

Manejo Ventilatorio del Paciente Obstrutivo Grave

Dr. Carlos Acuña

Pediatra Intensivista

Jefe UPC HLCM

Residente UPC CLC

Manejo Ventilatorio del Paciente Obstrutivo Grave



Generalidades

- Ventilar este tipo de fisiopatología es complejo
- Al menos 2 escenarios:
- ASMA grave : obstructivo “puro”
- Patología mixta restrictiva /obstructiva
 - Bronquiolitis
- Diversidad de estrategias ventilatorias

ASMA : status, near fatal

VM : Asma

- Ventilar a pacientes asmáticos en UCI, es uno de los eventos más complejos
- Requiere evaluación frecuente de Mecánica pulmonar y monitoreo para evitar complicaciones potencialmente mortales.
- En general, dificultad respiratoria moderada e hipercapnia en general son bien tolerados en niños no intubados con asma severa

— (Roberts et al. 2002)

VM: Asma

Prevenir la intubación endotraqueal y la ventilación mecánica debiese ser objetivo del manejo en UCIP

ORIGINAL ARTICLE

Outcomes of invasive mechanical ventilation in children and adolescents hospitalized due to status asthmaticus in United States: a population based study

Sankeerth Rampa, MPH¹, Veerajalandhar Allareddy, MD², Rahimullah Asad, MD², Romesh P. Nalliah, BDS³, Veerasathpurush Allareddy, PhD⁴, and Alexandre T. Rotta, MD²

Table 1. Age in years distribution ($N = 250\,718$).

Age in years	Number of hospitalizations	Continuous invasive mechanical ventilation of unspecified duration	Continuous invasive mechanical ventilation for <96 consecutive hours (%)	Continuous invasive mechanical ventilation for ≥ 96 consecutive hours (%)	In-hospital mortality
≤ 1 year (infants)	41 806	0	97 (0.23)	68 (0.16)	DS
>1–3 years (toddlers)	58 252	DS	117 (0.20)	98 (0.17)	DS
4–5 years (pre-school)	34 508	0	68 (0.20)	50 (0.14)	DS
6–10 years (school age)	64 829	0	201 (0.31)	81 (0.12)	15 (0.02%)
11–14 years (early adolescents)	26 319	0	100 (0.38)	39 (0.15)	20 (0.07%)
15–17 years (middle adolescents)	11 367	0	82 (0.72)	51 (0.45)	15 (0.13%)
18–21 years (late adolescents)	13 638	0	257 (1.88)	62 (0.45)	0
≤ 21 years	250 718	DS	922 (0.37)	449 (0.18)	65 (0.03%)

Fatal and Near-Fatal Asthma in Children: the Critical Care Perspective

Christopher J. L. Newth, MD, FRCPC, Kathleen L. Meert, MD, Amy E. Clark, MS, Frank W. Moler, MD, MS, Athena F. Zuppa, MD, MSCE, Robert A. Berg, MD, Murray M. Pollack, MD, Katherine A. Sward, PhD, RN, John T. Berger, MD, David L. Wessel, MD, Rick E. Harrison, MD, Jean Reardon, BSN, RN, Joseph A. Carcillo, MD, Thomas P. Shanley, MD, Richard Holubkov, PhD, J. Michael Dean, MD, Allan Doctor, MD, and Carol E. Nicholson, MD for the *Eunice Kennedy Shriver* National Institute of Child Health and Human Development (NICHD) Collaborative Pediatric Critical Care Research Network (CPCCRN)

Mechanical Ventilation and Blood Gas Data, N=260

	N	n (%)
Non-invasive ventilation prior to intubation	254	42 (17)
Initial ventilator mode in PICU	257	
Pressure control		162 (63)
Volume control		44 (17)
Pressure-regulated volume control		36 (14)
Pressure support with PEEP		15 (6)
Final ventilator mode ^a	248	
Pressure control		84 (34)
Volume control		50 (20)
Pressure-regulated volume control		25 (10)
Pressure support with PEEP		89 (36)
Non-invasive ventilation immediately post-extubation ^a	250	16 (6)
Non-invasive ventilation anytime post-extubation ^a	250	28 (11)
	<i>N</i>	<i>median (IQR)</i>

Blood gas values prior to intubation		
pH	126	7.26 (7.17–7.35)
PCO ₂ (torr) ^b	126	52 (38–68)
PaO ₂ (torr) ^c	49	109 (65–166)
Initial ventilator settings in PICU		
Inspired O ₂ (%)	256	70 (40–100)
Rate (/min) ^d	240	16 (12–20)
Peak inspiratory pressure (cmH ₂ O) ^e	161	30 (25–36)
Tidal volume (ml/kg) ^f	77	8 (7–9)
Inspiratory time (seconds) ^e	150	0.9 (0.8–1.0)
PEEP (cmH ₂ O)	255	5 (5–6)
Blood gas values prior to extubation ^a		
pH	236	7.41 (7.36–7.45)
PCO ₂ (torr) ^b	236	41 (36–46)
PaO ₂ (torr) ^c	156	91 (73–110)
Final ventilator settings ^a		
Inspired O ₂ (%)	248	40 (30–40)
PEEP (cmH ₂ O)	247	5 (5–5)
Duration of mechanical ventilation, hours ^a	216	42 (18–84)
Duration of non-invasive mechanical ventilation post-extubation, hours	28	27 (17–70)

