



Consideraciones Prácticas en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.

Plan de Invierno 2015

Unidad de Urgencia Hospitalaria Pediátrica

F. Prado; J. Oliva; P. Salinas

VENTILACION MECANICA

DEFINICION

- Terapias destinadas a satisfacer las demandas ventilatorias para suplir o reducir el trabajo respiratorio por medio de un artefacto externo y de una interfase

INDICACIONES

- La falla respiratoria grave, constituye la principal indicación para iniciar la VM.
- $\text{FiO}_2 > 0.4$ para SpO_2 90% (PaO_2 60 mmHg)

VENTILACION MECANICA: OBJETIVOS

Mantener el intercambio adecuado de gases

**Corregir la hipoxemia
(Insuficiencia respiratoria parcial).**

**Corregir la hipoventilacion
(Insuficiencia respiratoria global hipercapnica).**

PREMISAS.....

El objetivo de la VM no es
normalizar los GSA sino
MAXIMIZAR
OXIGENACIÓN/VENTILACIÓN
minimizando el riesgo de
injuria pulmonar.

Indicaciones de AVNI en Patologías Agudas

INFECCION RESPIRATORIA AGUDA

Infección Respiratoria Aguda Baja

Asma /Bronquiolitis

Atelectasias

IRA en paciente inmudeprimido

Edema pulmonar agudo cardiogenico y no cardiogenico

Post extubación (Retiro VMI)

Apoyo post anestesia y durante procedimientos con sedoadestesia como por ejemplo fibrobroncoscopia

INFECCION RESPIRATORIA CRONICA REAGUDIZADA

Enfermedades Neuromusculares: AME, Duchenne.....

Cifoescoliosis: Incluyendo manejo post op.

Fibrosis quistica

Daño pulmonar crónico

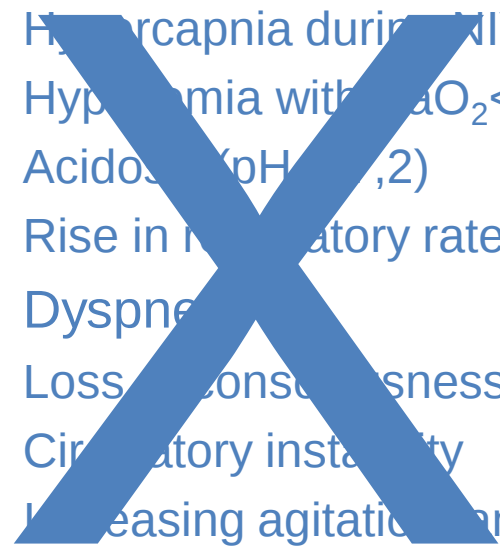
Assessment of NIV in Clinical Use

Criteria for success



Improvement in alveolar ventilation (PaCO_2 falls)
Improvement in pulmonary gas exchange (SaO_2 rises)
Unloading of respiratory pump
Decrease in cardiac rate
Decrease in respiratory rate
Reduces agitation, angst
Reduction in dyspnea

• Cancellation criteria

- 
- Hypercapnia during NIV
 - Hypoxemia with $\text{SaO}_2 < 85\%$
 - Acidosis ($\text{pH} < 7.2$)
 - Rise in respiratory rate
 - Dyspnea
 - Loss of consciousness
 - Circulatory instability
 - Increasing agitation, angst

Ventajas AVNI

Disminuye morbilidad.

Disminuye complicaciones.

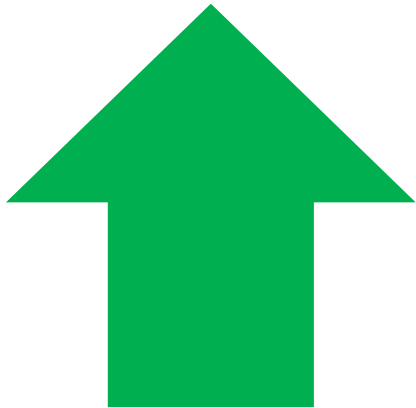
Disminuye días de hospitalización.

Disminuye mortalidad.

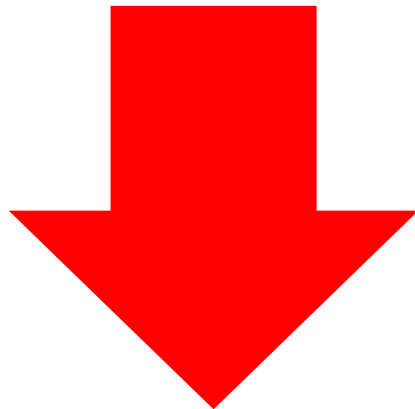
Útil a la salida de VMI, weaning

Puede disminuir en 70-80% la necesidad de VMI.

Predictores de éxito y fracaso en insuficiencia respiratoria aguda.



Menor severidad de insuficiencia respiratoria/SDRA
Ausencia compromiso sensorial
Sincronía paciente – ventilador
Menor fuga intencional
Sin acidosis respiratoria severa $\text{ph} > 7,2$
Mejoría oxigenación, FC, FR en primeras 2 hrs

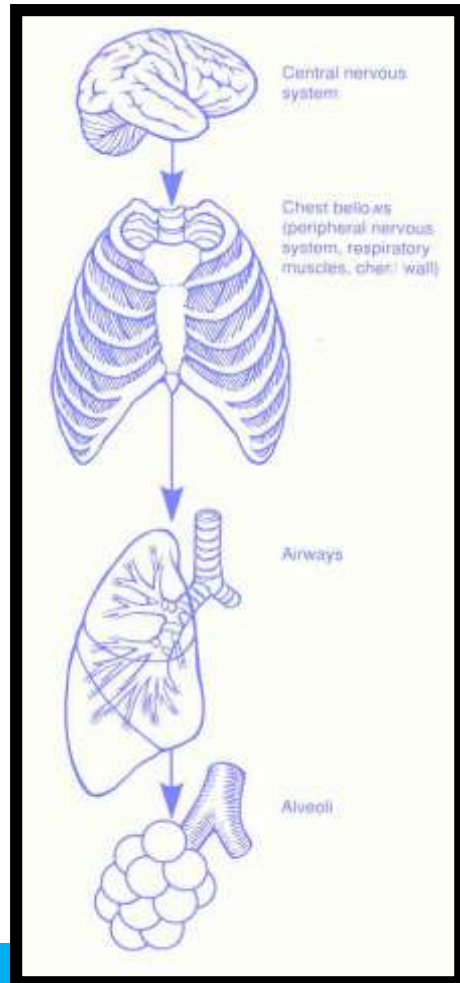


Compromiso de conciencia
No aceptación terapia: pacientes, padres, proveedor de salud
Imposibilidad acoplar/ Falta tolerancia
Deterioro progresivo
Acidosis respiratoria severa
Ausencia mejoría clínica antes 2 hrs/ Sin mejoría radiológica.

Consideraciones Importantes

- Edad (Diferencias anatómicas y funcionales)
- Escenario (Fuera hospital, SU, UCIP)
- Secuencia lógica eventos (Dificultad Respiratoria a Insuficiencia Cardiorespiratoria) AVNI → VMI.
- Presentación Insuficiencia respiratoria (control ventilatorio, OVAS, Obstrucción vía aérea central y periférica, enfermedad parénquima pulmonar).

Nivel de Localización Fallo Respiratorio



Sistema Nervioso Central

Caja Torácica

Vía Aérea

Zona Intercambio Gaseoso

Secuencia en el estado Fisiológico

Estable

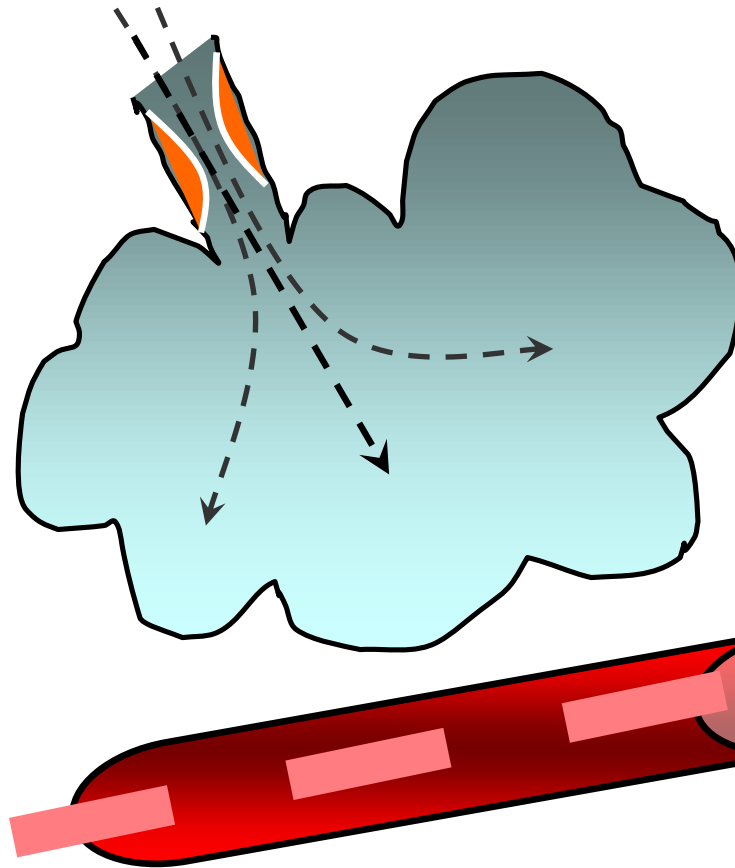
RECONOCIMIENTO PRECOZ
Dificultad Respiratoria/Insuficiencia Respiratoria

