



ECCri 2014  
TUCUMÁN



## **VII Congreso Argentino de Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría**

VI Jornadas de Enfermería en Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría  
V Jornadas de Kinesiología en Emergencias y Cuidados Críticos en Pediatría

# **Pro-Con Ventilación por presión en asma**

Tomas Iolster

[tiolster@cas.austral.edu.ar](mailto:tiolster@cas.austral.edu.ar)

# Asma

Obstrucción severa al flujo de aire

Flujo espiratorio lento

Incidencia de en  
aumento

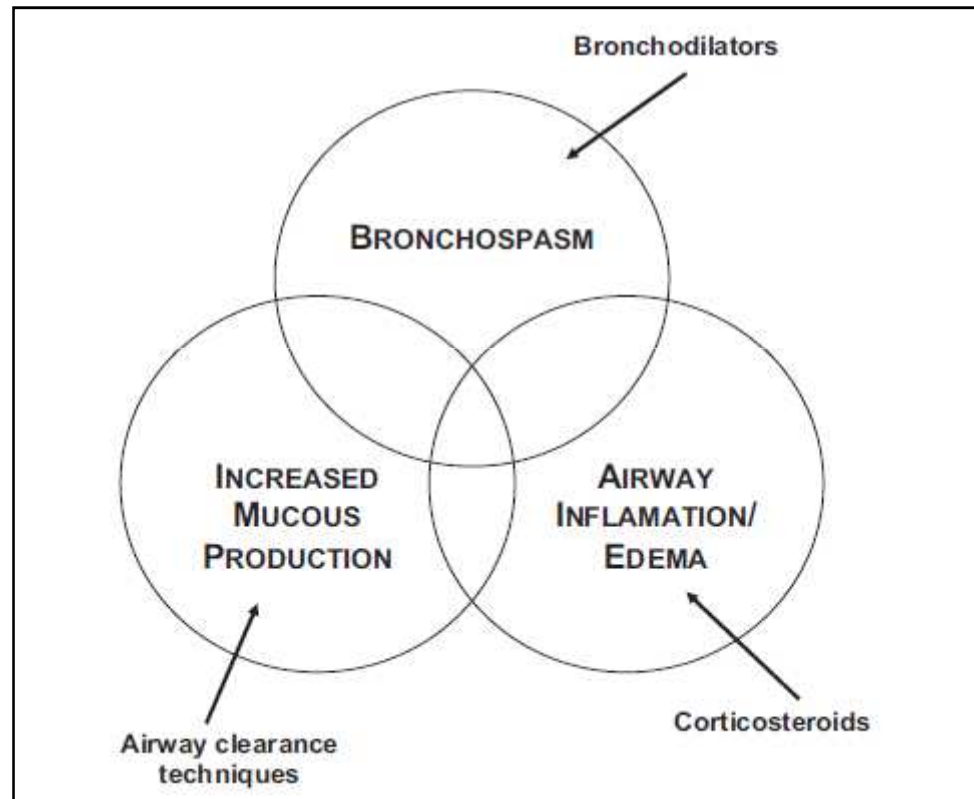
5.8% en 2003- 9.6% en 2007

CDC, EEUU

Mortalidad se mantiene  
(descenso?)

# Evitar la ARM

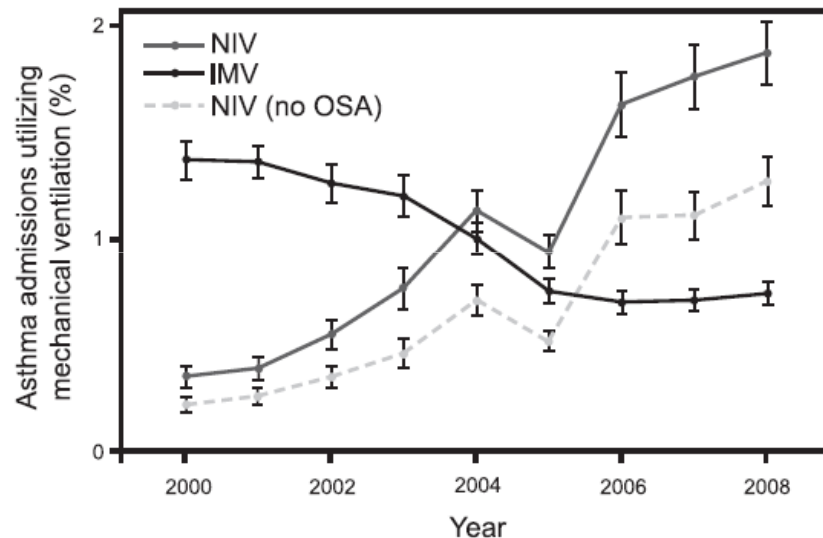
- Oxígeno
- B2 agonistas
- Corticoides
- Anticolinérgicos
- Sulfato de Mg



Carroll CL. Crit Care Clin, 2009

# Tratamientos avanzados

## Tratamiento de segunda línea VNI



Nanchal R. *Respiratory Care*, 2014

Carroll CL. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 2006  
Meduri GU. *Chest*, 1996  
Pollack CV. *Ann Emerg Med*, 1995  
Soroksky A. *Chest*, 2003  
Basnet S. *Pediatr Crit Care Med*, 2012

## Tratamientos de rescate

ARM

Aminofilina

Heliox

Anestésicos

ECMO

Carroll CL. *Crit Care Clin*, 2009

# Intubación del niño asmático

- Precauciones:

Ventilación a presión positiva incrementa el riesgo de barotrauma e hipotensión

*Tuxen DV. Am Rev Respir Dis, 1987*

> 50% de la morbilidad/mortalidad ocurren durante o inmediatamente luego de intubación

*Zimmerman JL. Crit Care Med, 1993*



# Mortalidad

- Los casos con mala evolución son la consecuencia de alguna de las complicaciones del atrapamiento aéreo