Fisiopatologia : asma

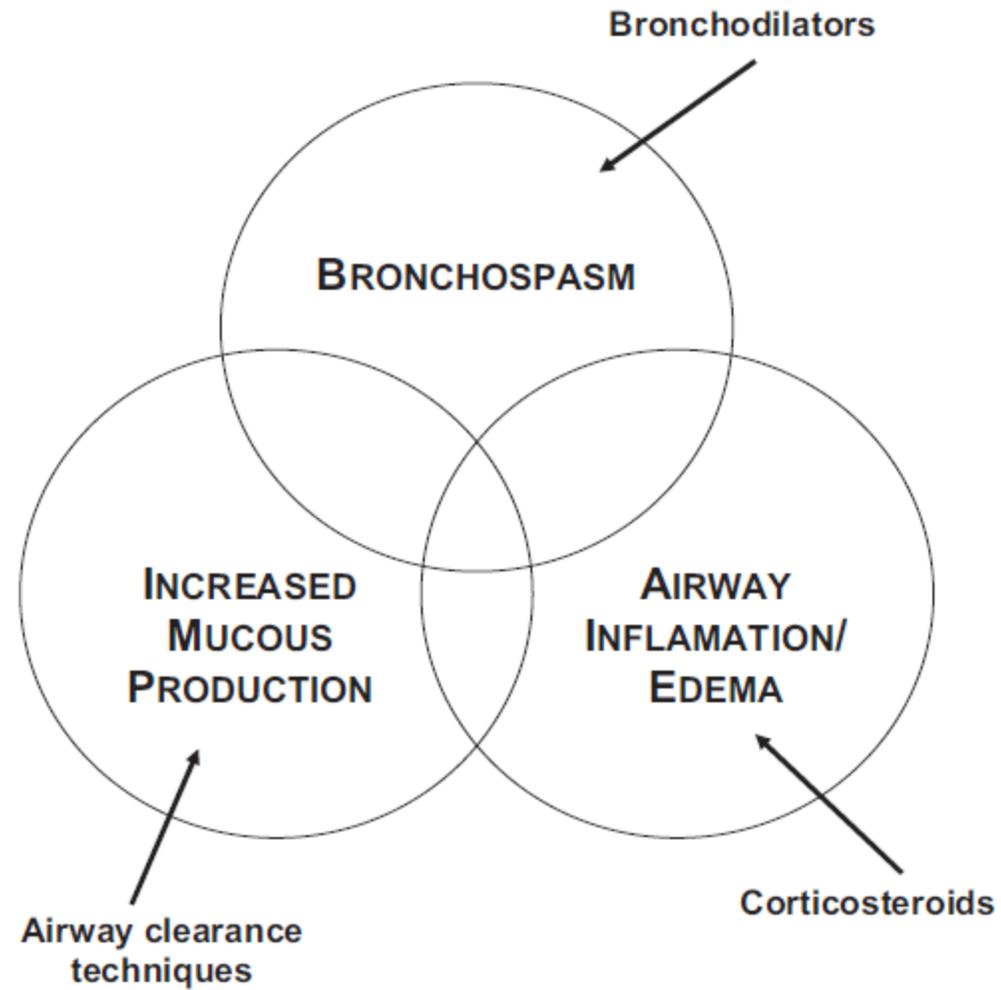
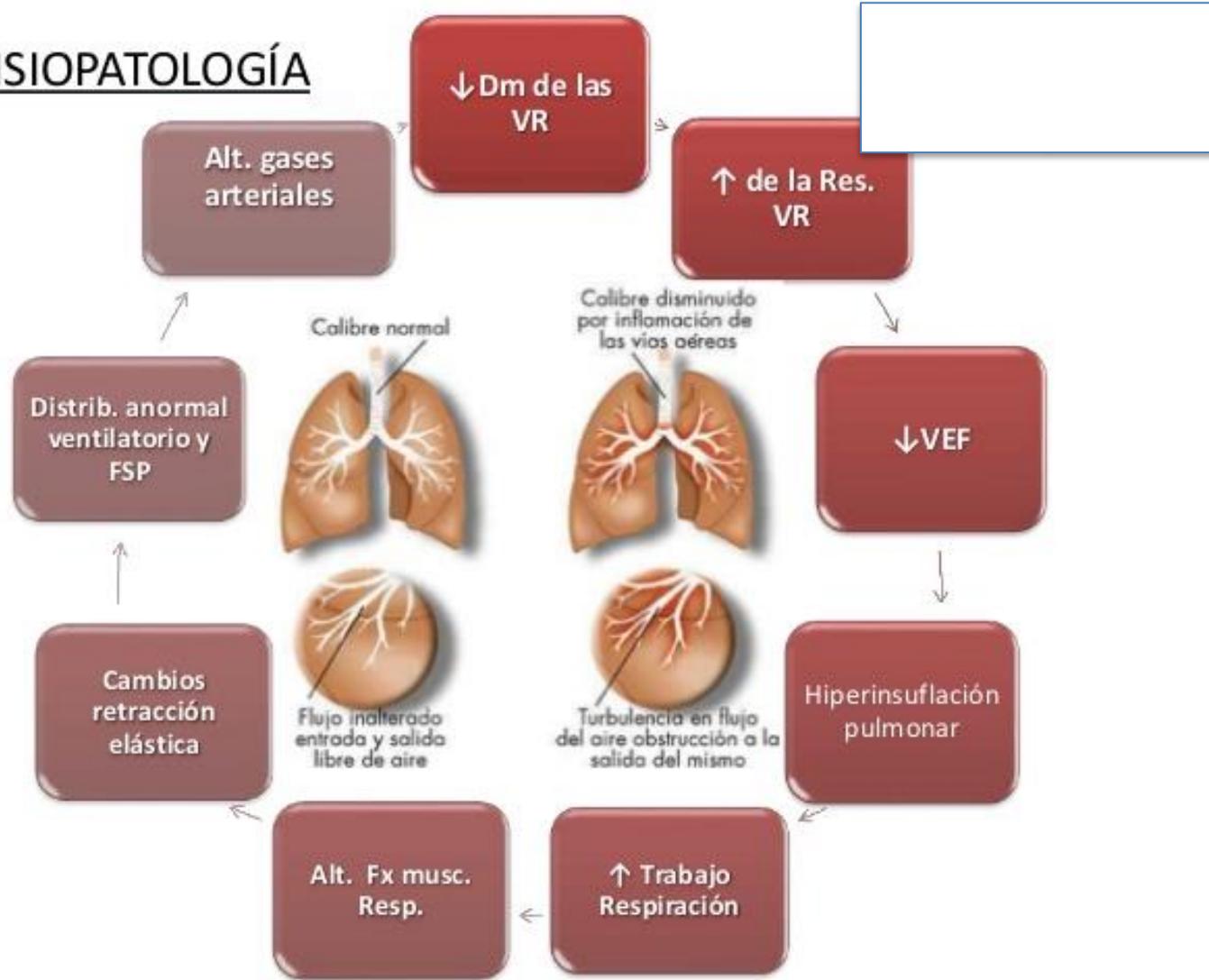


Fig. 1. Pathophysiology and treatment of acute exacerbation.

Fisiopatología : asma

- Inflamación de las vías respiratorias -broncoconstricción mediada por músculo liso y obstrucción de la mucosa intraluminal
- Aumento de la resistencia de las vías respiratorias, hiperinflación pulmonar , **aumento del espacio muerto fisiológico** y prolongación de las constantes del tiempo espiratorio.
- La combinación de estos factores y el cierre prematuro de las vías respiratorias inflamadas durante la espiración conducen a una hiperinflación dinámica y a una presión positiva al final de la espiración positiva en el nivel alveolar (auto-PEEP)

FISIOPATOLOGÍA



Fisiopatología : asma

- La respuesta inicial a esta fisiopatología es la taquipnea con un **aumento en la ventilación minuto e hipocapnia**.
- Sin embargo, en el contexto de la obstrucción al flujo de aire, este aumento de la ventilación minuto conduce a una **exhalación incompleta, atrapamiento de aire e hiperinflación dinámica**.
- La elevación de la presión intratorácica a partir de esta hiperinflación dinámica puede provocar **barotrauma y compromiso hemodinámico** por precarga deteriorada.(**interacción cardio pulmonar**)

Fisiopatología : asma

- La alta resistencia de las vías respiratorias y la hiperinflación también aumentan el trabajo inspiratorio durante la inspiración.
- Este funcionamiento sostenido de los músculos respiratorios conduce a una mayor demanda metabólica y puede provocar fatiga muscular respiratoria con el tiempo.
- **Es clave un monitoreo clínico frecuente para adelantarse a situaciones de riesgo**

Soporte No invasivo

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Nasal high flow in management of children with status asthmaticus: a retrospective observational study

Florent Baudin^{1,2*}, Alexandra Buisson¹, Blandine Vanel¹, Bruno Massenavette¹, Robin Pouyau¹ and Etienne Javouhey^{1,2}