(Inadecuado): AVNI
- VMI

Insuficiencia
Cardiorespiratoria:
VMI

Insuficiencia Respiratoria Aguda

$V/Q \downarrow$

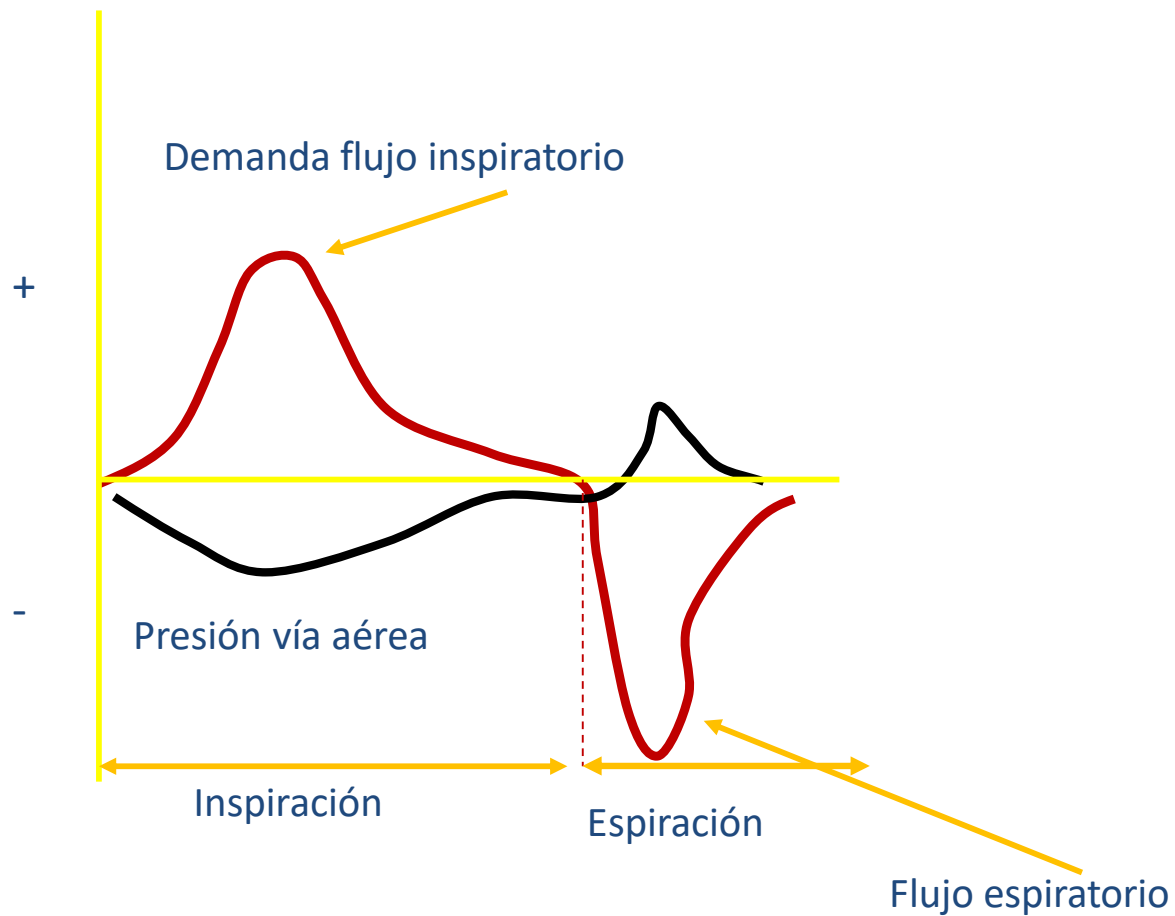


$PaO_2 \downarrow$
 $PaCO_2 \downarrow$

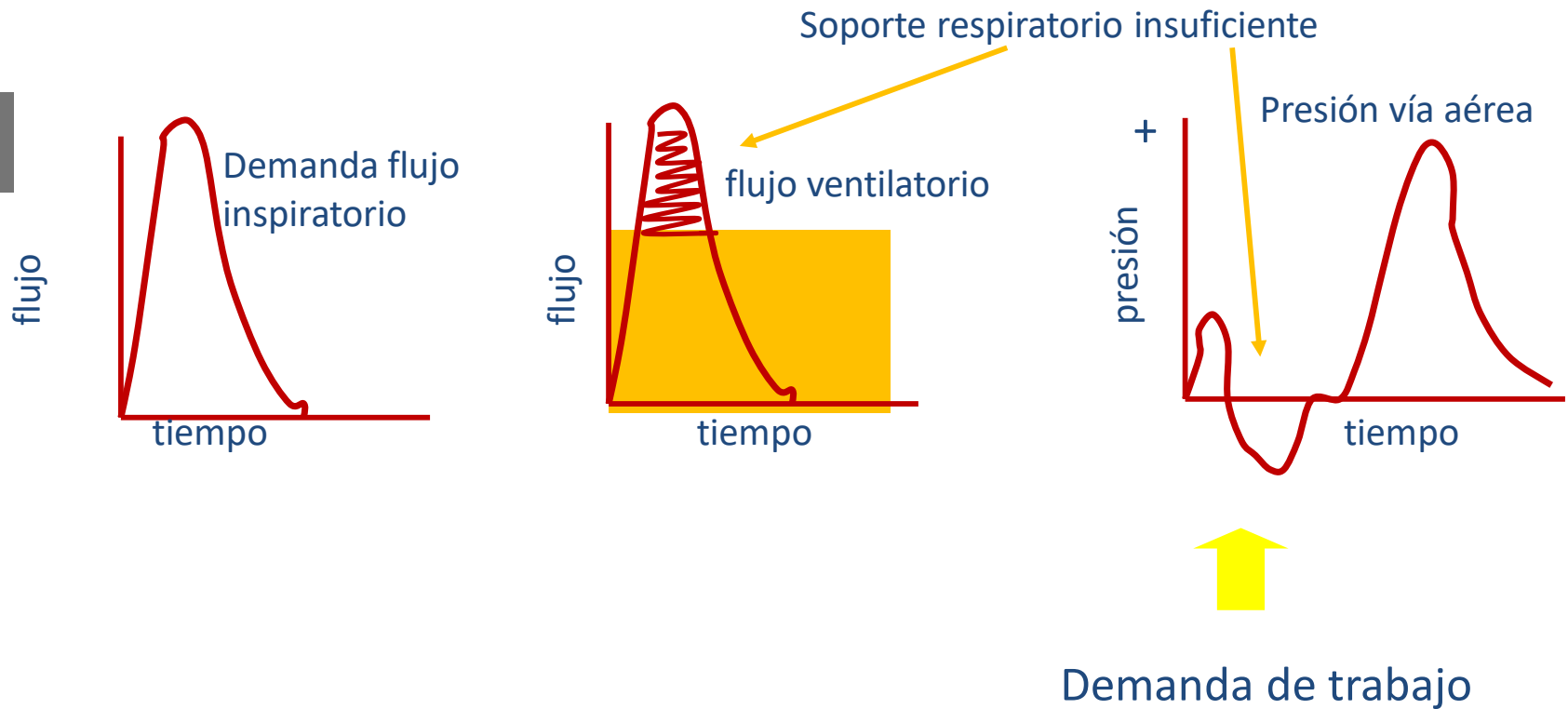
$PaO_2 \downarrow$
 $PaCO_2 \uparrow$

HIPOVENTILACION

Respiración Espontánea

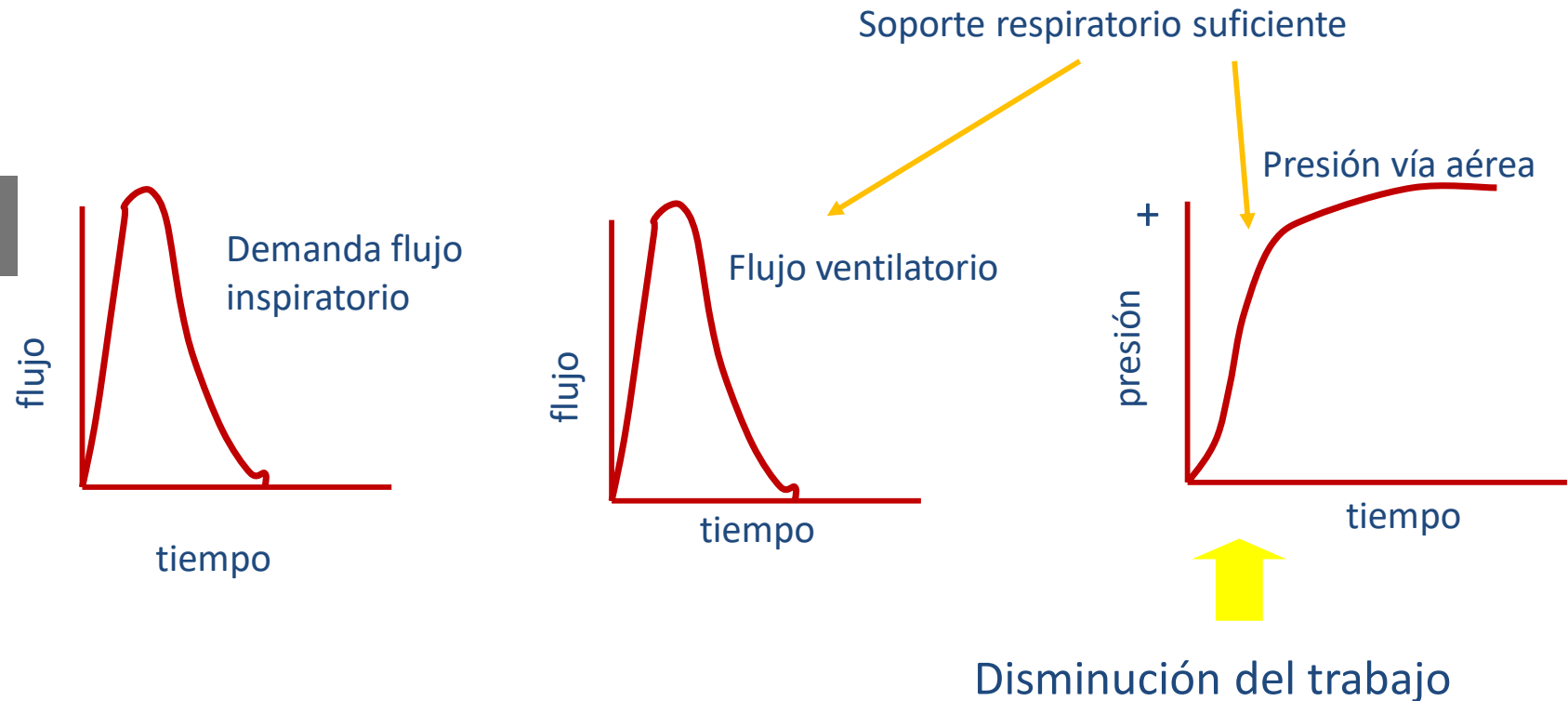


Soporte ventilatorio insuficiente

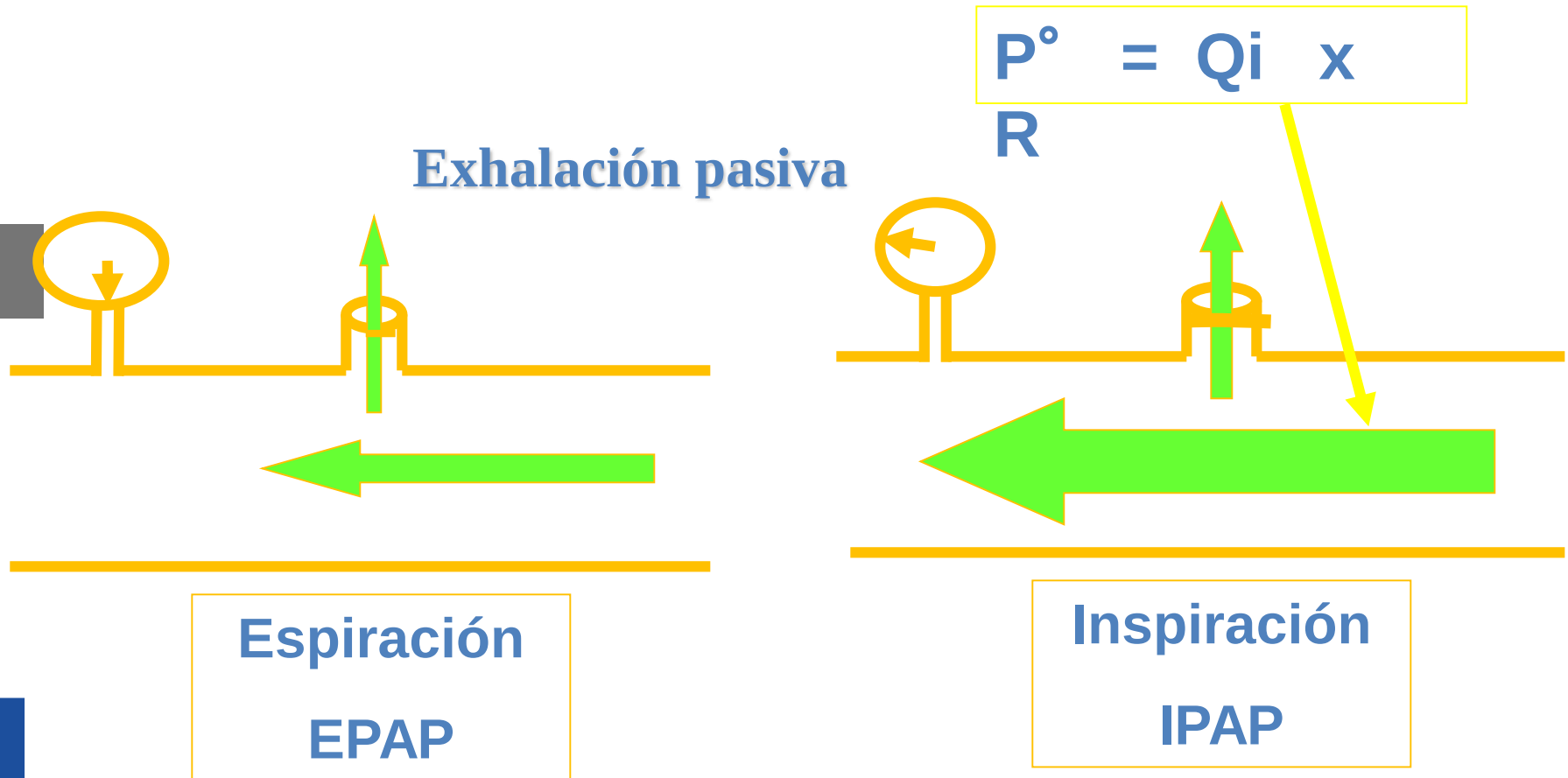


Soporte ventilatorio ideal

Ventilación limitada por presión



Ventilación Mecánica No Invasiva



Utilidad de Presión positiva

- Trastornos restrictivos
- Trastornos obstructivos vía aérea periférica

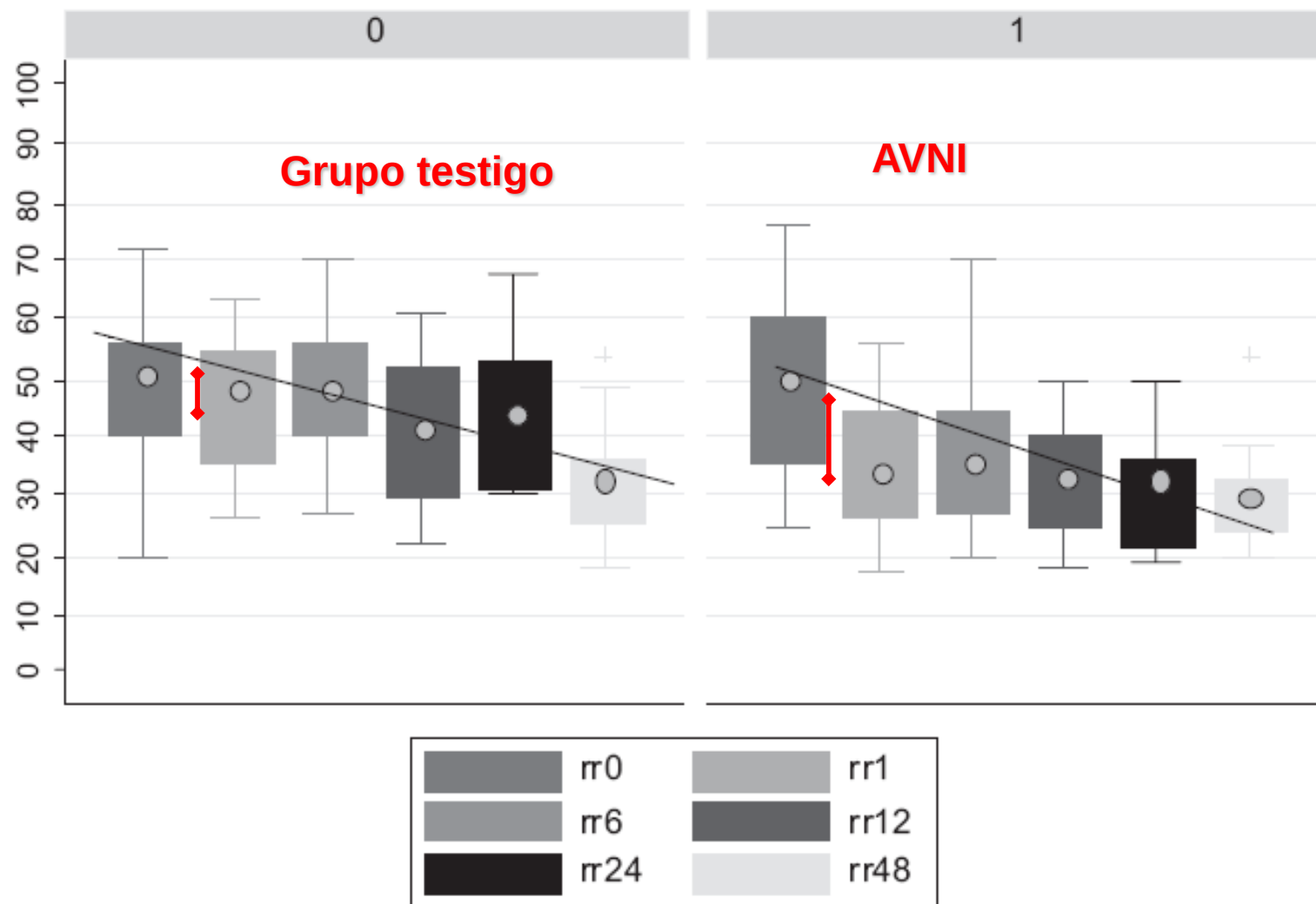
Y en pacientes agudos.....¿Logra Disminuir Intubación ET?

A prospective, randomized, controlled trial of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure

Leticia J. Yañez, MD; Mauricio Yunge, MD; Marcos Emilfork, MD; Michelangelo Lapadula, MD; Alex Alcántara, MD; Carlos Fernández, MD; Flora Hernández, RN; Cristian Catalán, PT; Luis Conto, MD; Carlos Arevalo, MD; José Landeros, PT