Hipotensión

Barotrauma

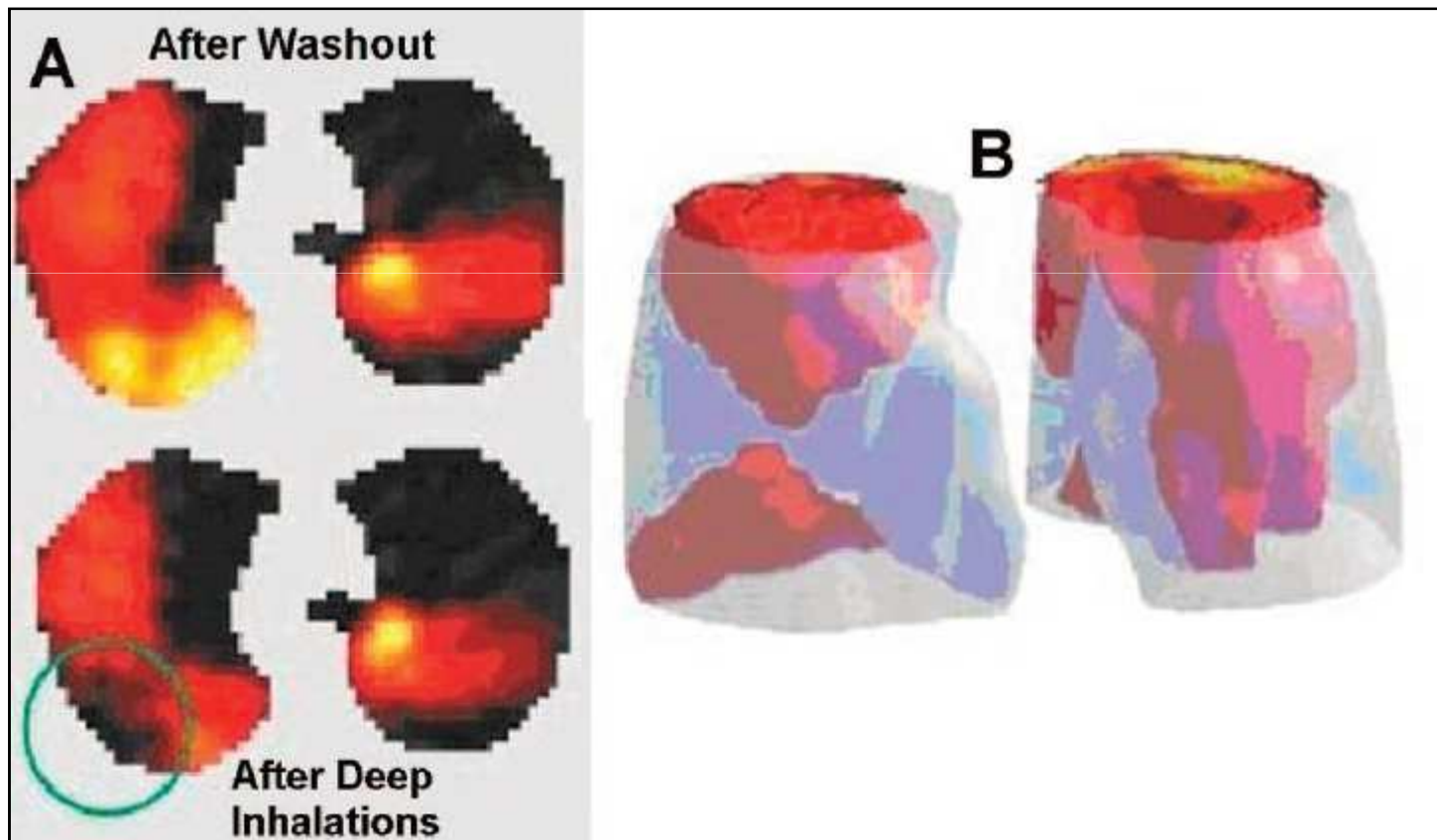
Acidosis respiratoria

Cual es la pregunta?

Presión control vs volumen control?

# Distribución de los gases

## Obstrucción no homogénea





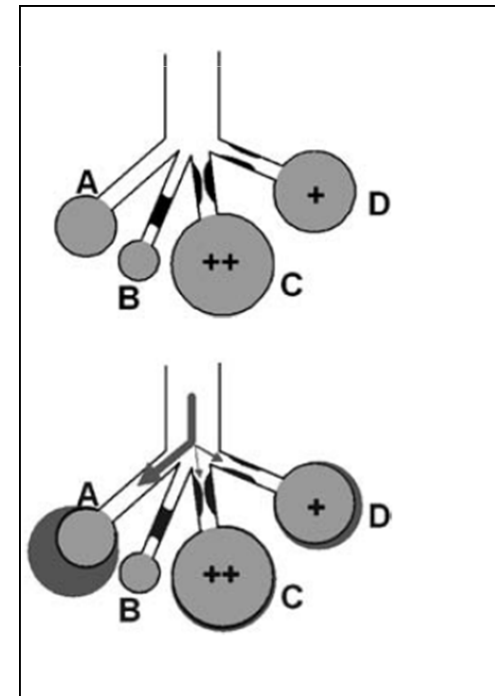
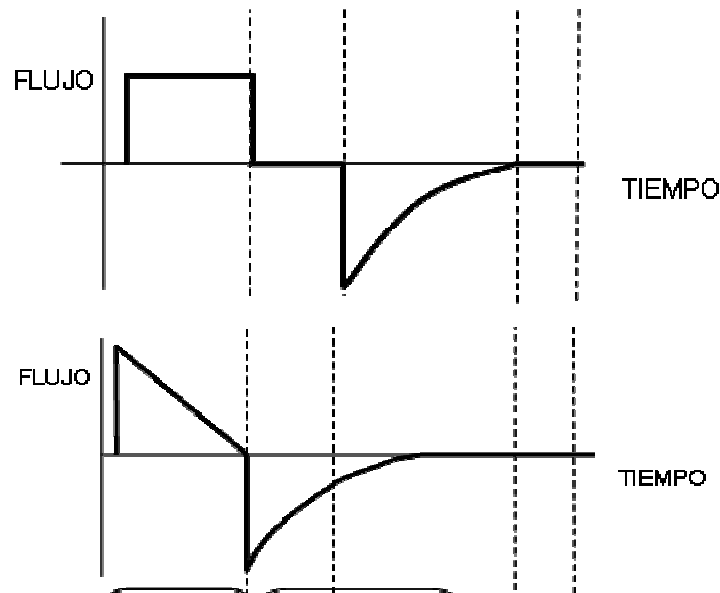
# Distribución de los gases

En obstrucción (no homogénea)

**Flujo:** Velocidad a la cual el gas es aportado al paciente

Litros/segundos o litros/minuto

(Continuo, desacelerado, sinusoidal, exponencial)



# Qué muestra la evidencia?

No hay estudios randomizados comparando las 2 modalidades en pediatría ni en adultos

## Fatal and Near-Fatal Asthma in Children: The Critical Care Perspective

Christopher J. L. Newth, MD, FRCPC<sup>1</sup>, Kathleen L. Meert, MD<sup>2</sup>, Amy E. Clark, MS<sup>3</sup>, Frank W. Moler, MD<sup>4</sup>, Athena F. Zuppa, MD<sup>5</sup>, Robert A. Berg, MD<sup>5</sup>, Murray M. Pollack, MD<sup>6</sup>, Katherine A. Sward, PhD, RN<sup>7</sup>, John T. Berger, MD<sup>8</sup>, David L. Wessel, MD<sup>8</sup>, Rick E. Harrison, MD<sup>9</sup>, Jean Reardon, BSN, RN<sup>8</sup>, Joseph A. Carcillo, MD<sup>10</sup>, Thomas P. Shanley, MD<sup>4</sup>, Richard Holubkov, PhD<sup>3</sup>, J. Michael Dean, MD<sup>3</sup>, Allan Doctor, MD<sup>11</sup>, and Carol E. Nicholson, MD<sup>12</sup>, for the *Eunice Kennedy Shriver* National Institute of Child Health and Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network\*

2012

2005-2009, 8 UCIPs, 260 pacientes

11 fallecidos (4%), 10 con PCR prehospitalario

12% sobrevivió con complicaciones:

encefalopatía, miopatía, daño pulmonar

63% recibió VCP

No se comparó una modalidad con otra

Poca mortalidad y complicaciones severas (18%)

# Evidencia VCP

Wetzel, et al. Pressure support ventilation in children with sever asthma. *Crit Care Med*, 1996

Robin G et al. Efficacy, results, and complications of mechanical ventilation in children with status asthmaticus. *Pediatr Pulmonol*, 1991