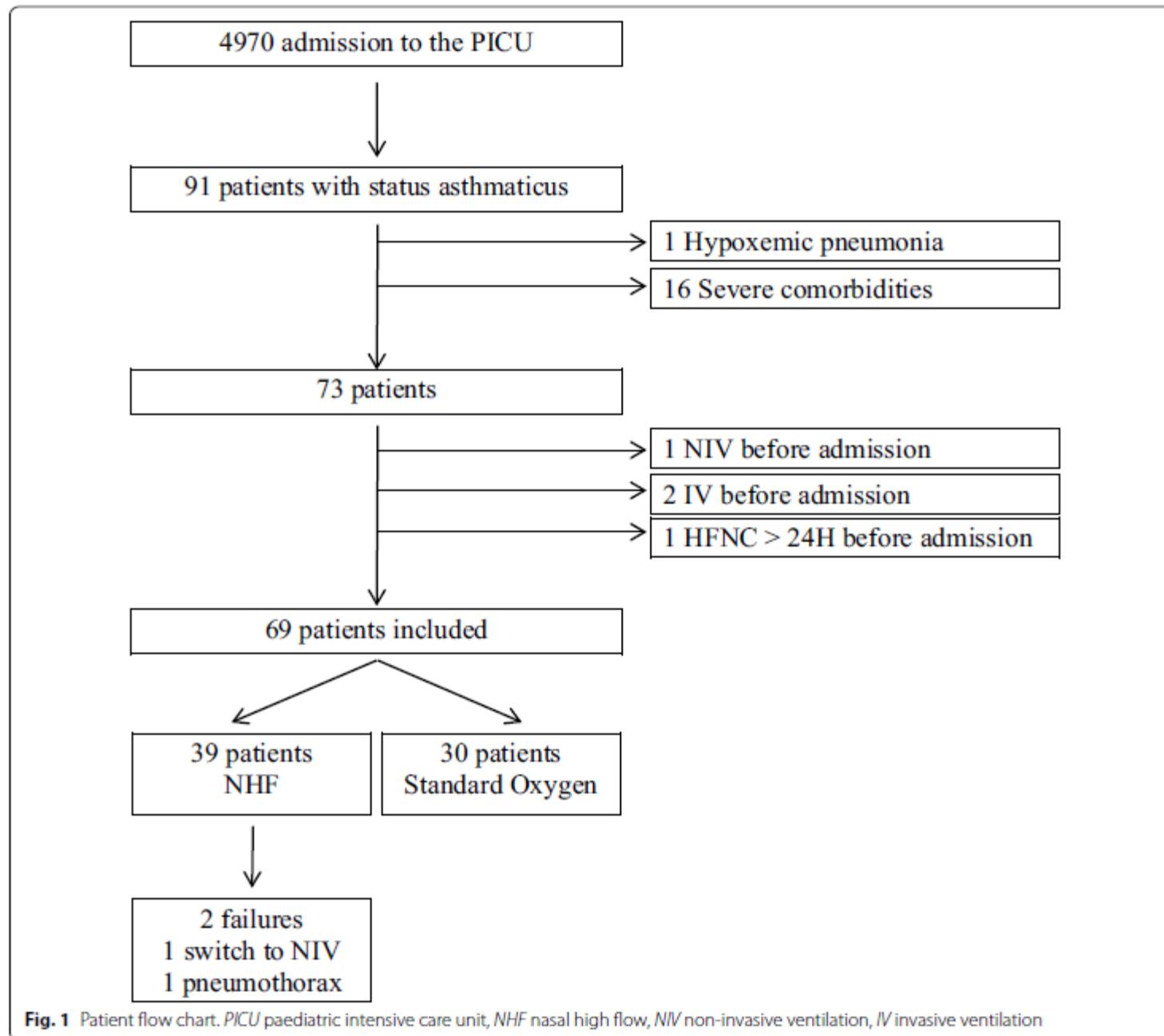
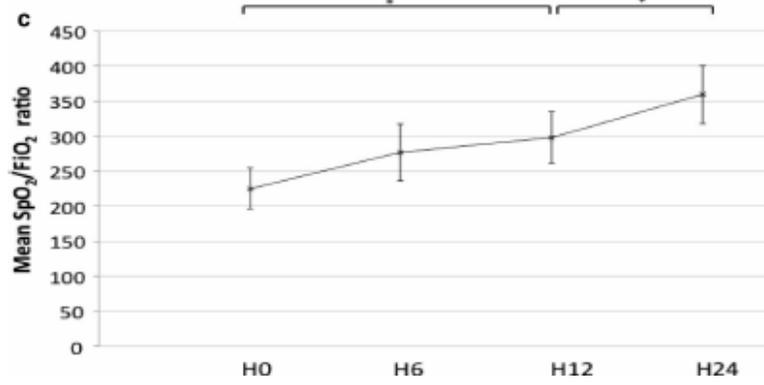
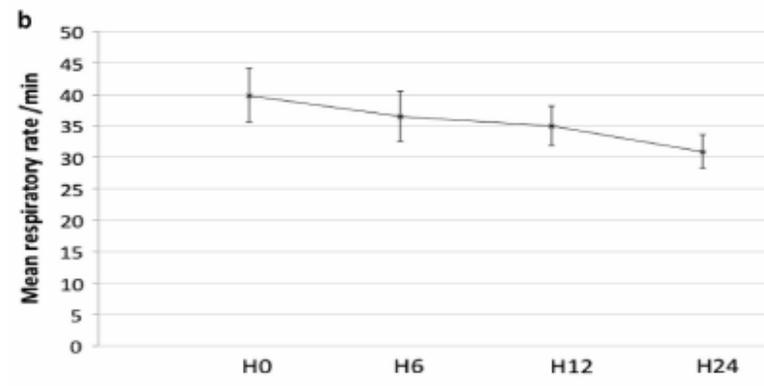
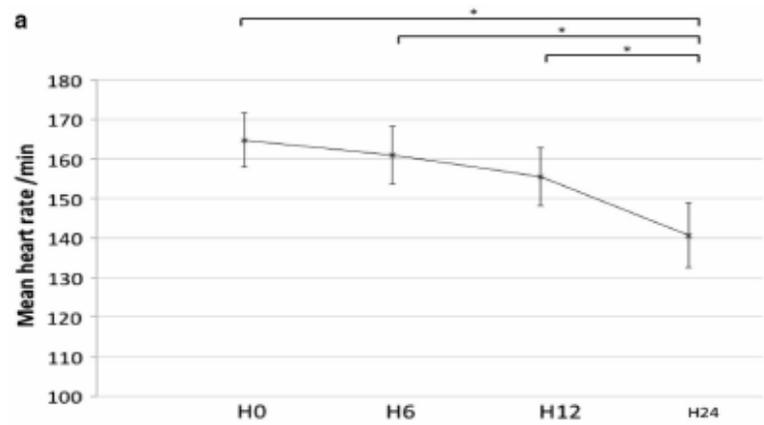


Fig. 1 Patient flow chart. *PICU* paediatric intensive care unit, *NHF* nasal high flow, *NIV* non-invasive ventilation, *IV* invasive ventilation



VMNI: Asma

- La intervención temprana con VMNI en el asma aguda grave puede mejorar los resultados y potencialmente prevenir la intubación endotraqueal
 - (Thill et al. 2004 ; Carroll and Schramm 2006a ; Beers et al. 2007).

VMNI:Asma

- **CPAP o BIPAP**
- La VMNI actúa ayudando a evitar el colapso de las vías respiratorias durante la exhalación , reduce la fatiga de los músculos respiratorios fatigados y mejora la disnea.
- En BIPAP la presión inspiratoria ayuda a mejorar los volúmenes corrientes, apoyando aún más la función respiratoria del niño y mejorando el intercambio de gases.
- VMNI preserva la vía respiratoria natural evitando potencialmente algunas de las complicaciones asociadas con la ventilación invasiva

Noninvasive ventilation in status asthmaticus in children: levels of evidence

Table 3 - GRADE system for quality of evidence

Author	High	Moderate	Low	Very low
Basnet et al. ⁽¹⁷⁾	X			
Thill et al. ⁽¹⁸⁾	X			
Needleman et al. ⁽¹⁹⁾		X		
Williams, et al. ⁽²⁰⁾			X	
Beers et al. ⁽²¹⁾			X	
Mayordomo-Colunga et al. ⁽⁴⁾			X	
Carroll et al. ⁽¹⁰⁾				X
Akingbola et al. ⁽²²⁾				X
Haggenmacher et al. ⁽²³⁾				X

Noninvasive ventilation in status asthmaticus in children: levels of evidence

Conclusión:

Los resultados sugieren que la ventilación no invasiva es aplicable para el tratamiento del estado asmático en la mayoría de los pacientes pediátricos que no responden al tratamiento estándar.