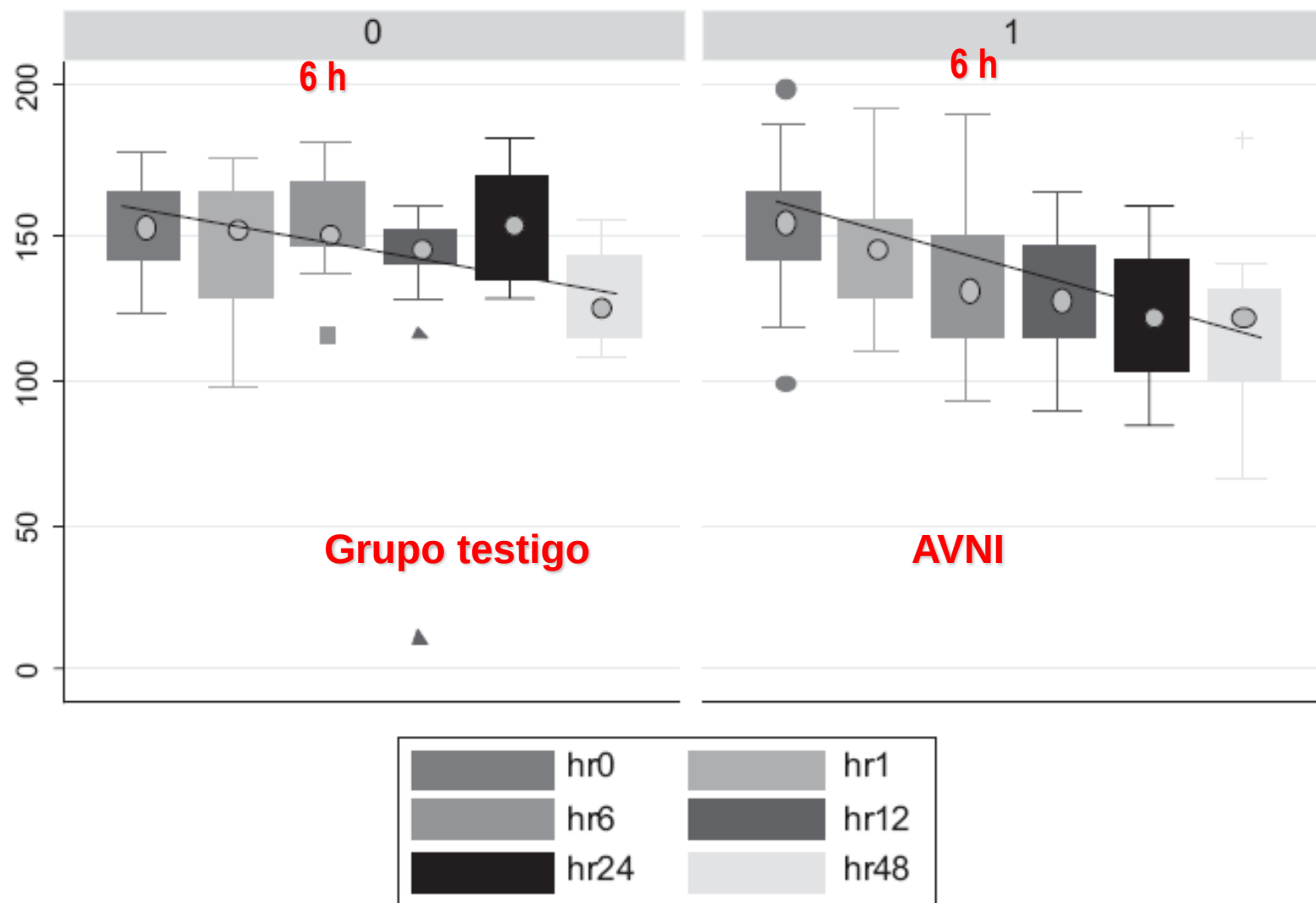
Table 2. Specific diagnoses in each group

Control Group	No.	NIV Group	No.
Moderate asthma	1	Moderate asthma	4
Viral pneumonia—Bronchiolitis	9	Viral pneumonia and/or Bronchiolitis	6
Bacterial pneumonia	1	Bacterial pneumonia	2
RSV pneumonia and/or Bronchiolitis	12	RSV Pneumonia—Bronchiolitis	12
Influenza A pneumonia	2	Parainfluenza 1 pneumonia	1



Graphs by 0: CONTROL 1: NIV

Figure 1. Evolution of respiratory rate (average $\pm$ SD) in groups 0 (control) and 1 (NIV). A trend toward improvement is apparent in both groups from admission to 48 hrs of observation. After Bonferroni's correction, RR improvement in group 1 is significantly greater. *The difference is significant in both groups in the first hour of study ($p = 0.004$). **Significant reduction of RR in the first hour compared with the baseline ($p = 0.0001$).