López-Herce J et al. To the editor: On pressure-controlled ventilation in severe asthma. *Pediatr Pulmonol*, 1996

## Pressure-controlled ventilation in children with severe status asthmaticus\*

Ashok P. Sarnaik, MD, FAAP, FCCM; Kshama M. Daphtary, MD; Kathleen L. Meert, MD, FAAP; Mary W. Lieh-Lai, MD, FAAP; Sabrina M. Heidemann, MD, FAAP

*PCCM, 2004*

### Conclusión:

Este estudio retrospectivo de 51 episodios en 40 pacientes demuestra eficacia de la VCP en el tratamiento de niños con falla respiratoria aguda debido a estado asmático severo

# Evidencia VCV

Cox RG, et al. Efficacy, results, and complications of mechanical ventilation in children with status asthmaticus. *Pediatr Pulmonol* ,1991

VM 19 pacientes, 2 neumotorax

Stein R, et al. Severe acute asthma in a pediatric intensive care unit: Six years' experience. *Pediatrics* ,1989

VM 40 pacientes 15% neumotorax, 7.5% mortalida muerte cerebral

Shugg AW, et al. Mechanical ventilation of paediatric patients with asthma: Short- and long-term outcome. *J Paediatr Child Health* 1990

VM 34 pacientes. 5 muertos 4 muerte cerebral. 20% neumotorax

Simpson H, et al. Severe ventilatory failure in asthma in children. *Arch Dis Child* 1978

6 pacientes, no complicaciones

# Cambio de paradigma

- Cambio en el manejo ventilatorio de pacientes asmáticos

Introducción de la estrategia

hipoventilación controlada

Ausencia de mortalidad en 34 episodios de 26 pacientes

Menos complicaciones que controles históricos

Darioli R, Perret C. Mechanical controlled hypoventilation in status asthmaticus. *Am Rev Respir Dis*, 1984

# Evidencia. Es indispensable?

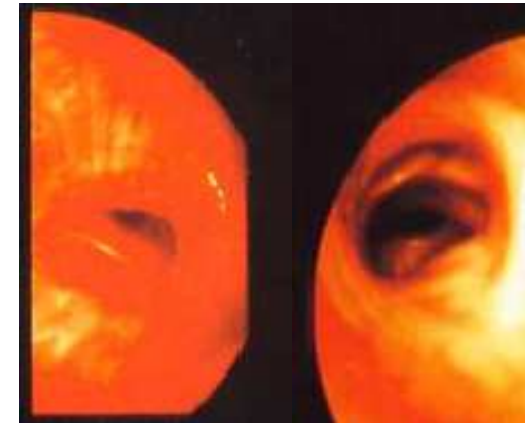




# Principios fisiopatológicos



Aumento de las resistencias  
de la VA (expiración)



# Ventajas de la VCV

En condiciones de fluctuación de la resistencia y autoPEEP, la VCP genera VT variables

Riesgos:

hipoventilación alveolar vs presiones altas  
sobredistensión alveolar

La VCV elimina estas complicaciones

Es fácil monitorizar y limitar las presiones

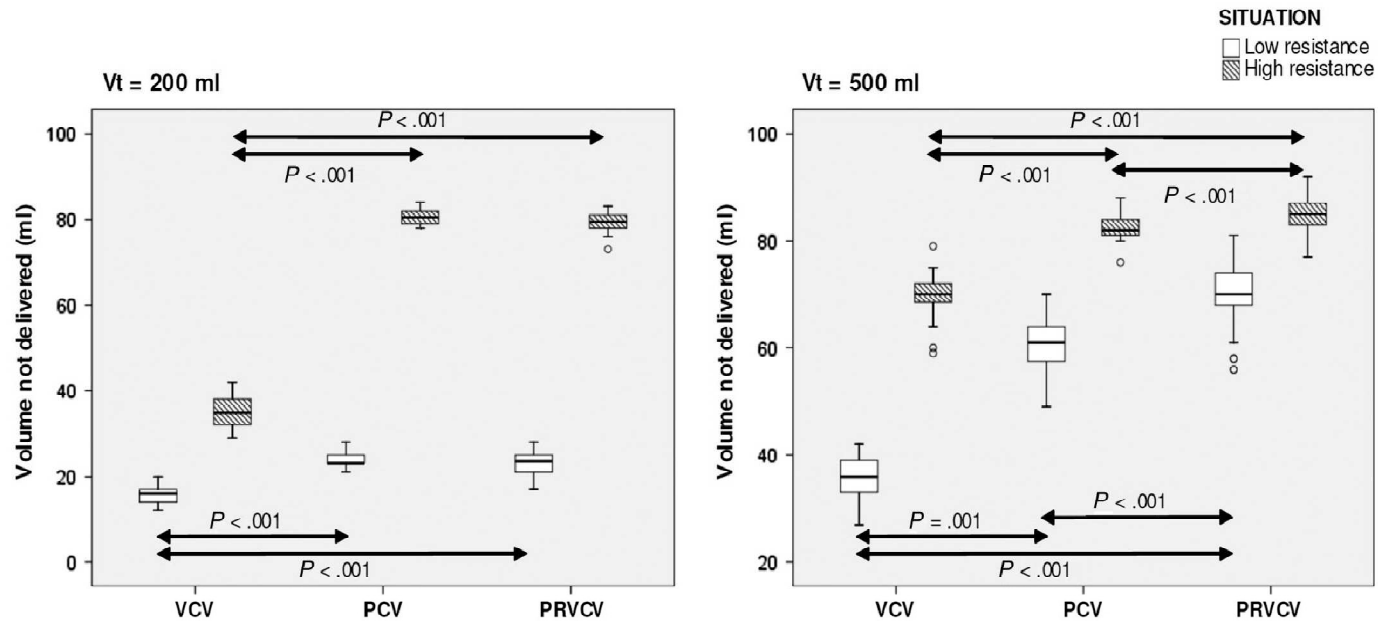


Is pressure-regulated volume control mode appropriate for severely obstructed patients?☆

TV (ml)	Resistance	V mode	PIP (cm H <sub>2</sub> O)	Pplat (cm H <sub>2</sub> O)	iPEEP (cm H <sub>2</sub> O)	C (mL/cm H <sub>2</sub> O)	R (cm H <sub>2</sub> O × min/L)	T (s)
200	LR	VCV	17	14	0	22.22	0.16	0.21
		PRVCV	15	14	0			
		PCV	15	14	0			
	HR	VCV	30	14	0	22.22	0.84	1.12
		PRVCV	18	14	0			
		PCV	18	14	0			
500	LR	VCV	33	27	0	22.73	0.16	0.22
		PRVCV	27	27	0			
		PCV	27	27	0			
	HR	VCV	58	27	0	22.73	0.84	1.14
		PRVCV	32	27	0			
		PCV	32	27	0			

V mode indicates ventilation mode; Pplat, plateau pressure; iPEEP, intrinsic positive end-expiratory pressure; C, compliance; R, resistance.