Sin embargo, la evidencia disponible no puede considerarse concluyente, ya que es probable que una mayor investigación de alta calidad tenga un impacto y cambie la estimación del efecto.

Ventilación Mecánica



Indicaciones de intubacion:Asma

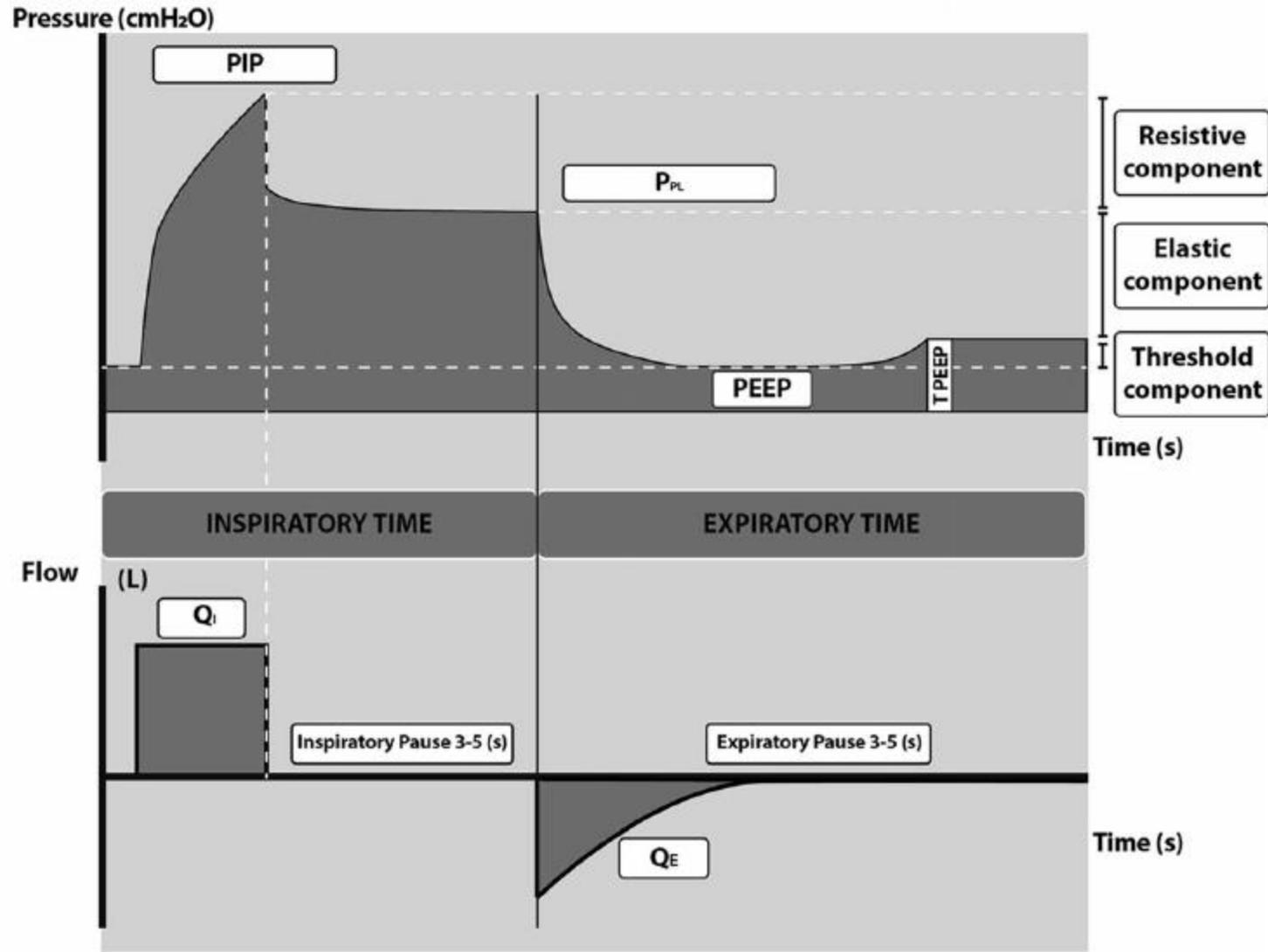
- La mayoría de las veces la indicacion es clinica, no gasometrica
- Indicaciones :
 - paro respiratorio o cardíaco, hipoxia severa o un rápido deterioro del estado mental

VMI: Asma –Intubacion

- La técnica de intubación de secuencia rápida es el método preferido en niños con asma aguda.
- Antes de la intubación, el niño debe ser preoxigenado con oxígeno al 100%
- La ketamina es un agente de inducción preferido debido a sus efectos broncodilatadores.
- **Volemizar o estar preparados para, por interacción cardiopulmonar**

Mecánica Ventilatoria

b



Resistivo: $(PIP - P_{pl})$; elástico: $(P_{pl} - tPEEP)$; y Umbral $tPEEP - PEEP$ (o autoPEEP),