Graphs by 0: CONTROL 1: NIV

Figure 2. As in the case of HR, after Bonferroni's correction, HR (average $\pm$ SD) over time decreases much more in group 1 (NIV) than in the control group. *The difference between groups is significant at 6 hrs ($p = 0.0176$). **Significant reduction of HR in the first hour compared with the baseline ($p = 0.0009$).

Table 3. Complications, patient outcome and ICU stay

	Control Group (n = 25)	NIV Group (n = 25)	<i>p</i>
Intubation, N (%)	15 (60%)	7 (28%)	0.045
Days of invasive ventilation (mean days)	3.1	2.6	—
ICU length of stay (mean days)	5.5 ± 2.7	6.7 ± 5.9	0.19
Hospital length of stay (mean days)	10.6 ± 4.8	10.4 ± 7.9	0.51

Menor Tasa Intubación

- Presiones en el grupo VNI:

- IPAP 12.3 ± 1.3 (10-14) → 13.3 ± 1.1 (11-15)
- EPAP 7.8 ± 1.5 (4-11) → 8.8 ± 1.2 (8-12)

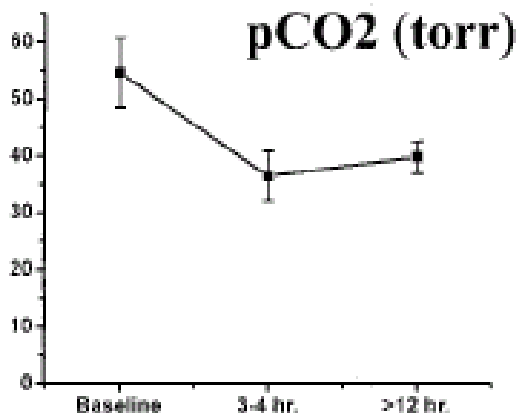
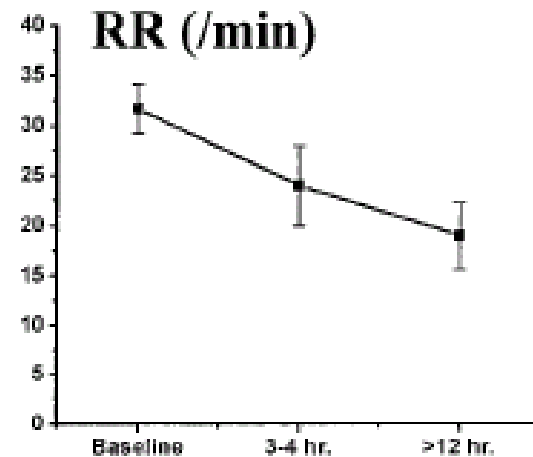
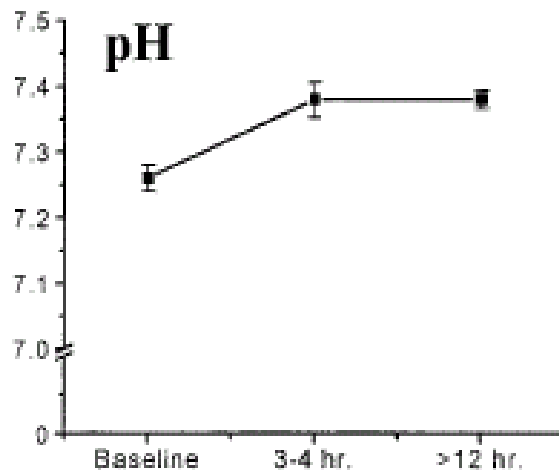
- Duración VNI 2.65 días (0.25-8).

.

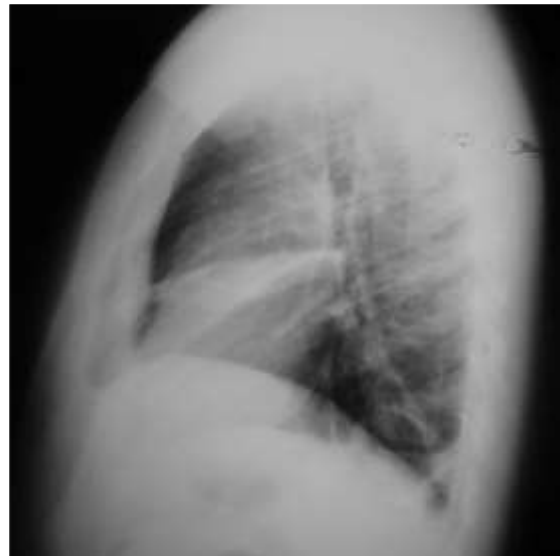
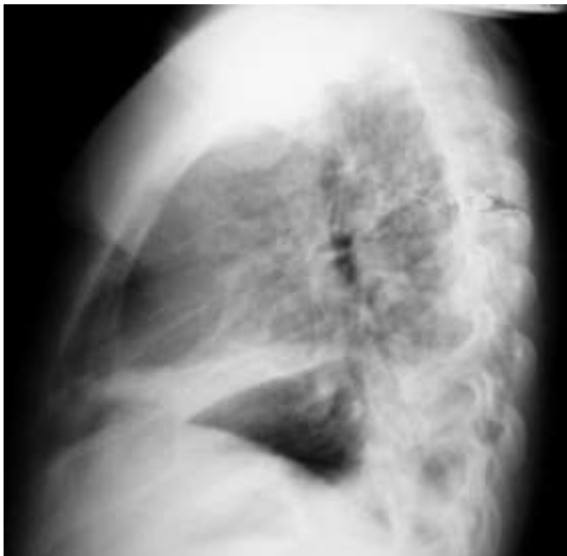
- Complicaciones grupo VNI: 5 pacientes heridas piel, 2 conjuntivitis, 1 enfisema intersticial (bronquiolitis VRS).

AVNI Estado Asmático

Pediatr Crit Care Med. 2002; 3:181-184.