# Volúmenes durante VCP y PRVC



El volumen entregado fue menor con la VCP o PRVCV que con la VCV en situaciones de alta resistencia de la VA

# Todo lo que ingresa debe salir

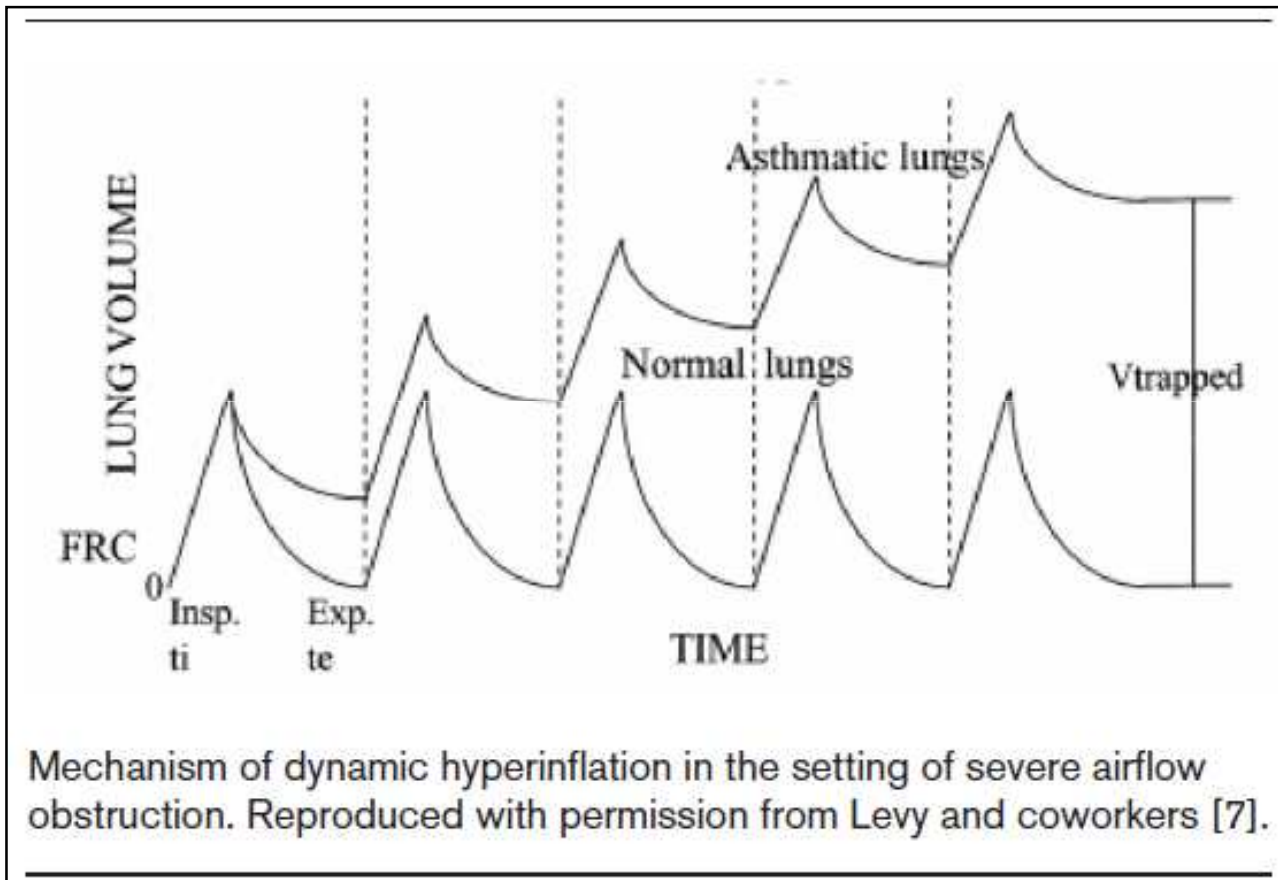
- Cuando ventilamos utilizando VCP desconocemos cuanto volumen ingresa al pulmón.
- Perdemos un parámetro de control

# Atrapamiento aéreo

Particular atención al desarrollo de atrapamiento aéreo e hiperinsuflación

- Como medirlo
- Como limitarlo
- Como disminuir la probabilidad de que ocurra

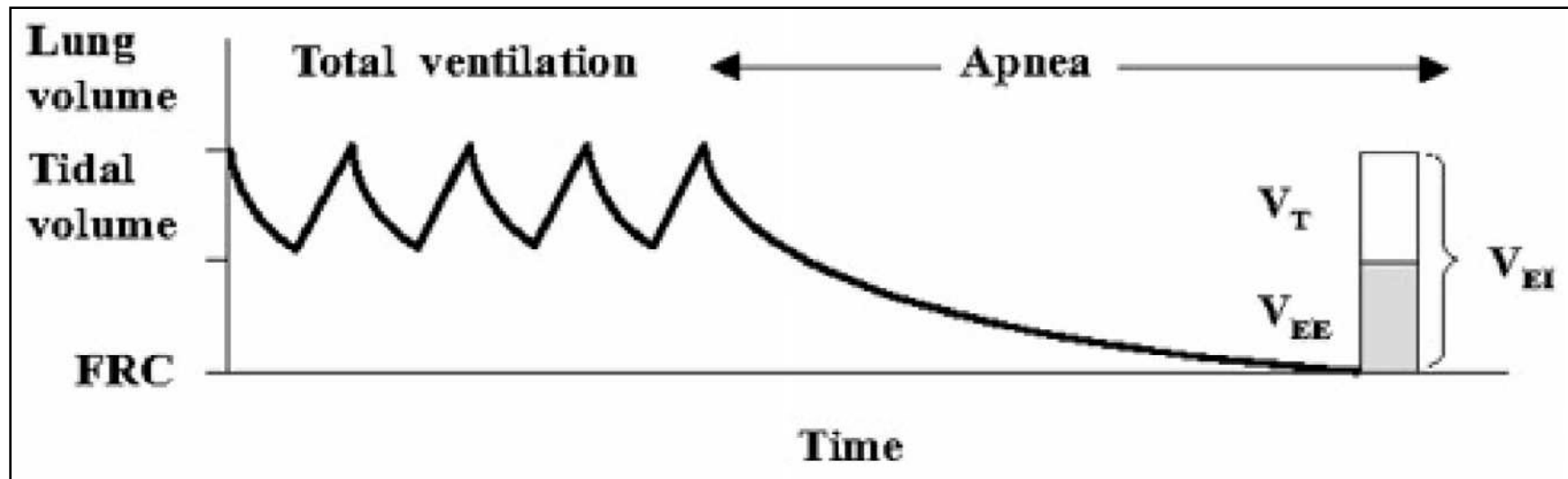
# Atrapamiento aéreo



Levy BD. *Intensive Care Med*, 1998

# Atrapamiento aéreo

- Volumen al final de la inspiración ( $V_{EI}$ )