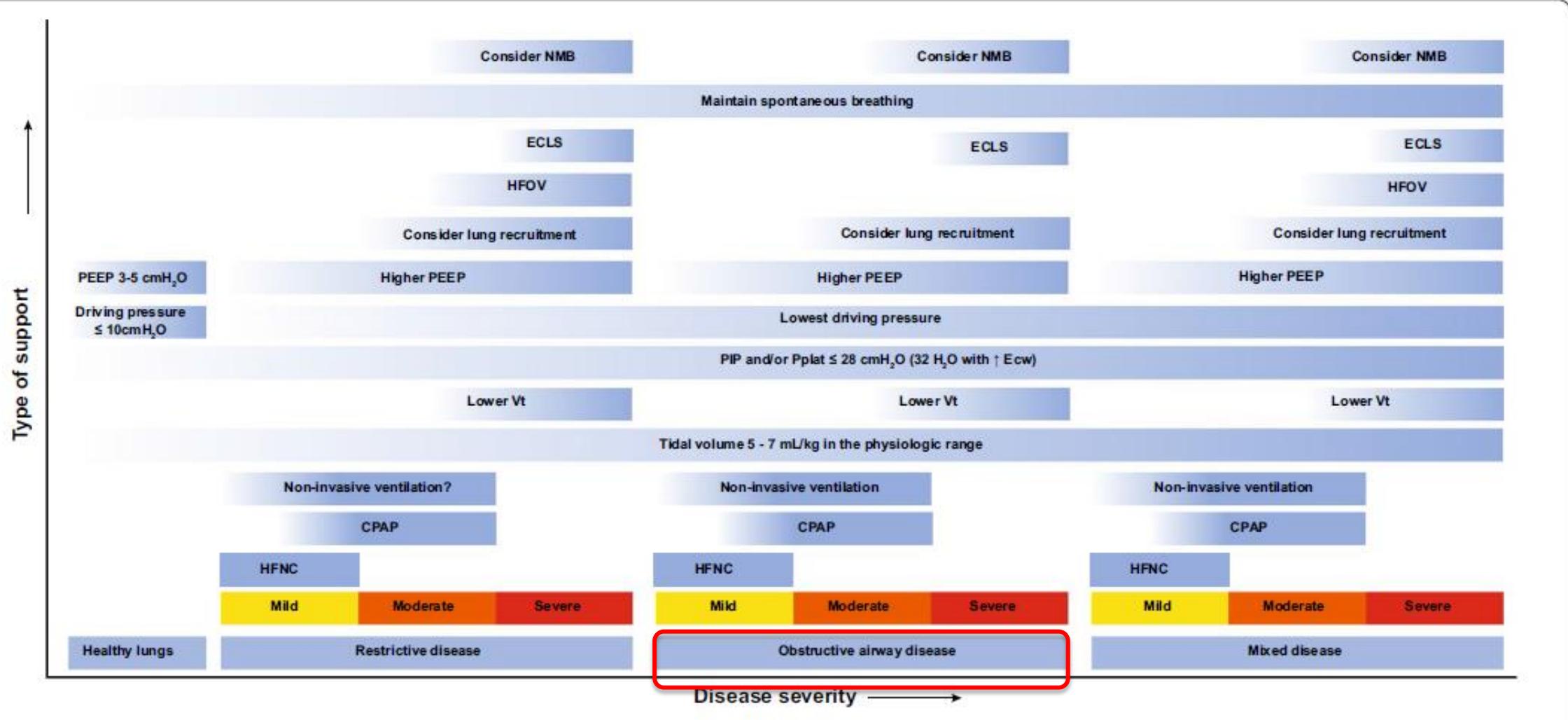
VMI; Estrategias ventilatorias

- **Clásico:** La hipoventilación controlada con bajas PIM, frecuencias respiratorias bajas e hipercapnia permisiva
 - esta estrategia mejora los resultados y disminuye las complicaciones
 - (Darioli y Perret1984, Sarnaik et al., 2004).
- Se sugieren presiones de meseta de menos de 30 cm H₂O y volúmenes tidales de menos de 8 ml / kg para reducir el potencial de barotrauma.
- Se han utilizado modos de presión y de volumen para ventilar niños con asma aguda e insuficiencia respiratoria, pero ninguno de los enfoques ha demostrado ser más eficaz que el otro
 - (Sarnaik et al. 2004 ; Malmstrom et al. 2001).

CONFERENCE REPORTS AND EXPERT PANEL



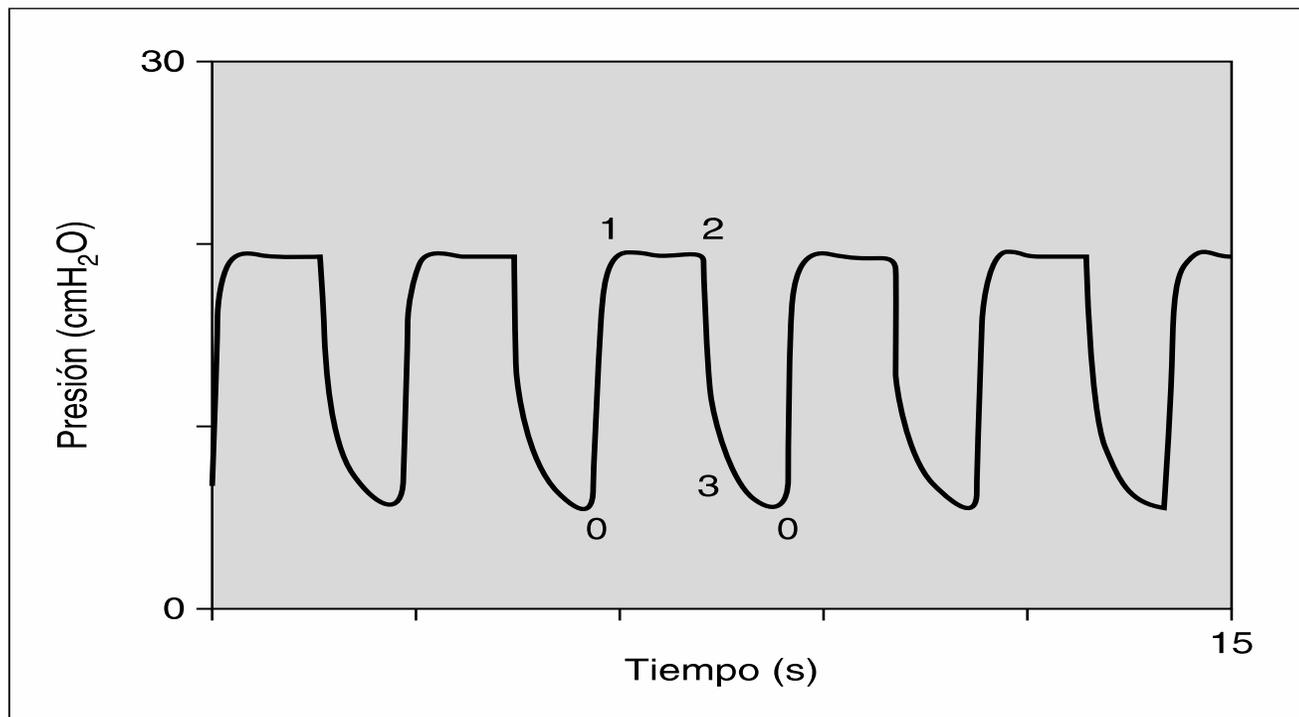
Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC)



VMI; Estrategias ventilatorias: PC vsVC

- **Presión:**
- Los modos de presión limitada proporcionan un flujo de gas desacelerado con una presión inspiratoria máxima preestablecida y un volumen corriente que variará en función de los cambios en la compliance y la resistencia.
- Esto tiene la ventaja teórica de limitar la hiperinflación .

En presión control...



Con flujo inspiratorio DECRECIENTE

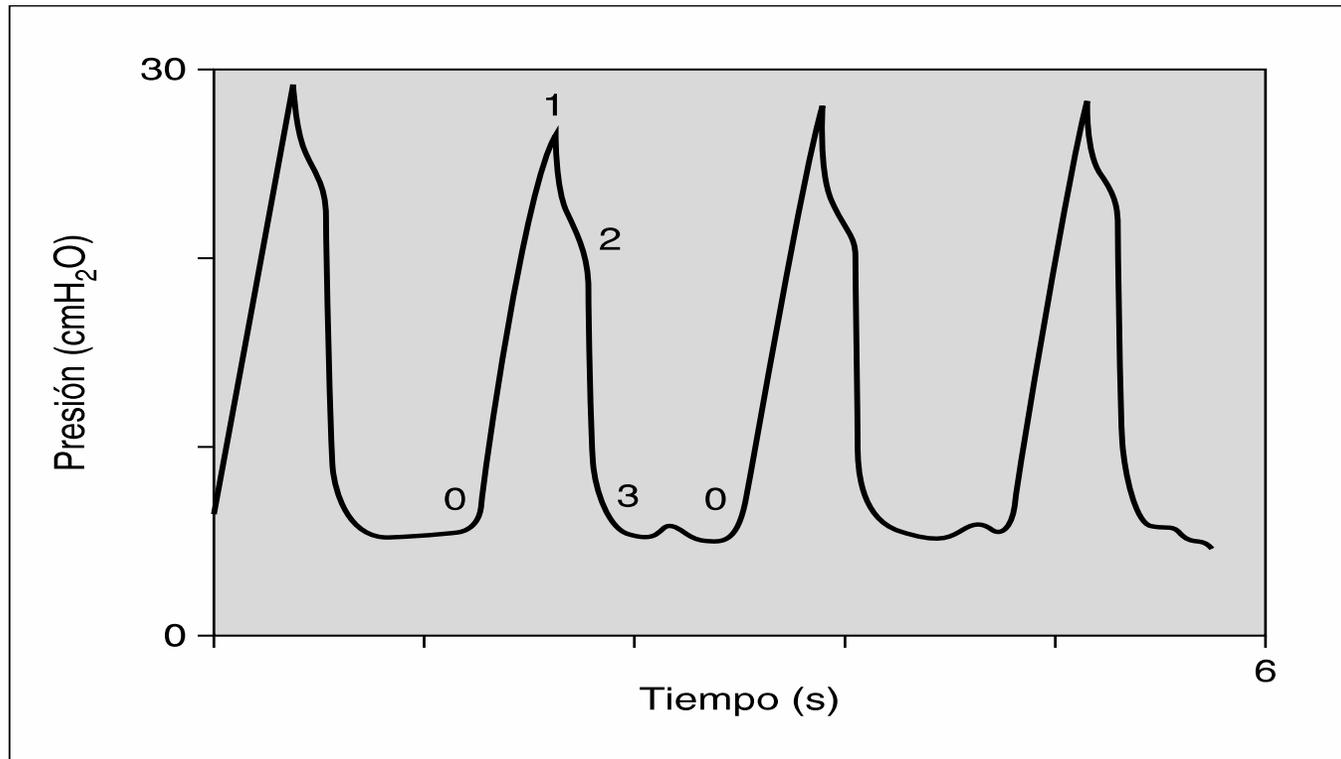
- 1 PIM
- 2 P meseta
- 3 PEEP

Figura 10. Curva de presión-tiempo en modalidad ciclada por presión (presión control, volumen control regulado por presión, SIMV por presión o presión de soporte).