Mejoría Rx



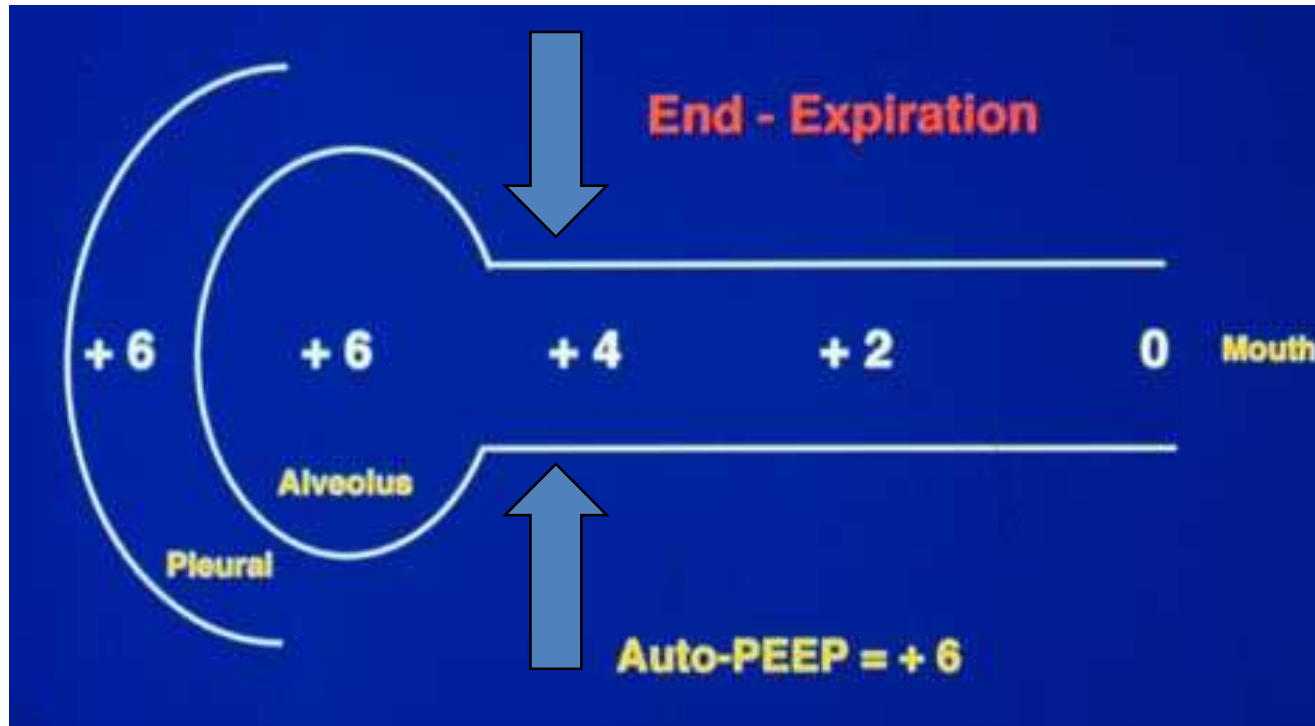


Trabajo Respiratorio

Obstrucción vía aérea Distal

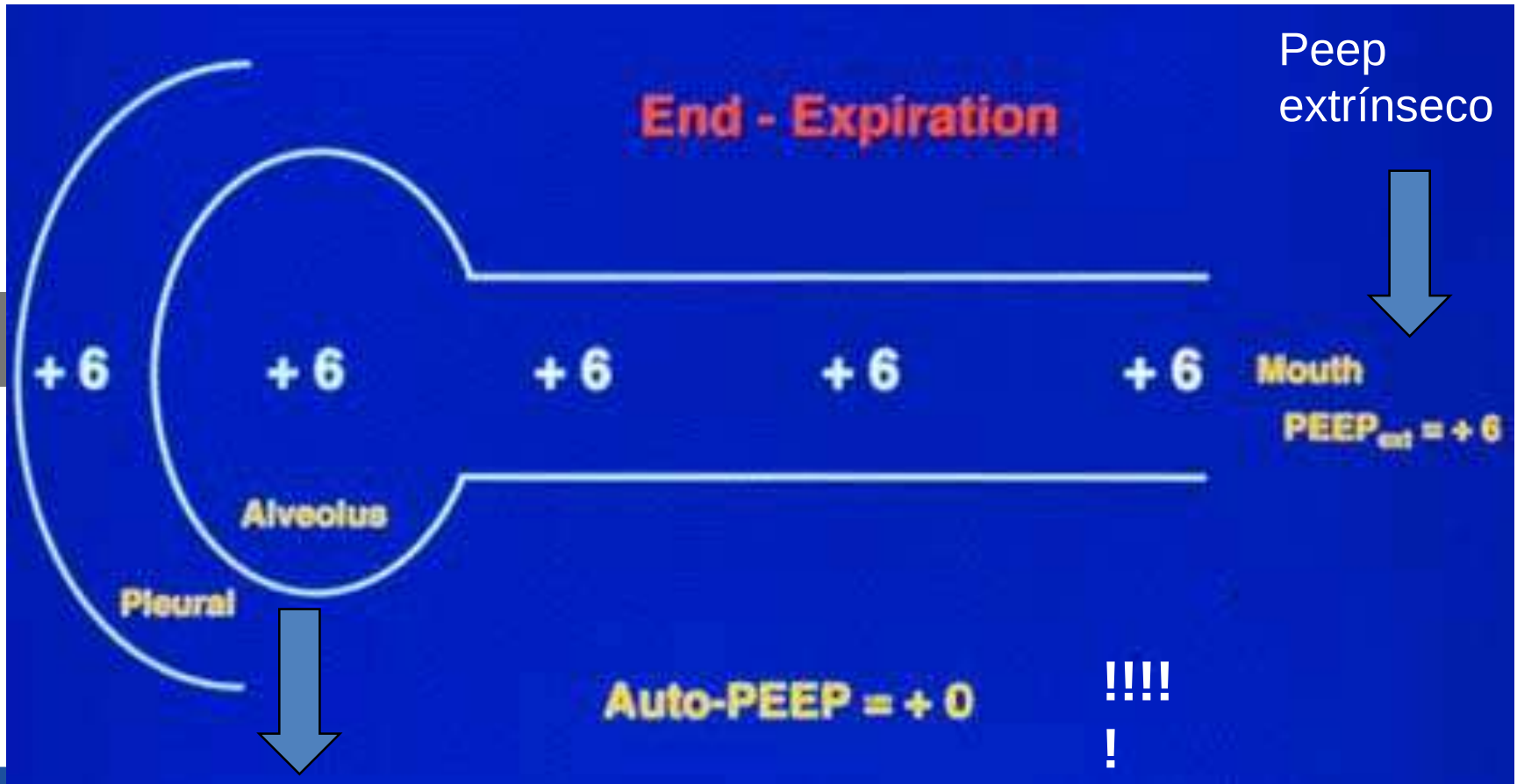
Aumento R vía aérea AutoPeep

(diferencia de presión positiva entre la verdadera presión final
expiratoria alveolar y la presión boca)



Hiperinsuflación dinámica con aumento
Presión alveolar al final espiración

Efecto C-PAP



Ahora sólo se necesita delta Ppl de +6 a +5 (delta 1)



Trabajo Respiratorio

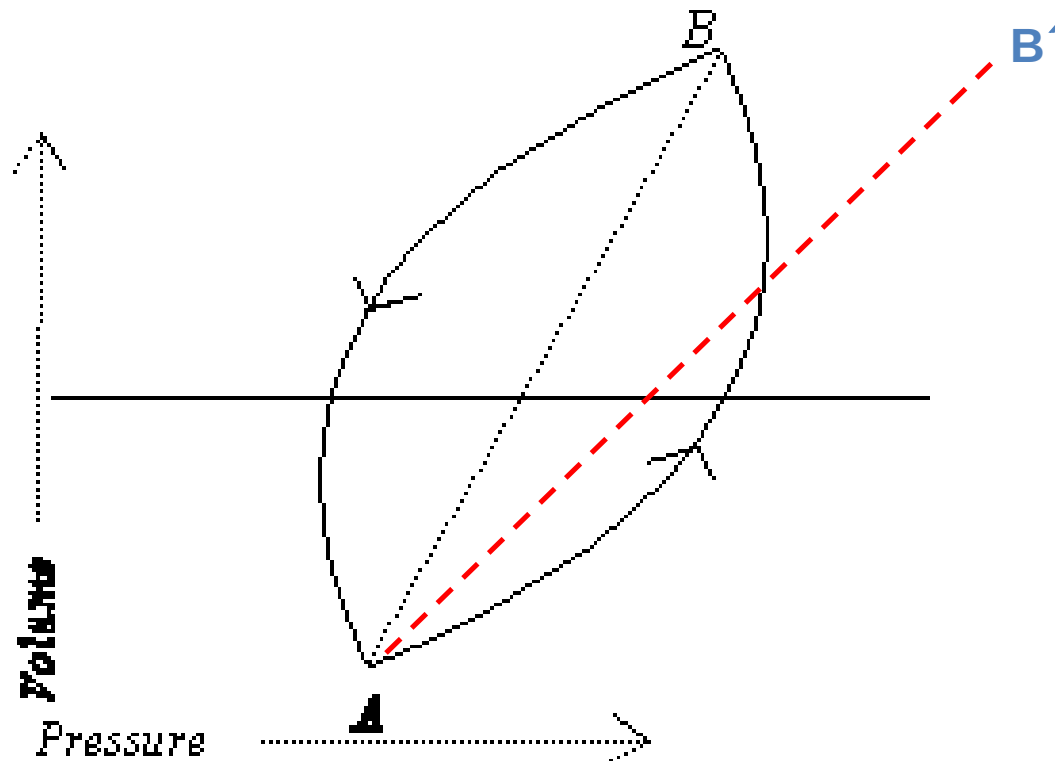
Enfermedad del Parenquima

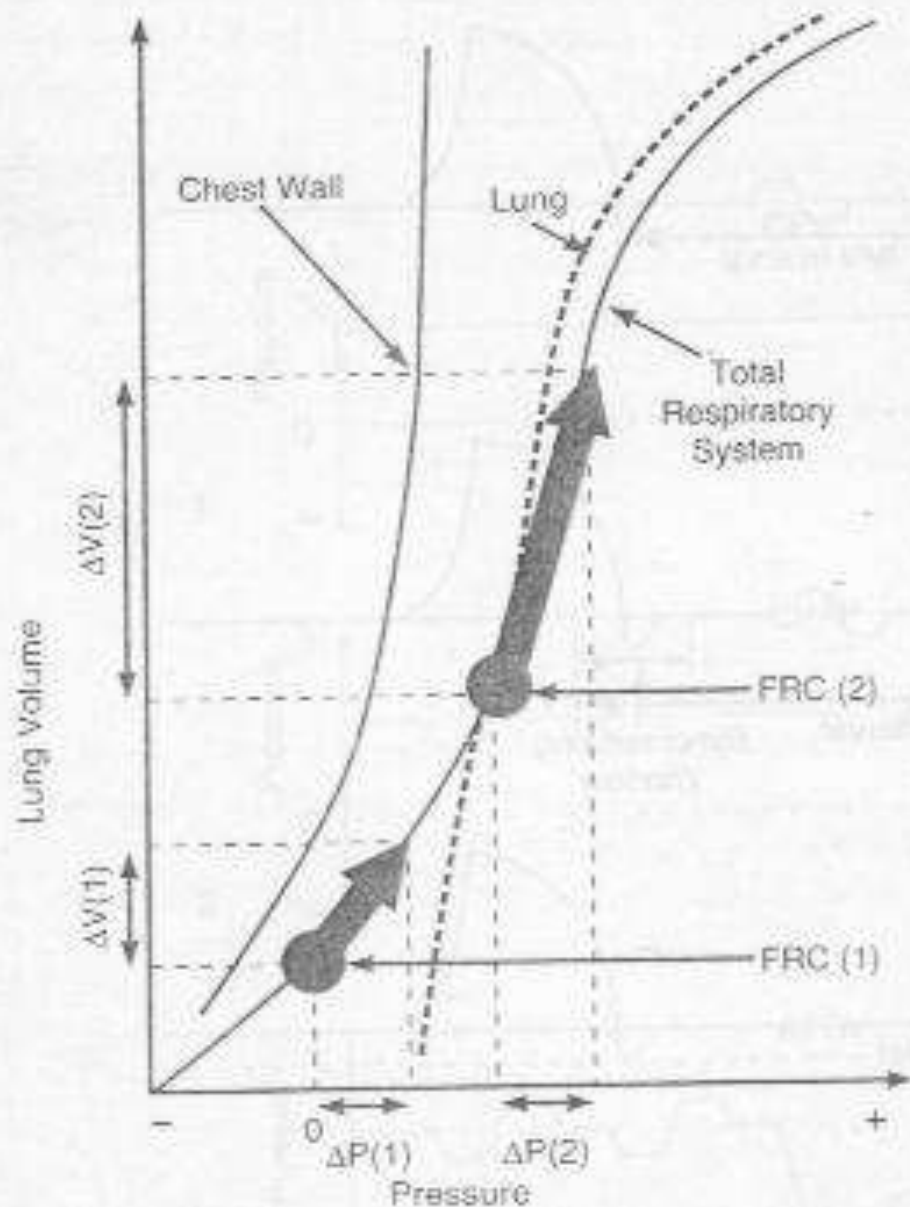
Trastorno Restrictivo

DYNAMIC PRESSURE-VOLUME CURVE

< Pendiente V/P

Distensibilidad Disminuida





Efecto EPAP Sobre Distensibilidad En Patologías Restrictivas



- Reclutamiento unidades alveolares.
- Mejoría PaO₂
- Disminución del trabajo respiratorio

Nuevas Definiciones

SDRA pediátrico Establecido

Riesgo (Incluye pacientes con terapia respiratoria con OAF, Cpap, Bipap con interfases nasales)

Apunta a identificar estadios mas tempranos

No se necesita TAC de tórax

OSI : Índice saturación de O2

$$OI = (FiO_2 \times \text{mean airway pressure} \times 100) / PaO_2.$$

$$OSI = (FiO_2 \times \text{mean airway pressure} \times 100) / SpO_2.$$

Estratificación SDRA (ALI):

- OI: 4-8; 8-16; > 16
- OSI: 5-7,5; 7,5-12,3; > 12,3.

Severidad Insuficiencia Respiratoria

Criterios para escalar en terapia respiratoria

Terapia Respiratoria	Parámetro	Riesgo Insuficiencia Respiratoria grave (IRG). Necesidad Escalar	Terapia respiratoria a escalar
Oxigeno Alto Flujo Recomendación: 2 Lt/min*Kg, Max 20LPM	LPM O ₂ para SpO ₂ > 93% = Flujo total en LPM (flujo) x FiO ₂ (0.35).	< 1 año 2 LPM (Flujo total = 6) 1 -2 años 4 LPM (Flujo total=11)	Cpap - Bipap
Cpap	FiO ₂	Cpap > 6-8 PaFi < 300 SpaO ₂ /FiO ₂ < 264 (93%/0.35)	Bipap (10/5)
Cpap/Bipap	FiO ₂ Presión media vía aérea (PMVA)	FiO ₂ > 0.6 Cpap > 6-8 PMVA > 11 (*)	Intubación para Ventilación mecánica

(*) PMVA es = %Ti*Presión de soporte (Ipap -Epap) + %Te*Epap.