Tuxen and Lane. *Am Rev Respir Dis*, 1987

< 20 ml/kg



# AutoPEEP

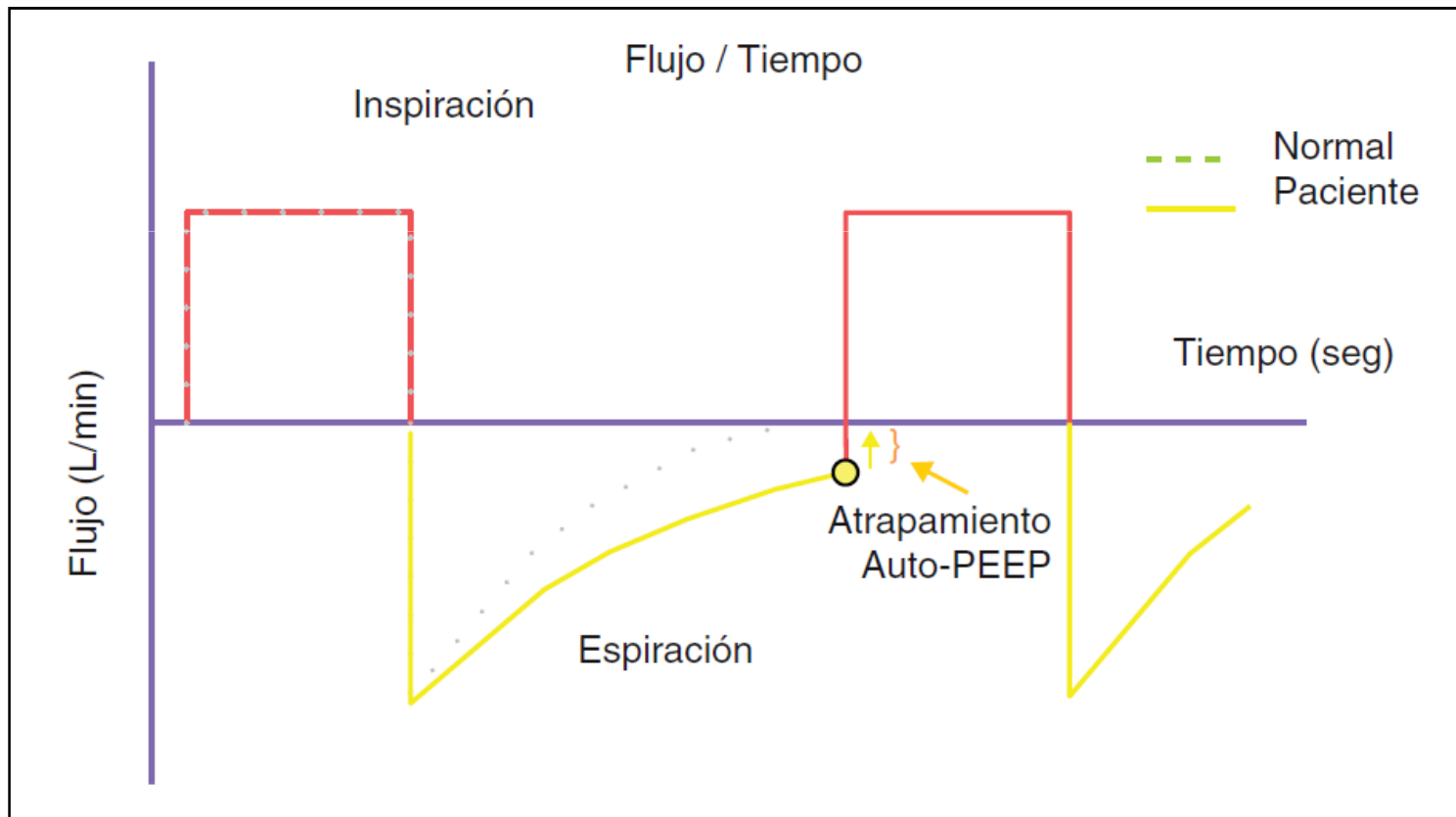
- Cuantifica la P que excede el nivel de PEEP prefijado y significa hiperinsuflación.
- La P total al final de la espiración es = PEEP + autoPEEP.

3 factores que lo determinan:

1. Volumen minuto. (VT, FR o ambas)
2. Relación I/E
3. Constante de tiempo espiratoria

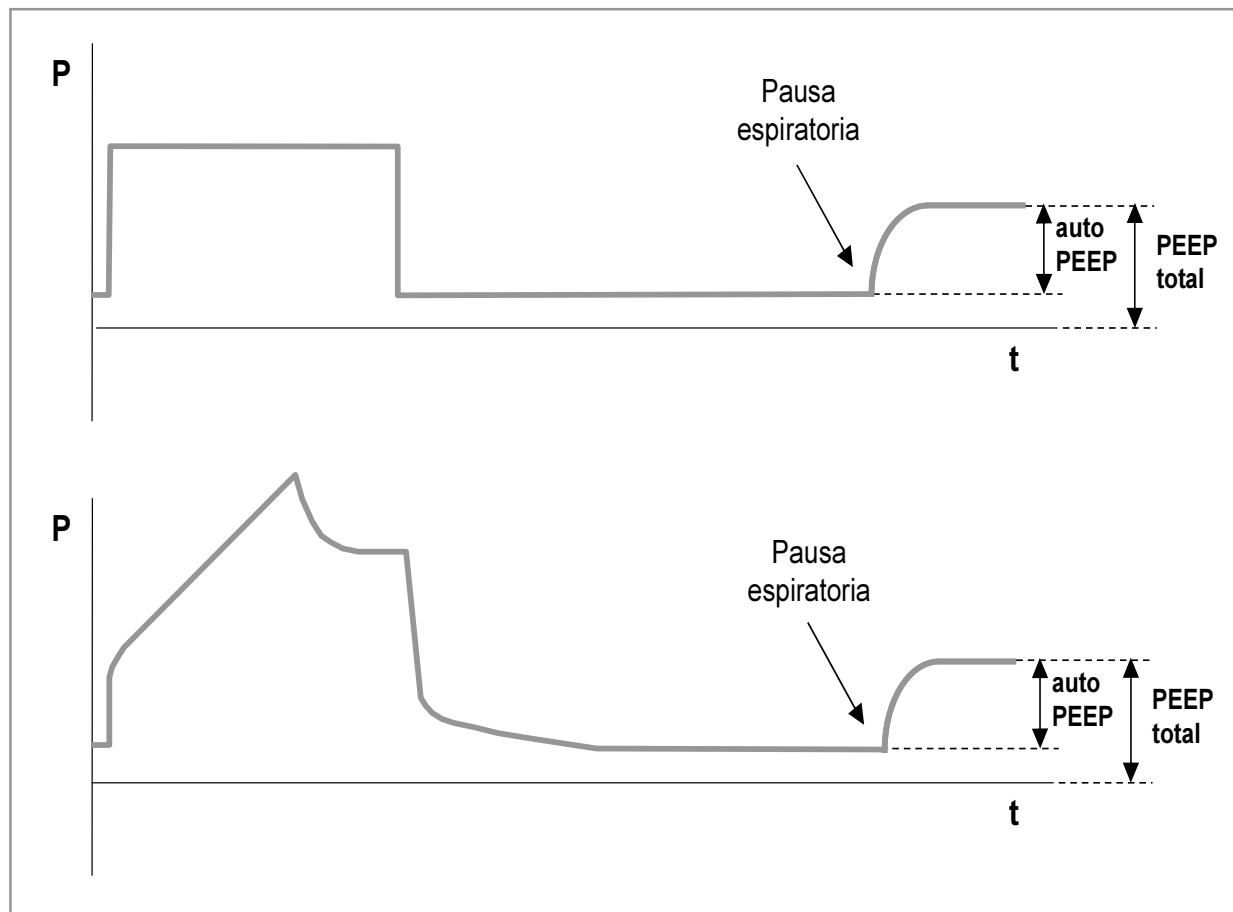
# AutoPEEP

## Medición cualitativa: flujo-tiempo



# AutoPEEP

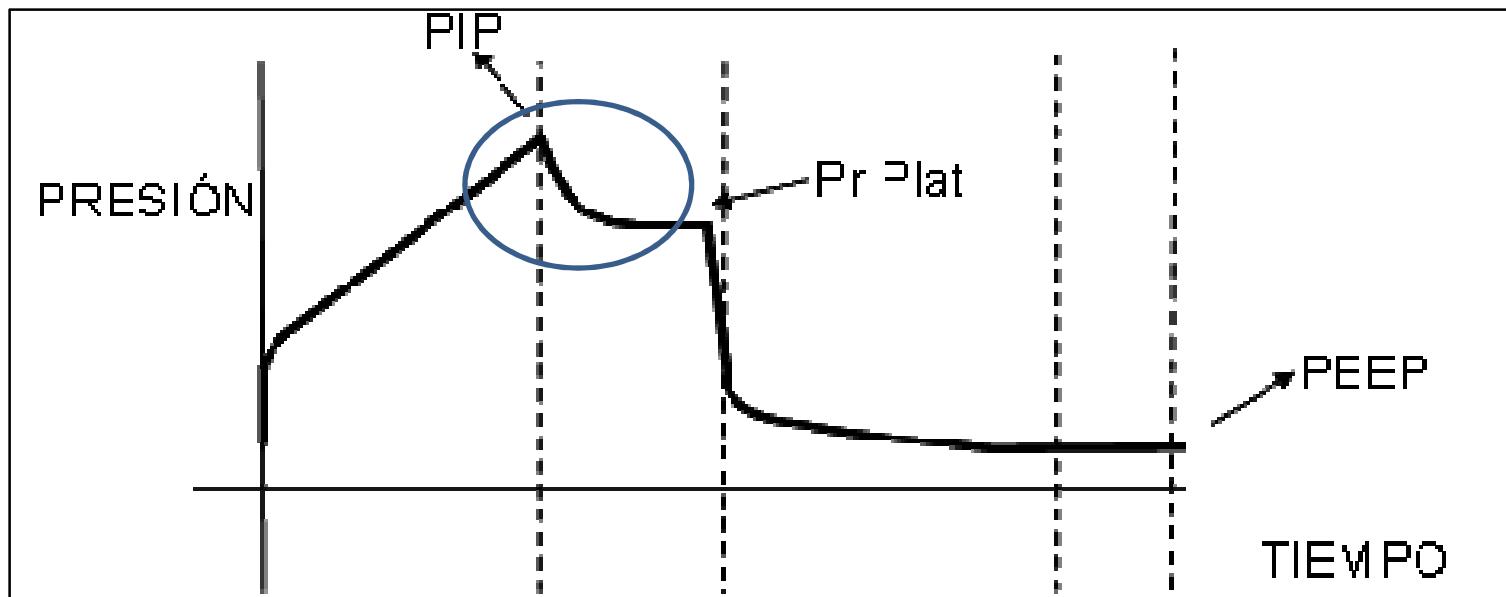
## Medición cuantitativa: pausa espiratoria



# Monitoreo de las presiones VCV

## PIP y Presión Plateau (meseta)

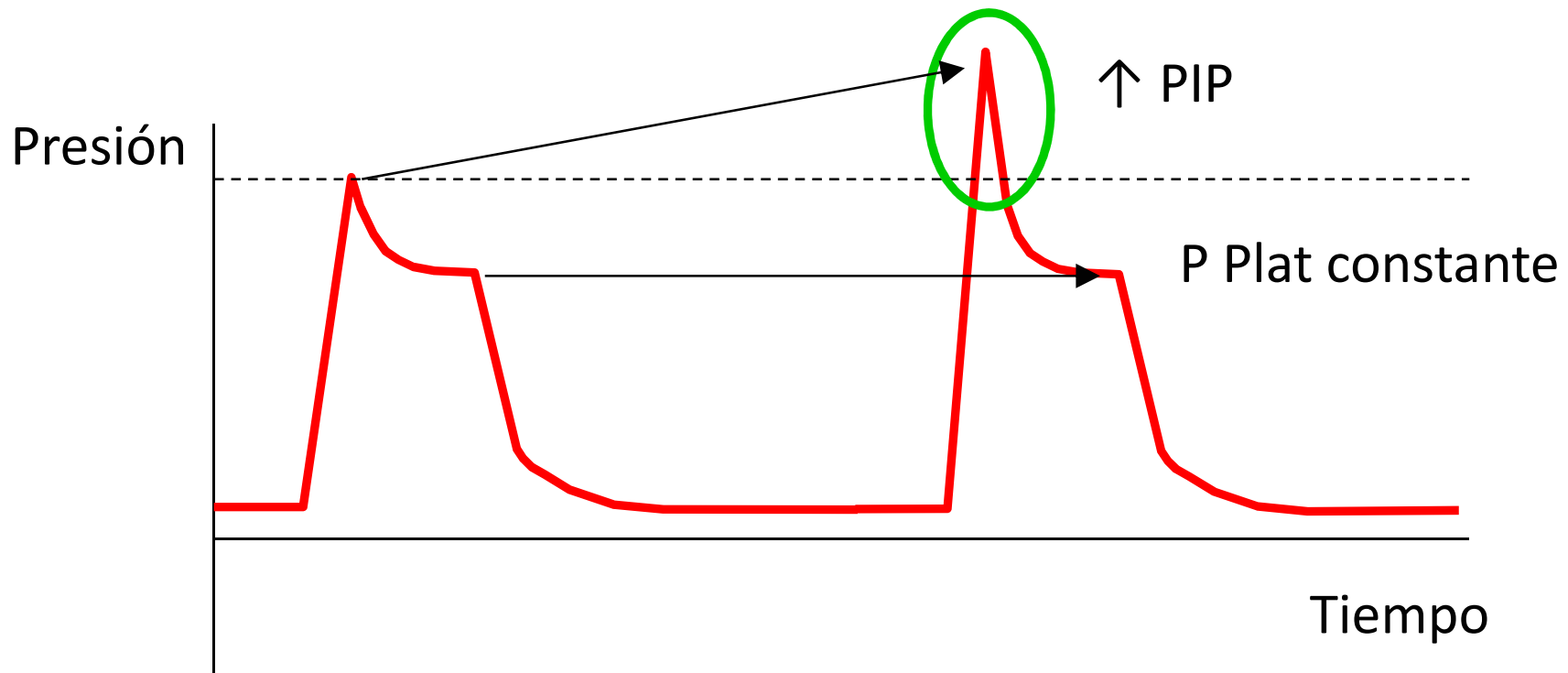
Diferencia entre la PIP y la Pr Plat refleja el elemento resistivo del sistema respiratorio (vía aérea y TET)