VMI; Estrategias ventilatorias: PC vsVC

- **Volumen:**
- Los modos con volumen limitado proporcionarán un volumen tidal más constante.
- Sin embargo, puede haber sobredistensión y atrapamiento de aire en áreas con menos obstrucción de la vía aérea. (heterogeneo)
- Permite evaluar la respuesta a la terapia evaluando la diferencia entre las presiones de pico y meseta que reflejarán cambios en la resistencia.

En volumen control...



Con flujo inspiratorio CONSTANTE

- 1 PIM
- 2 P meseta
- 3 PEEP

Figura 9. Curva de presión-tiempo en modalidad ciclada por volumen (volumen control o SIMV por volumen).

VMI; Estrategias ventilatorias

- **Los modos combinados (VCRP)** de control de volumen regulados por presión pueden proporcionar un volumen tidal garantizado con un flujo de gas decelerado y combinar algunas de las ventajas de las ventilaciones de presión limitada (presión máxima preestablecida) y de volumen limitado (ventilación minuto consistente).
- Estos modos pueden ser mas efectivos en niños con asma aguda, pero se necesitan ensayos clínicos

VMI; estrategias de VM : PEEP

- El uso de PEEP externo en pacientes con asma aguda e insuficiencia respiratoria ha sido controvertido.
- PEEP puede aumentar aún más el atrapamiento aéreo y la hiperinflación dinámica.
 - (Oddo et al. 2006).
- Otros autores, recomiendan una PEEP extrínseca para que coincida con el auto-PEEP (PEEP intrínseco)
- PEEP externo minimiza la aparición de atelectasias y ayuda a mantener las vías respiratorias permeables para facilitar el aclaramiento mucoso.
- En la práctica, hay que balancear los posibles efectos beneficiosos y negativos del PEEP externo, y analizarlos en cada paciente.

CONFERENCE REPORTS AND EXPERT PANEL

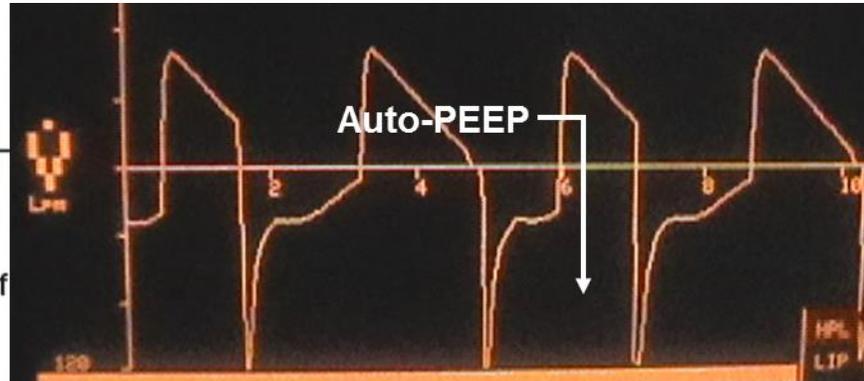
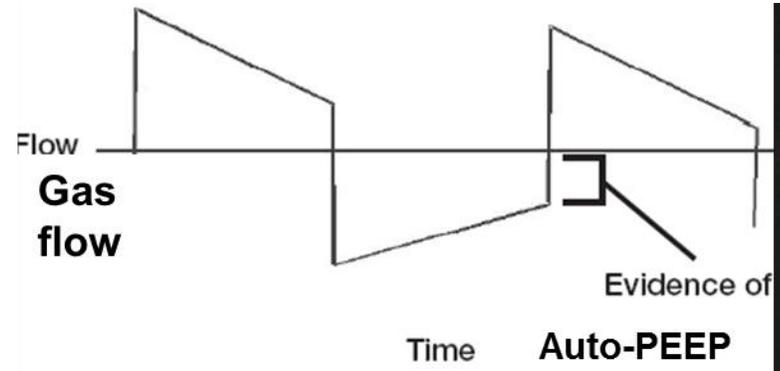


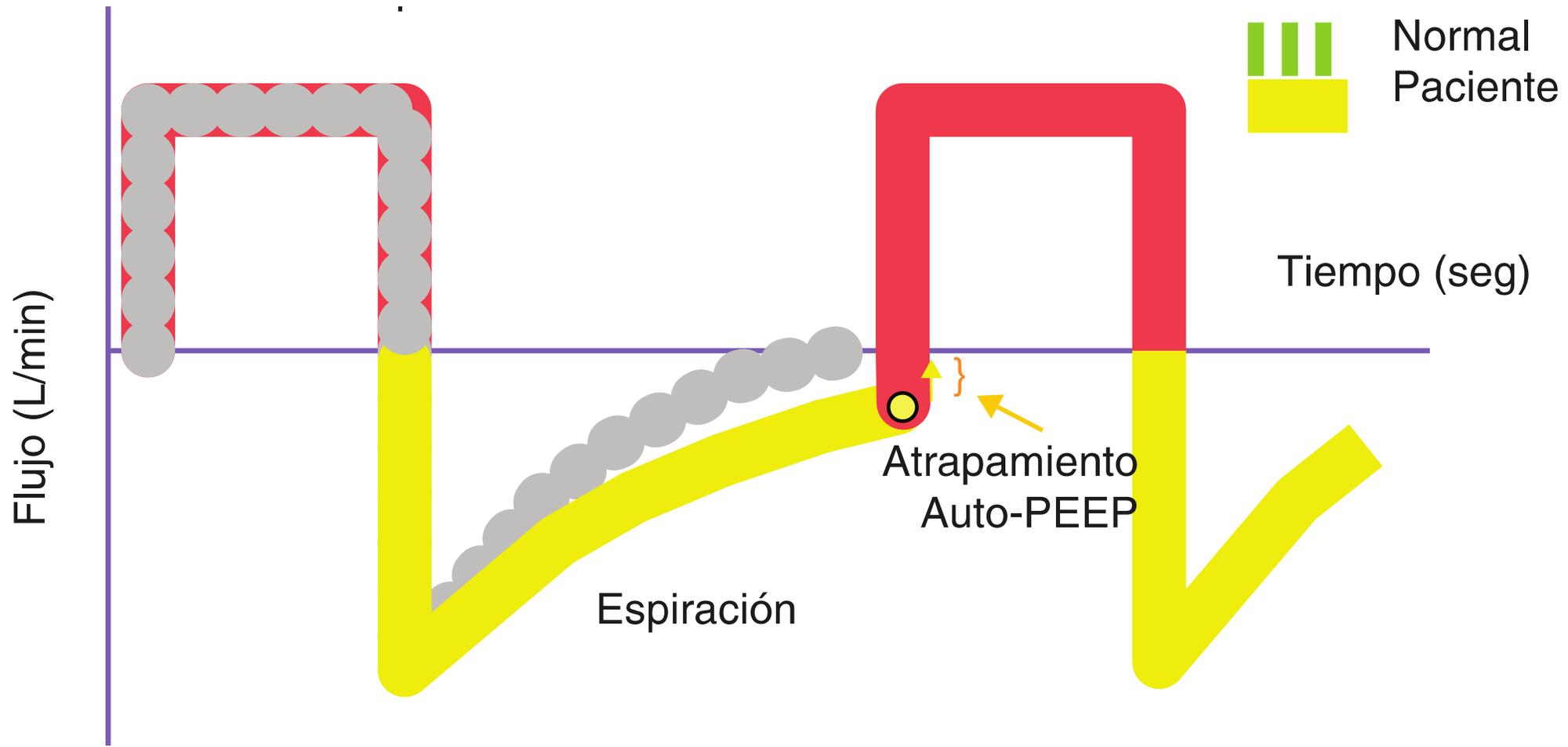
Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC)

