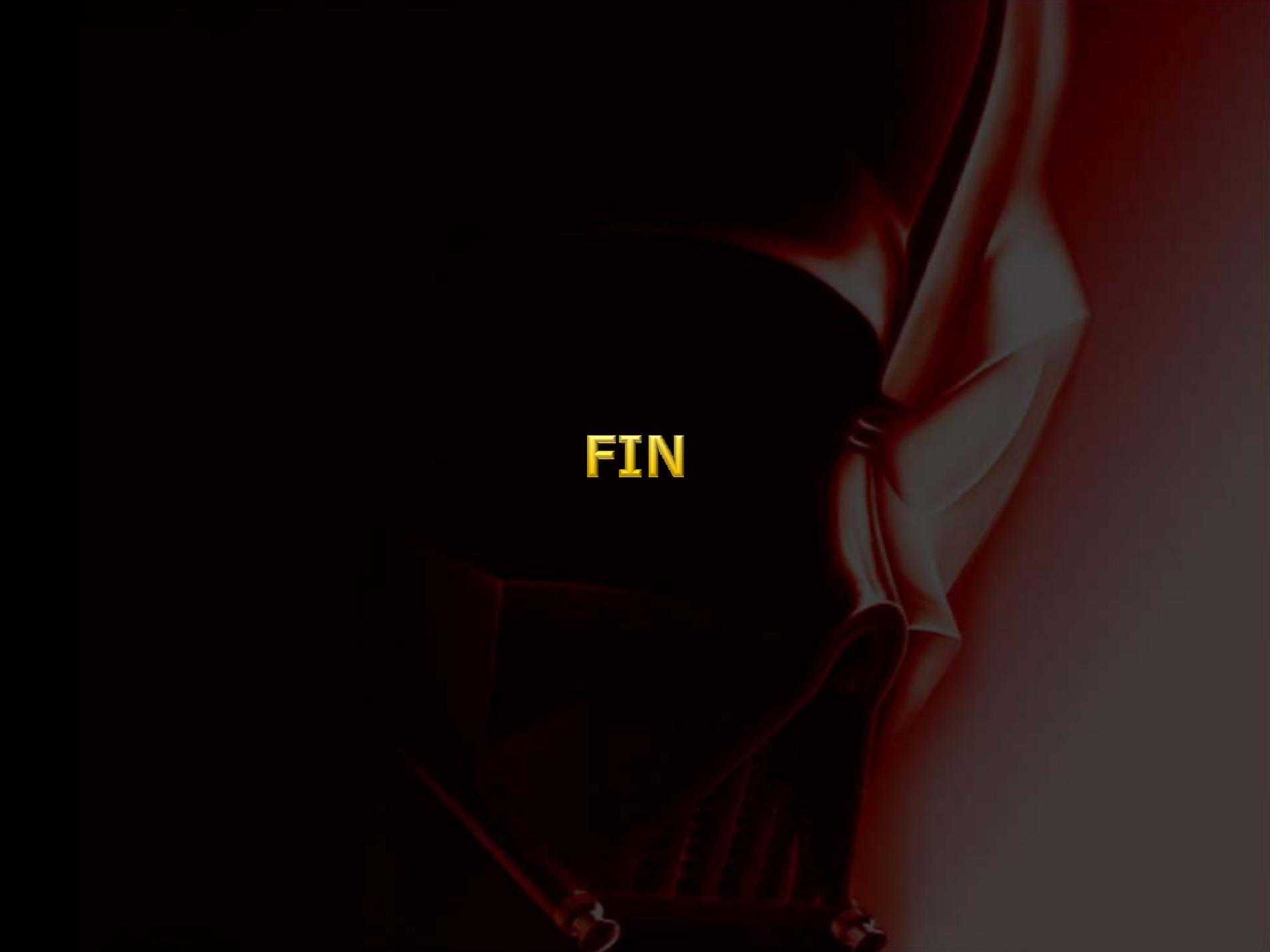
- ⦿ Sujeción de la interfase
- ⦿ Mínima presión efectiva (deben de pasar 2 dedos)
- ⦿ Sistemas de correas con o sin gorro.
- ⦿ De material cómodo, hipoalergénico, reutilizable, ligero, estable y fácil de colocar y retirar
- ⦿ El equilibrio del binomio interfase-arnés será básico para el éxito de la VNI
- ⦿ Comodidad y efectividad dan como resultado la tolerancia
- ⦿ La tolerancia, basada en la buena técnica, combate las fugas (mayor tensión en el arnés no es sinónimo de menor volumen de fuga, pero sí de mayor probabilidad de intolerancia y fracaso)
- ⦿ La variedad creciente de modelos de interfases, lleva paralelo también diferentes diseños para su sistema de fijación

# Arnés

En general y según los puntos anclaje, se dividen en:

- ⦿ Sistemas de 4 tirantes y 4 puntos de fijación (ampliamente utilizado)
- ⦿ De 4 tirantes y 3 puntos de fijación (ampliamente utilizado)
- ⦿ De 3 tirantes y 3 puntos de fijación
- ⦿ De 2 tirantes y 2 puntos de fijación
- ⦿ De 6 tirantes y 6 puntos de fijación



A woman in a white dress and black heels is walking on a red carpet. The word "FIN" is overlaid in yellow text in the center of the image.

**FIN**