# Presión Plateau

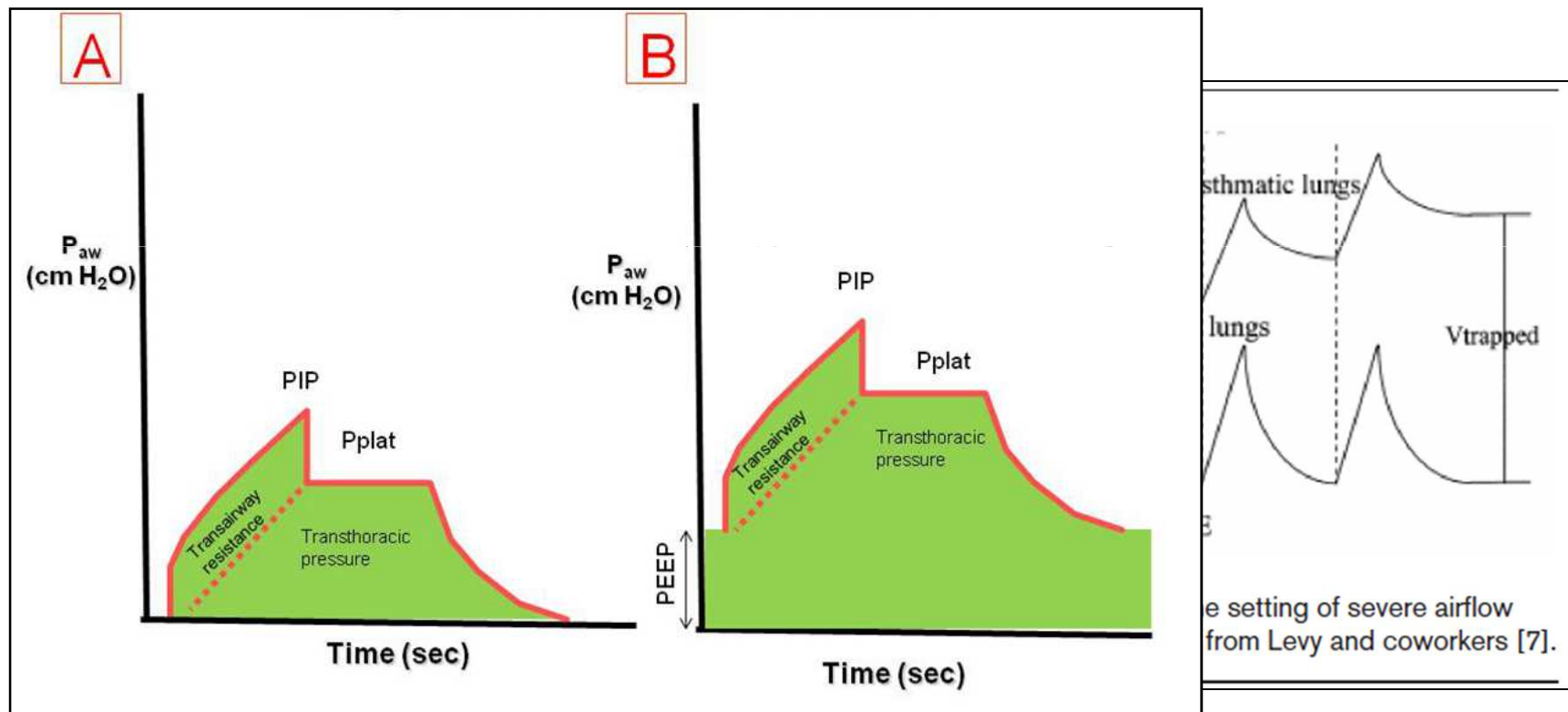
## Cambios en la resistencia

Sin hiperinsuflación



# Presión Plateau

## Cambios en la resistencia

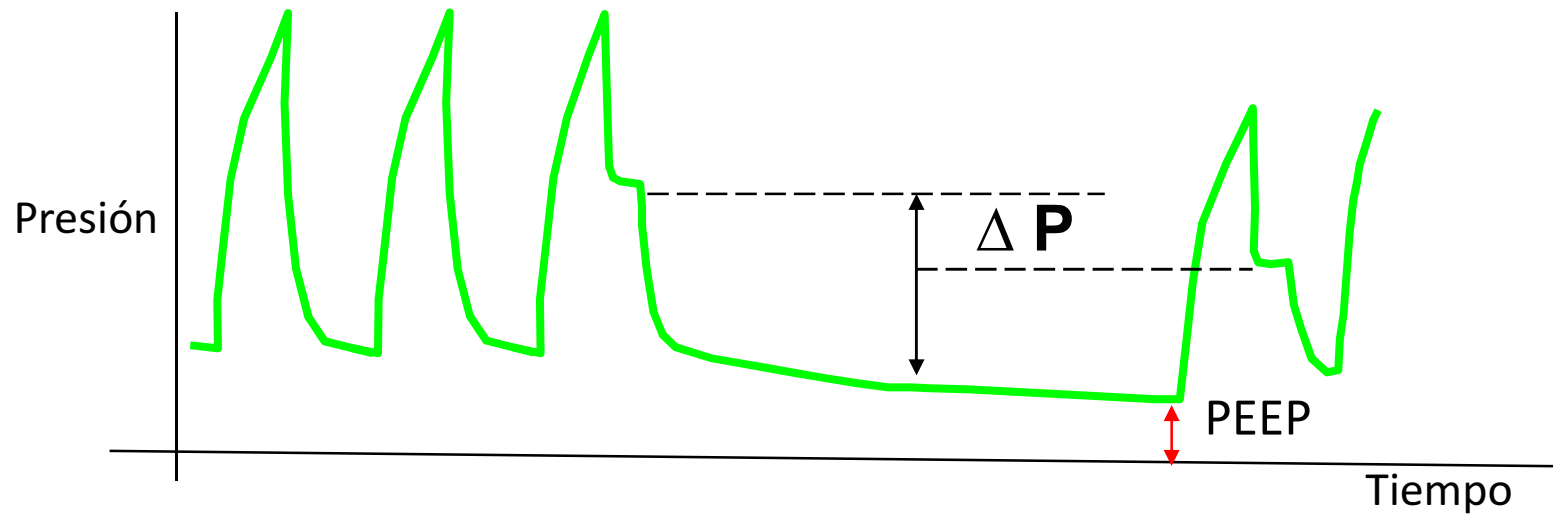


Leatherman JW. *Crit Care Med*, 2004;