Estableciendo PEEP

- **Estableciendo PEEP**
- En la vía aérea obstructiva o enfermedad mixta, no hay datos para recomendar el nivel de PEEP en niños sedados y / o paralizados que tienen suficientes tiempos de espiración.
- Sin embargo, la evaluación de la PEEP intrínseca y de Pplat puede ayudar a establecer la PEEP externa en niños con atrapamiento aéreo que están mecánicamente ventilados y sedados (**acuerdo fuerte**).
- Es necesario encontrar un equilibrio entre el reclutamiento alveolar y la sobredistensión alveolar (**acuerdo fuerte**).
- No hay datos que respalden la PEEP externa para atenuar el atrapamiento aéreo al mantener las vías respiratorias abiertas o guiar la cantidad permisible de PEEP externa para facilitar la respiración espontánea

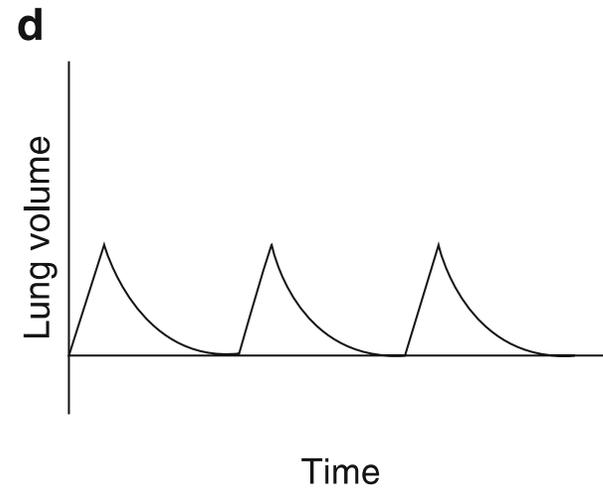
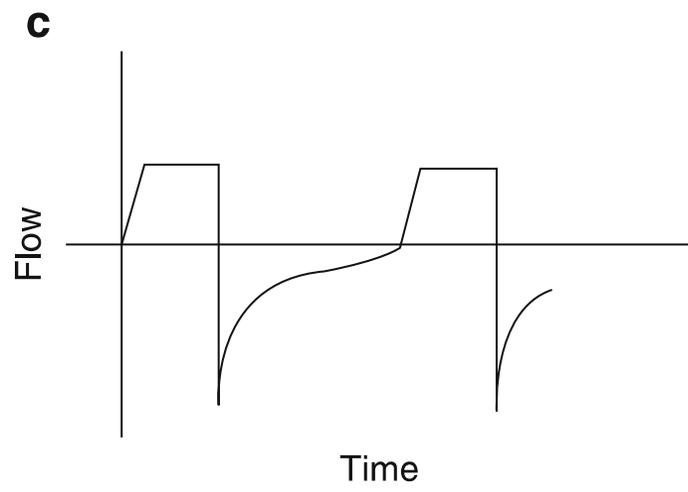
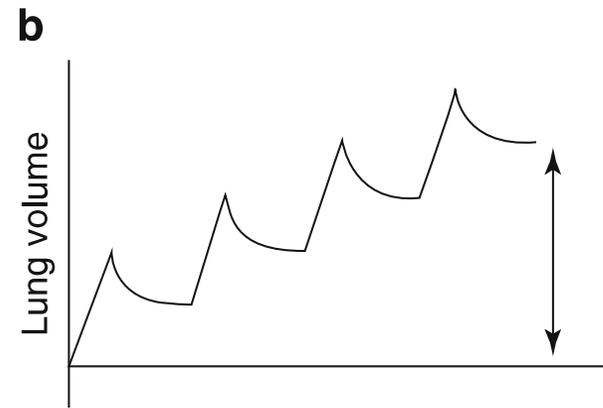
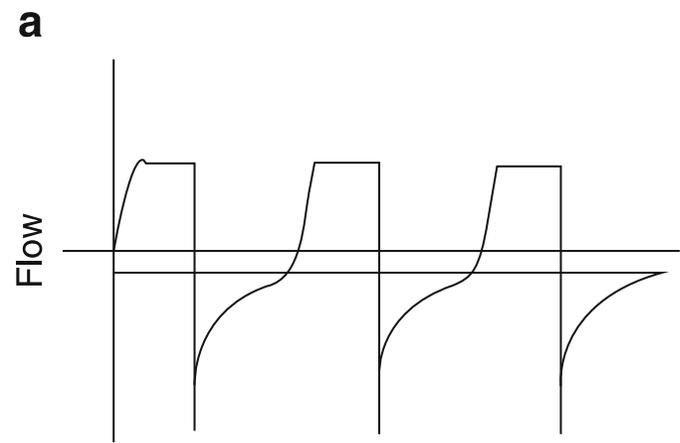
AUTO PEEP