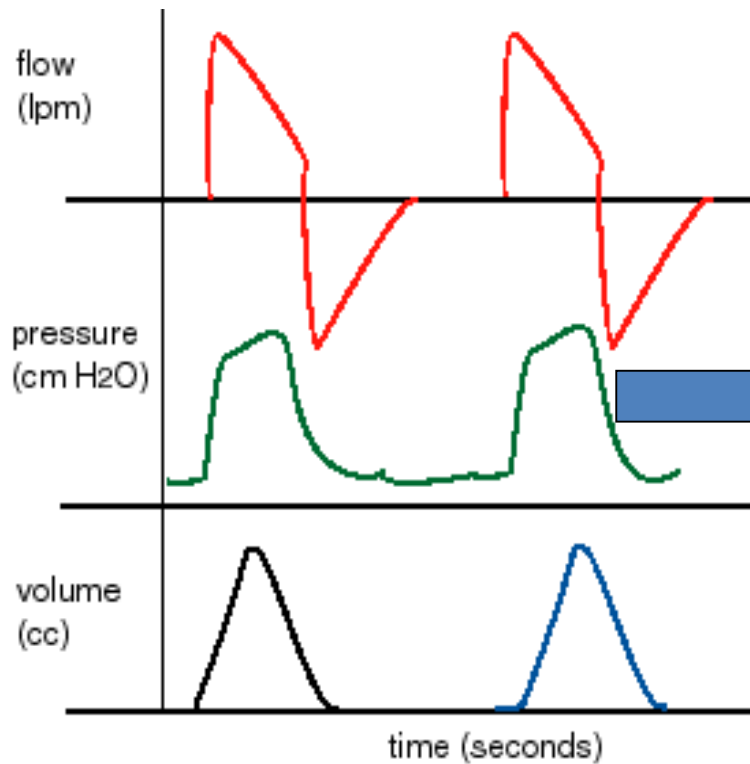
Paciente en Riesgo de SDRA

Criterios de Riesgo

Age	Exclude patients with peri-natal related lung disease		
Timing	Within 7 days of known clinical insult		
Origin of Edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload		
Chest Imaging	Chest imaging findings of new infiltrate(s) consistent with acute pulmonary parenchymal disease		
Oxygenation	Non Invasive mechanical ventilation		Invasive mechanical Ventilation
	Nasal mask CPAP or BiPAP	Oxygen via mask, nasal cannula or High Flow	Oxygen supplementation to maintain $SpO_2 \geq 88\%$ but $OI < 4$ or $OSI < 5^1$
	$FiO_2 \geq 40\%$ to attain SpO_2 88-97%	SpO_2 88-97% with oxygen supplementation at minimum flow ² : < 1 year: 2 L/min 1 – 5 years: 4 L/min 5 – 10 years: 6 L/min >10 years: 8 L/min	

Figure 3. At risk of pediatric acute respiratory distress syndrome definition. ^aGiven lack of available data, for patients on an oxygen blender, flow for at-risk calculation = $FiO_2 \times \text{flow rate (L/min)}$ (e.g., 6 L/min flow at 0.35 $FiO_2 = 2.1$ L/min). ^bIf Pao_2 not available, wean FiO_2 to maintain $SpO_2 \leq 97\%$ to calculate oxygen saturation index.

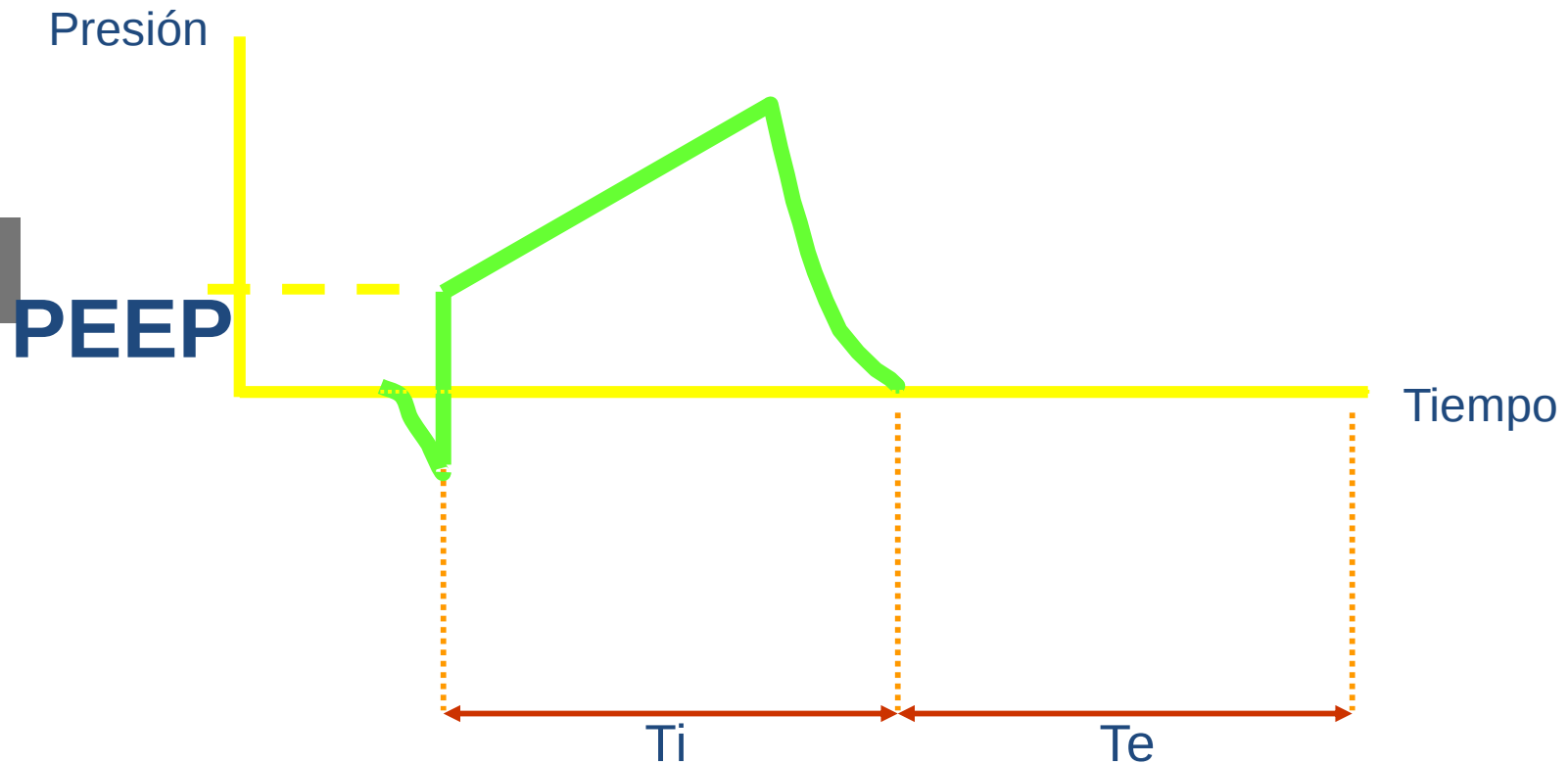
Estrategias de Ventilación: Presión Control



**Q Alto inicial y luego
En disminución**

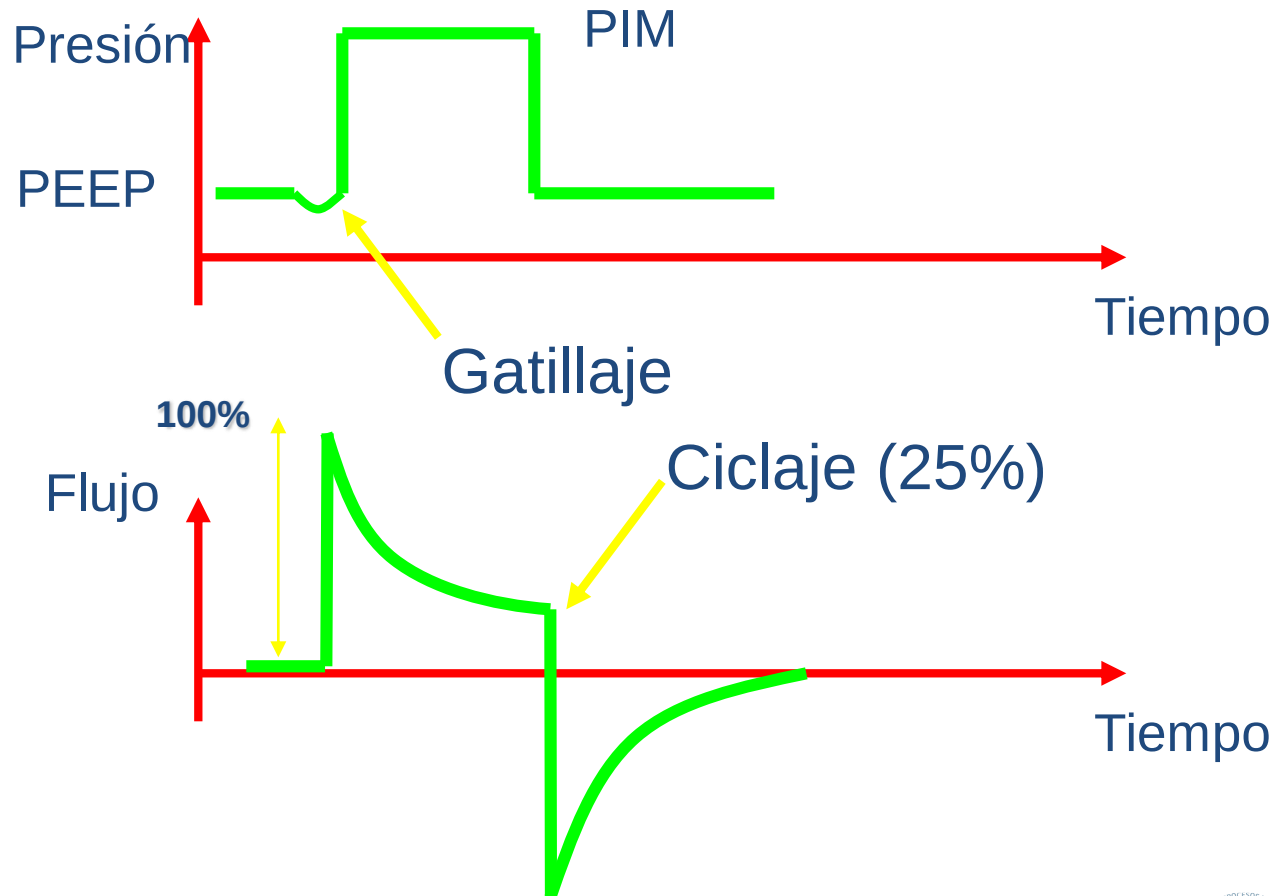


Curva de Presión cuadrada



MacIntyre N. “Graphical Analysis of Flow, Pressure and Volume during Mechanical Ventilation”. Third Edition. Editorial InterMed. Riverside, 1991