Maniobra para auto peep





Atrapamiento de aire

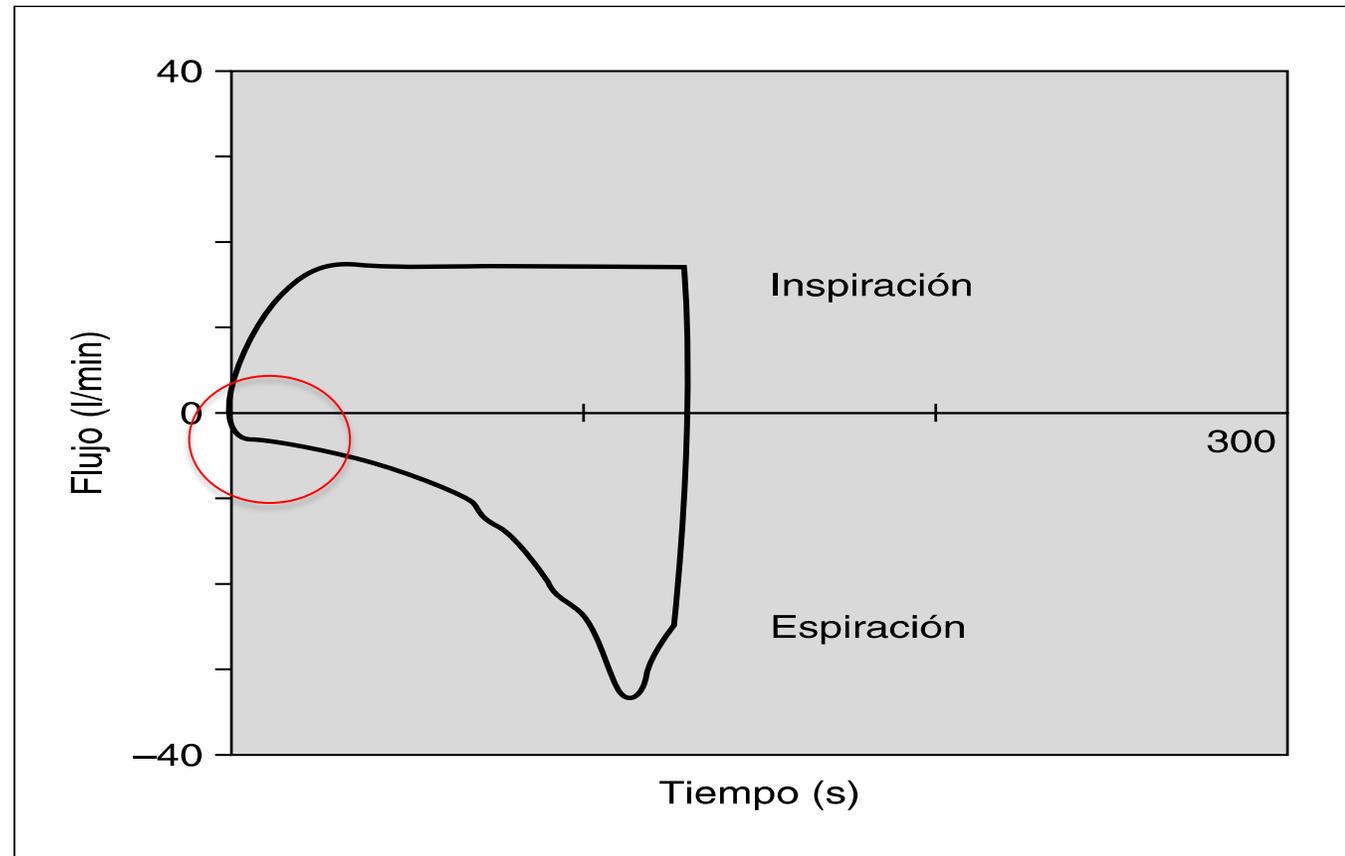


Figura 27. Curva flujo-volumen en modalidad volumen control. Obsérvese como el flujo espiratorio no llega a 0 (igual que en la curva flujo-tiempo) al inicio del siguiente ciclo respiratorio.

RESEARCH ARTICLE

Open Access



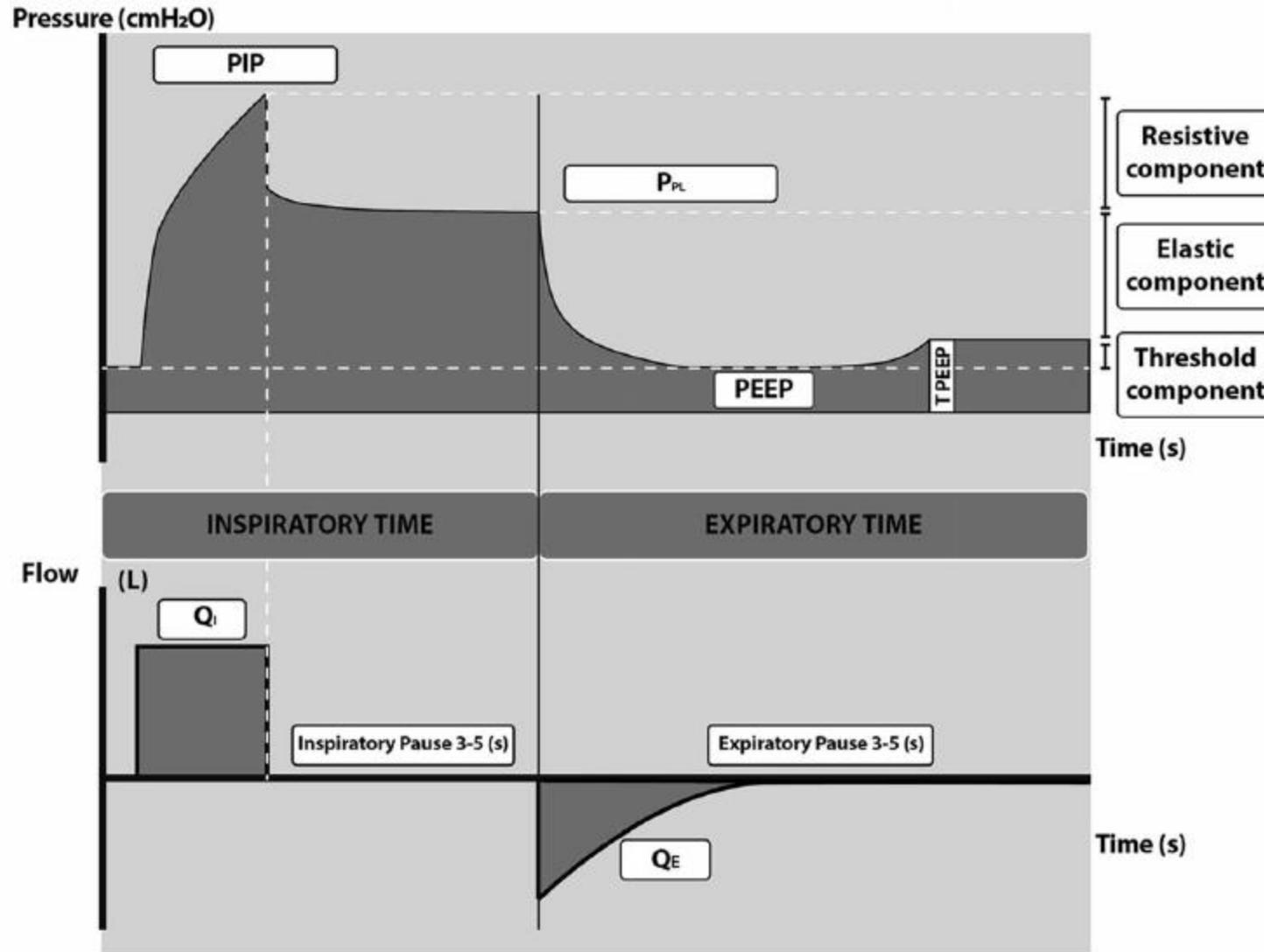
Respiratory mechanics in infants with severe bronchiolitis on controlled mechanical ventilation

Pablo Cruces^{1,2}, Sebastián González-Dambrauskas³, Julio Quilodrán¹, Jorge Valenzuela¹, Javier Martínez³, Natalia Rivero¹, Pablo Arias¹ and Franco Díaz^{4,5*}

Bronquiolitis

- Bronquiolitis es una enfermedad viral del tracto respiratorio bajo, entidad clínica frecuente en los niños menores de 24 meses, con un amplio espectro en su expresión clínica, sin una definición de consenso, cuya etología es principalmente el Virus Respiratorio Sincicial (VRS).
- Restrictivo? Obstructivo? ... Mixto

b



Resistivo: (PIP – Ppl); elástico: (Ppl - tPEEP);y Umbral tPEEP - PEEP (o autoPEEP),

Respiratory mechanics in infants with severe bronchiolitis on controlled mechanical ventilation

Cruces et al. BMC Pulmonary Medicine (2017) 17:129

- El componente elástico de el sistema respiratorio (es decir, las unidades pulmonares distales y pared torácica) y no la resistencia de las vías respiratorias es el principal determinante del trabajo impuesto sobre MV.
- Casi tres cuartas partes de la carga de trabajo total se genera para superar el componente elástico del sistema respiratorio.
- Además, encontraron que la resistencia calculada y la constante de tiempo fueron similares durante el espiratorio y fase inspiratoria, que muestra un aumento en la resistencia espiratoria no es la principal alteración en pacientes con bronquiolitis bajo ventilación mecánica.

- GRACIAS