Presión de Soporte



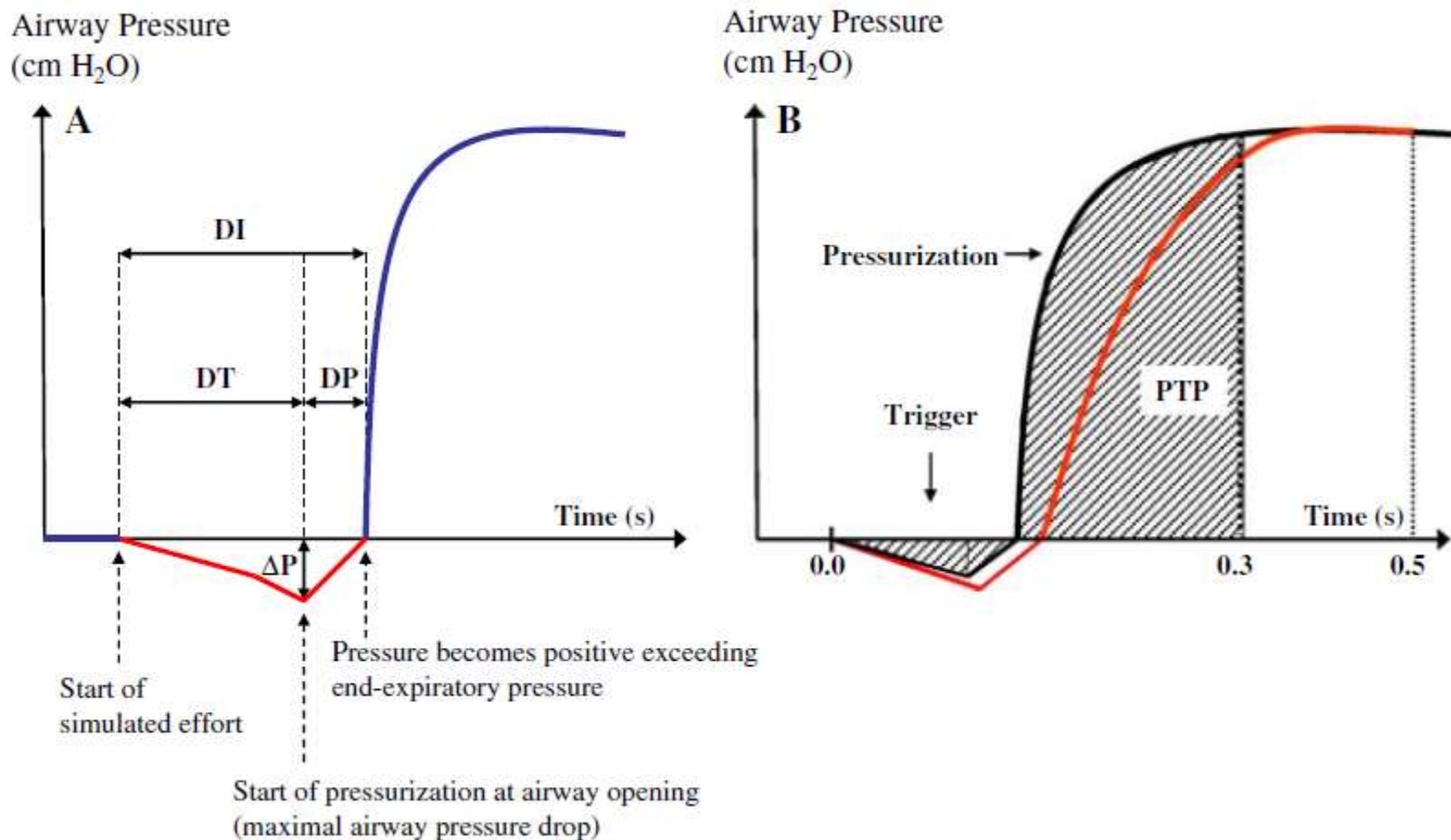


Fig. 1 a Evaluation of trigger performance. Pressure signal showing the inspiratory delay (DI), which is the sum of the triggering delay (DT) from the beginning of the simulated patient effort to the beginning of ventilator pressurization and the pressurization delay (DP) from the maximum airway pressure drop (ΔP) to the return to baseline pressure. **b** Evaluation of pressurization capacity. Pressure

signal showing the pressurization capacity represented by the positive area over the first 0.3 s of the simulated patient effort (*hatched area*). The *red signal* illustrates poor pressurization capacity: the time needed to reach the set pressure is longer and the positive area is smaller

Turbina vs Válvula Servo gas comprimido

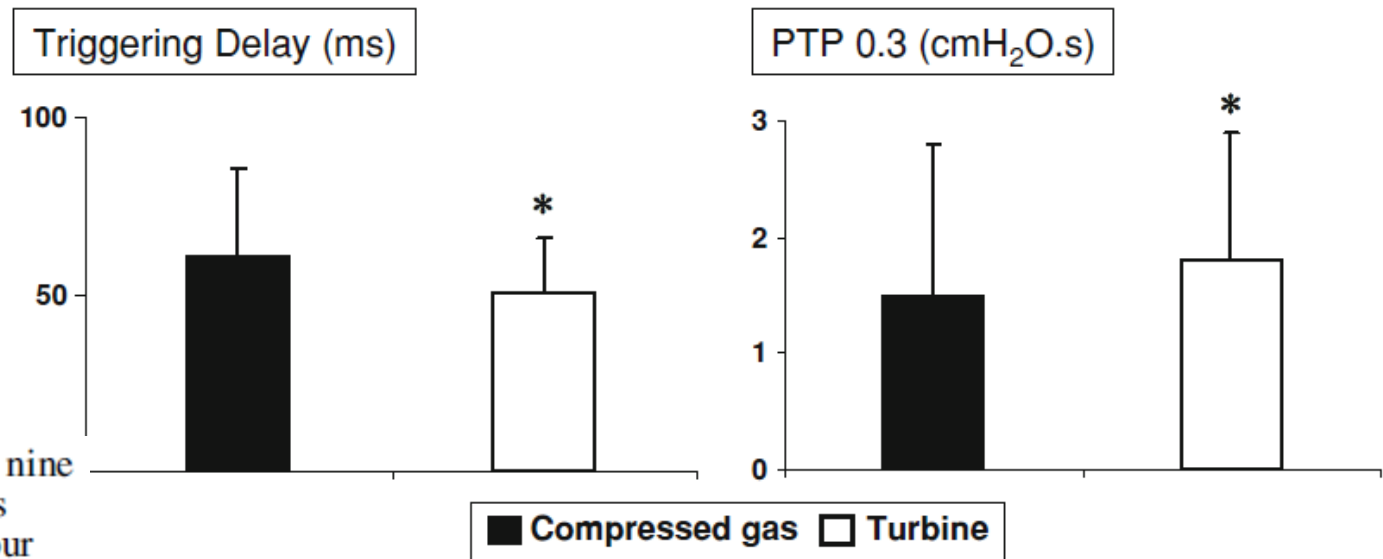


Fig. 6 Comparison of the nine compressed-gas ventilators (*black squares*) and the four turbine-based ventilators (*white squares*) regarding trigger performance assessed in terms of triggering delay and pressurization capacity assessed as the pressure-time product (PTP) over the first 0.3 s after the start of the simulated effort. Trigger performance and pressurization capacity were significantly better with the turbine-based ventilators

**Mejor performance de
trigger y presurización ventiladores de turbina**

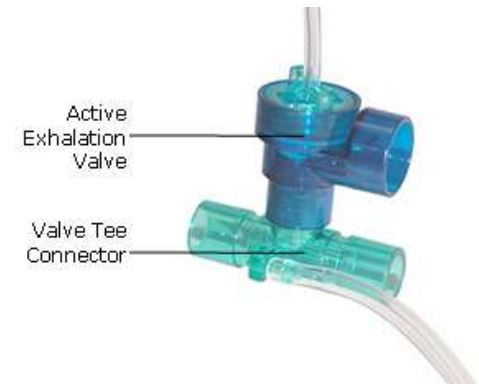
Nuevos Equipos (híbridos VMI / VNI)

- Compensan fugas, limitan espiración por % Qmax, autotrack, AVAPS/ IVAPS.
- Ideal es modalidad presión / control o presión de soporte con tiempo inspiratorio limitado.



Ventiladores anfibios Domiciliarios (VMI - AVNI)

Exhalación activa



Exhalación pasiva – Ventilación a fuga



Trilogy - Respirationics

Configuraciones del circuito del paciente

Pasiva

- circuito con orificio de exhalación pasiva



En Trilogy100

En Trilogy200

Activa con PAP

- circuito con válvula espiratoria activa y línea de presión proximal



En Trilogy100

En Trilogy200

Activa con FLUJO

- circuito con válvula espiratoria activa y sensor de flujo proximal



En Trilogy200

Diferencias Trilogy 100 y 200. Según tipo de Circuito

Tipo Ventilación

Comp. Fugas

Iniciación

Gas Exhalado

Trilogy 100

Trilogy 200

Tipo de circuito		
Pasivo	Activo con PAP	Activo con flujo
Modos de volumen y presión para modalidades no invasivas e invasivas		
Necesario PEP mínima de 4	Permite 0 PEP	Permite 0 PEP
Excepcional	Buena	Muy buena
Auto-TRAK & Flow	Flujo	Trigger de flujo avanzado
Estimación	—	Medición
✓	✓	—
✓	✓	✓

VMP 24 h/ día

Siempre es TQT ???

VNI: Respirador volumen control

- **Permite usar pieza bucal 15 mm en pacientes alta dependencia: Evita TQT.**
- Ventiladores ciclados por volumen en modalidad asistida/ control, back – up de FR al mínimo para silenciar alarma de apnea.
- Restrictor de flujo para impedir alarma de presión baja.
- Sensibilidad (trigger por presión) suficiente, para permitir gatillo por el enfermo.
- **Ventajas: Elimina conexión continua al ventilador, facilita lenguaje, facilita deglución, permite air stacking (facilita tos y disminuye atelectasias).**

Ventilación No Invasiva Prolongada



Fig. 1. Mouthpiece with angular restriction and oral flange.



Fig. 3. Mouthpiece ventilation breathing circuit components.

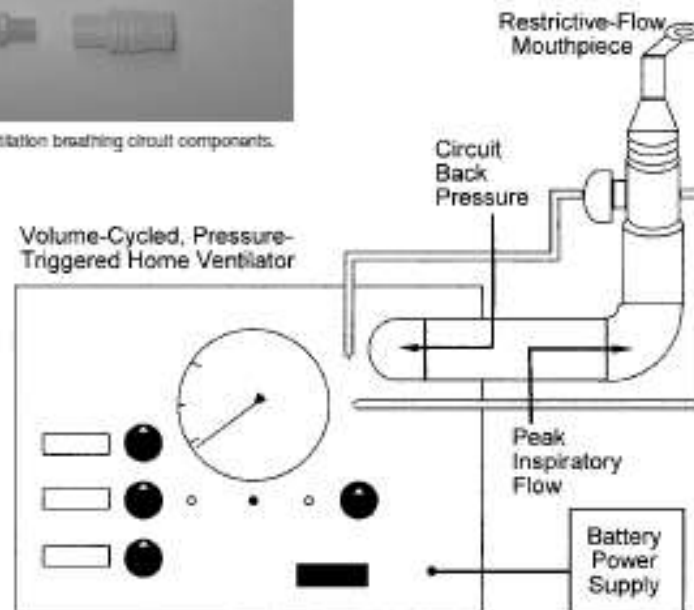
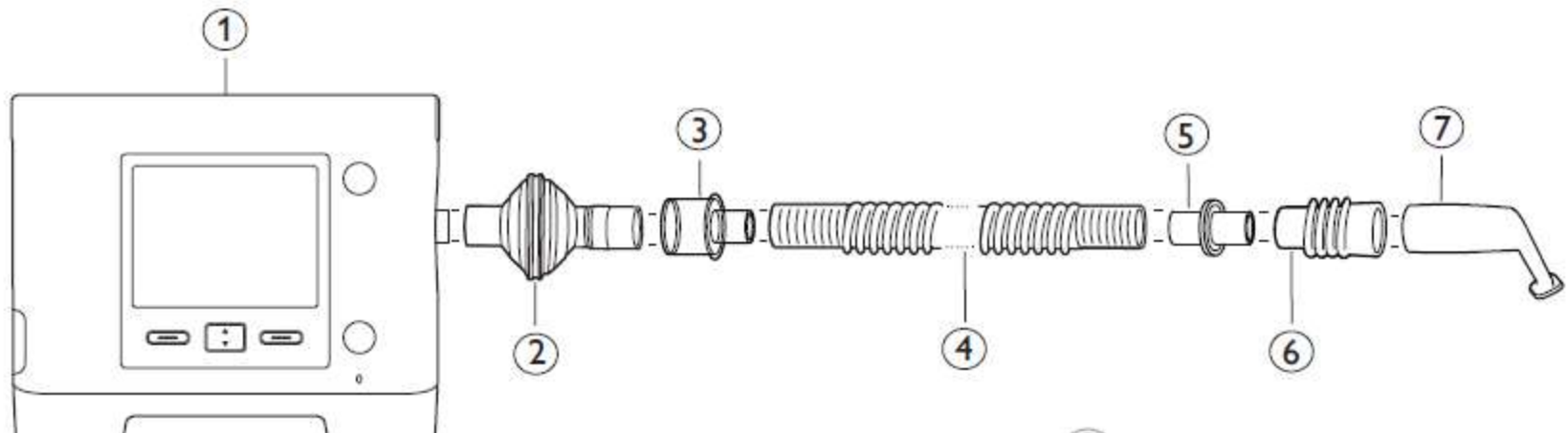


Fig. 2. Schematic of mouthpiece ventilation setup.

Ventilación con adaptador bucal (Mouthpiece Ventilation, MPV)

Disponible en los modos AC y PC, pensada para pacientes que no están ventilados invasivamente



Volumen corriente (solo en modo AC): Intervalo de 200-2000 ml

Frec. Respiratoria: Intervalo de 0-60 RPM (valor predeterminado: 0 para permitir la naturaleza por demanda de la MPV)

Tiempo inspiratorio: Intervalo de 0,3-5,0 segundos

Patrón de flujo (solo en modo AC): Rampa o Cuadrado

IPAP (solo en modo PC): Intervalo de 4-50 cmH₂O

Tiempo de subida (solo en modo PC): Intervalo de 1-6



Assembly Key

1 = Trilogy Ventilator

2 = Bacteria Filter

3 = Reducer Cuff

4 = 6' (1.8m) Circuit Tubing (15mm)

5 = Coupler

6 = Miniature Flextube (Optional)

7 = Angled Mouthpiece

Kiss Trigger



A/C

Circuito pasivo

MPV (mouthpiece ventilation)

TV

Ti

FR back-up

Alarmas

Ventiladores anfibios Domiciliarios (VMI - AVNI)



Quienes?

- Sin compromiso neurocognitivo
- Sin compromiso bulbar: capaces de realizar cierre glótico y maniobras de apilamiento de aire o Air-stacking.
- Capaces de realizar respiración glossofaríngea

Insumos Necesarios

- Espirometro portatil (evaluar CVF)
- Flujometro (Pico Flujo Tos/Cough Peak Flow)
- SpO2/ Capnigrafo.
- Ambu bag
- mouthpiece con kiss trigger
- soporte o collar o necklace Para pieza bucal
- - circuito monorrampa para pieza bucal
- - seal lips o pieza bucal con selle labial
- - mascarilla bucal con pillow nasal Amara view

Interface ideal...

Características de la interface ideal:

- Bajo espacio muerto.
- Transparente.
- Bajo peso
- Fácil adaptación.
- Sellado con baja presión sobre la piel.
- Costo reducido.

Elección de interface más adecuada a cada paciente.

- Máscaras nasales: procesos prolongados y estables.
- Máscaras faciales:
 - ↑ presión con menor fuga,
 - < colaboración del paciente
 - patrones bucales de respiración.
 - no comunicación oral, no ingesta.
- Tipos:
 - Nasobucal
 - Completa.
- Casco escafandra "Helmet".





En VNI

Literatura Escasa

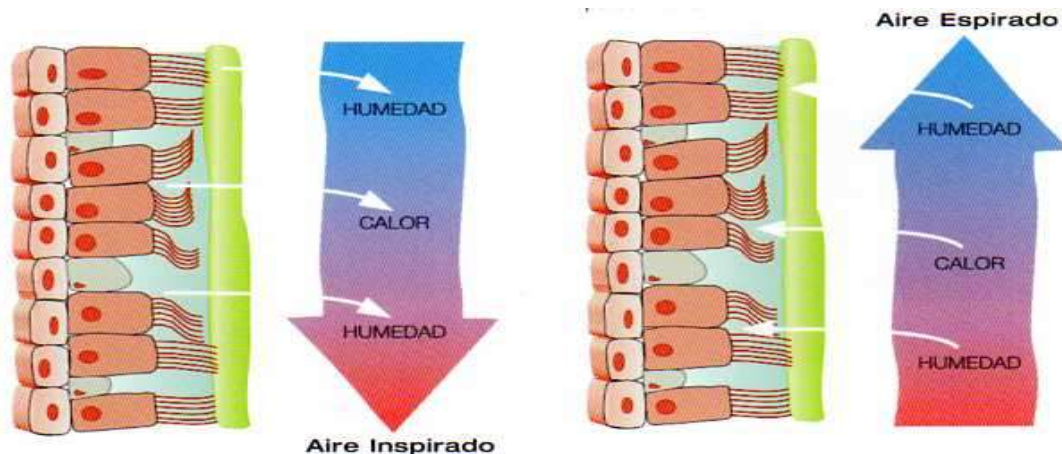
No hay: “By-pass” Vía Aérea

Si hay:

Aporte de gases secos

Sobrepasa capacidad fisiológica

Desecación de la mucosa



Monitorización clínica

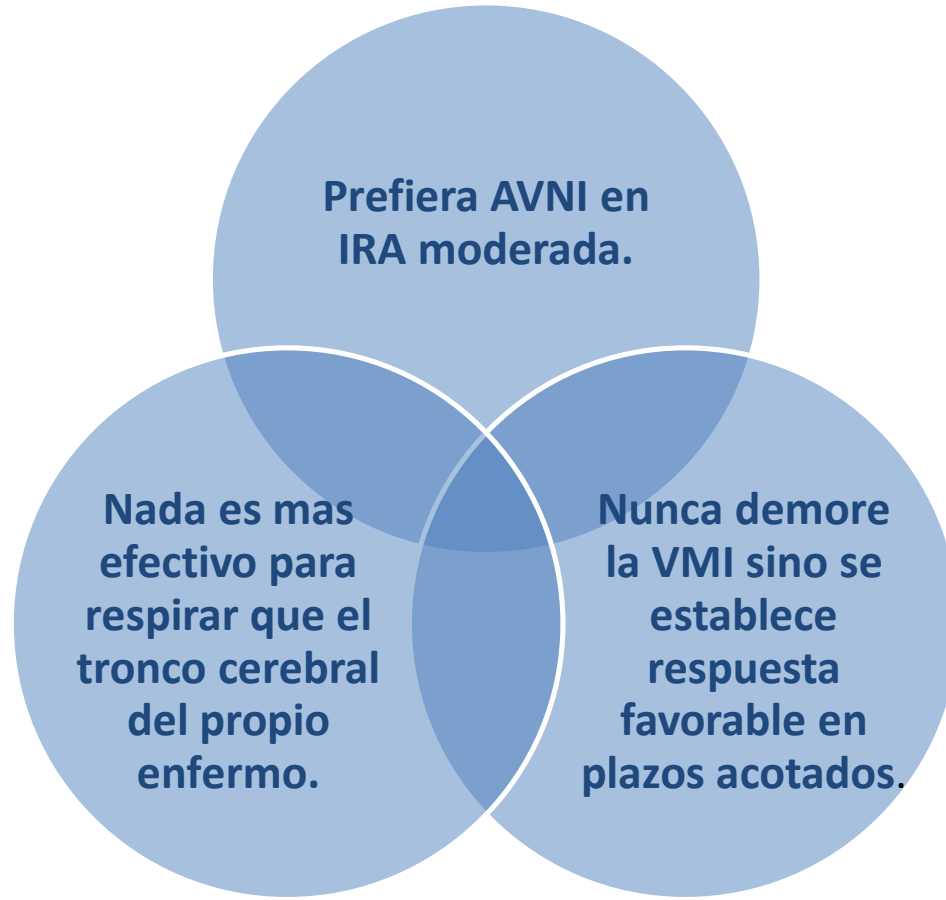
- FR/SpO₂/FC
- Nivel de conciencia
- Movimientos de la pared torácica, uso de Musculatura accesorio
- Coordinación del trabajo respiratorio con el ventilador.
- Sistema de monitoreo incorporado en nueva generación equipos: curvas, tendencias gráficas (ondas, fugas)

Conclusiones

En el paciente con insuficiencia respiratoria aguda el rol de la AVNI ha ido **consolidándose como estrategia de elección** incluso en lactantes pequeños con insuficiencia respiratoria aguda moderada y sin compromiso extrapulmonar.

Probablemente en los próximos años el desarrollo de **guías de buenas practicas clínicas con protocolos de atención progresiva**, iniciados desde los SU, que incorporen un continuo, constituya la mejor estrategia para aumentar la tasa de éxito, evitando la intubación endotraqueal.

Corolario



REFERENCIAS

Yañez LJ, Yunge M, Emilfork M, et al. A prospective, randomized, controlled trial of noninvasive ventilation in pediatric acute respiratory failure. *Pediatr Crit Care Med* 2008; 9: 484-488.

Prado F, Godoy MA, Godoy M. Ventilación no invasiva como tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría. *Rev Méd Chile* 2005; 133: 525-533.

Prado F, Salinas P, Pizarro G, Campos C, Zenteno D. Asistencia Ventilatoria No Invasiva: Consideraciones Teórico-Prácticas en Pediatría. *Rev Chil Pediatr* 2008;6: 580-592.

Essouri S, Carrol C. Nonivasive support and ventilation for pediatric acute respiratory distress syndrome: Proceeding from the pediatric acute lung injury consensus conference. *Pediatric Crit Care Med* 2015;16(Suppl 1):S102-S110.

Abadessi C, Nunes P, Sivistre C, Matias E, Loureiro H. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure in children. *Pediatric Reports* 2012; 4:e16.

Muñoz-Bonet JI; Flor-Macian E, Brines J, Roselló-Millet P et al. Predictive factors for the outcome of nonivasive ventilation in pediatric acute respiratory failure. *Pediatric Crit Care Med* 2010; 11:675-680.

SchiblerA,PhamTMT,DunsterKR,FosterK,BarlowA,GibbonsK,etal.Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Medicine*. 2011;37:847-52.