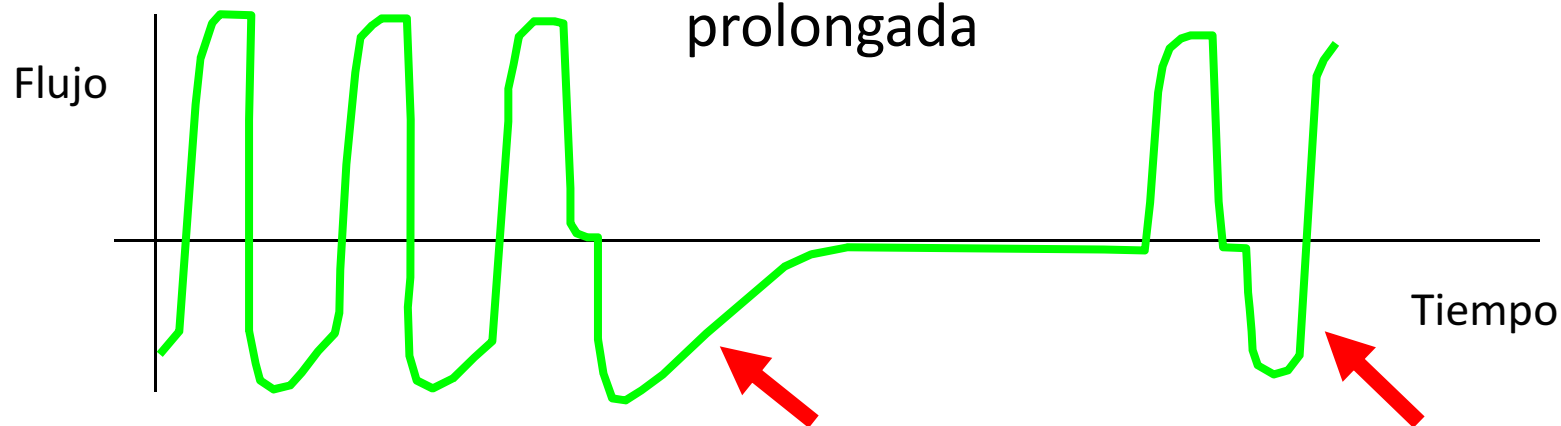
Slutsky A. *Chest*, 1993

Byrd R. Medscape, 2012

# Presión Plateau e hiperinsuflación



Pr Plat antes y después de una pausa espiratoria prolongada



# Presión Plateau

Leatherman JW. Effect of prolongation of expiratory time on dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients with severe asthma. *CCM*, 2004

Se recomienda utilizar la P Plat como el principal indicador de hiperinsuflación dinámica y modificaciones de la misma

Leatherman JW: Life-threatening asthma. *Clin Chest Med* ,1994

Slutsky A: Mechanical ventilation: American College of Chest Physicians Consensus Conference. *Chest* ,1993

Tuxen DV, Anderson MB, Scheinkestel CD: Mechanical ventilation for severe asthma. In: Acute Asthma: Assessment and Management. Hall JB. New York, McGraw-Hill, 2000



# Monitoreo

Presión Pico

Pr Plateau

~~Delta de presión~~

Volumen tidal

Volumen al final de la inspiración

Auto peep pausa (cuantitativa)

Auto peep flujo (cualitativa)

~~Hiperinsuflación (Pr Plateau)~~

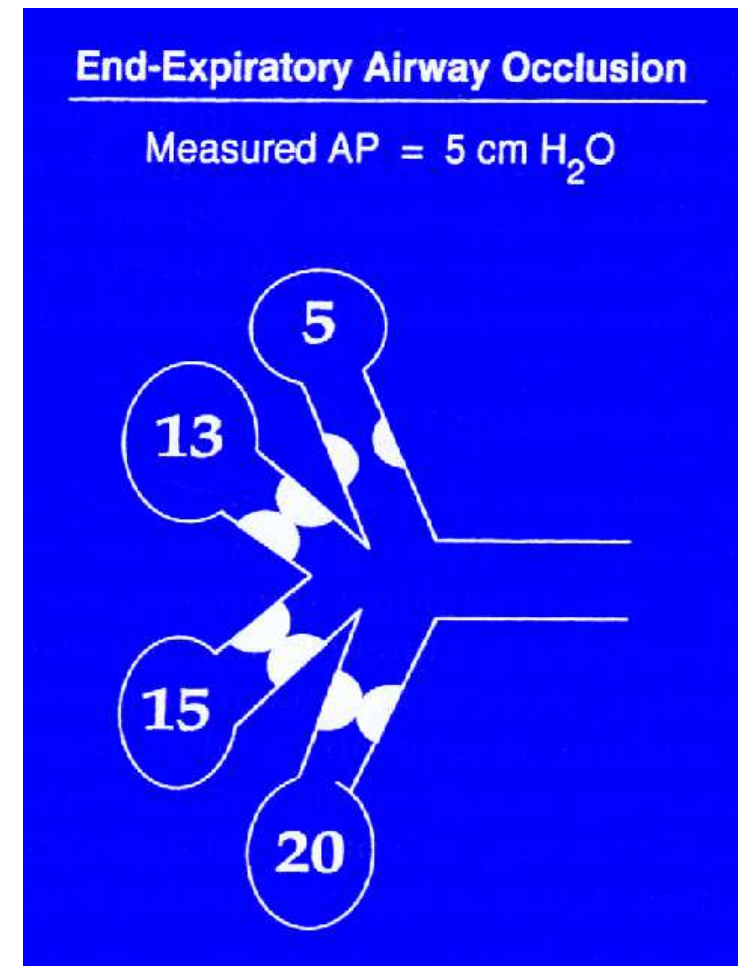
Bucle flujo volumen

Clínica

# Atrapamiento aéreo oculto

Discordancia entre la P Plat muy elevada y la estimación de auto-PEEP, muy baja

Se debe dar crédito a la medición de P Plat



# Atrapamiento aéreo oculto

Cierre de las vías aéreas distales al final de la espiración

Al aumentar el tiempo espiratorio se produce reducción de PEEP intrínseca sin disminución paralela de la Pmeseta (el volumen  $V_{ei}$  no cambia)

En estos casos estaría indicado administrar una PEEP externa entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O que evite ese colapso telespiratorio y el atrapamiento aéreo

# Protección pulmonar durante la AVM

## Evitar VILI

- VT menor a 10 ml/kg
- Presión meseta menor a 30 cm/H<sub>2</sub>O
- Fio<sub>2</sub> < 0.6
- PEEP para evitar colapso reapertura

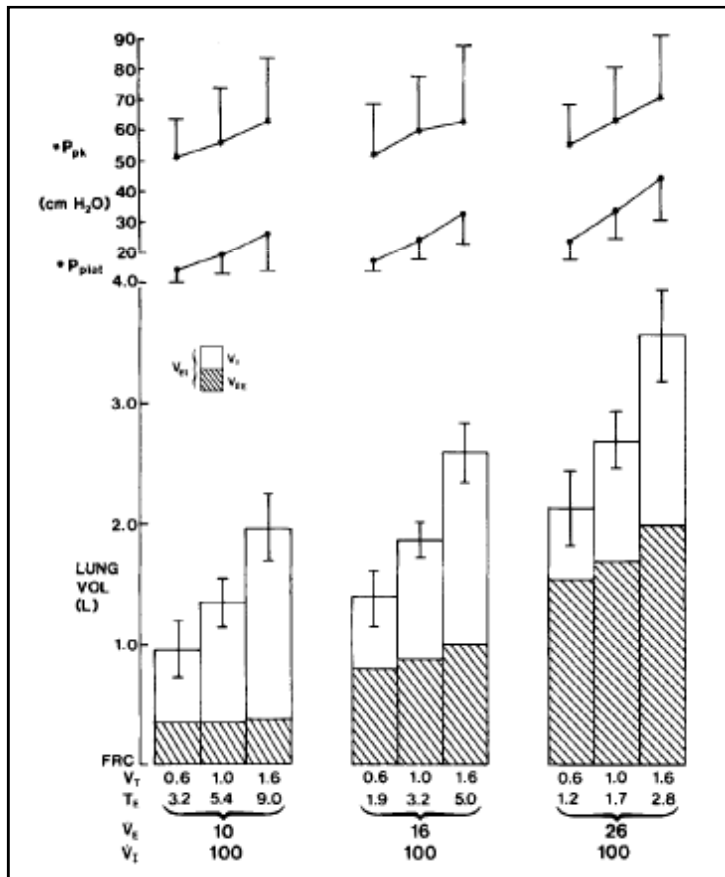
	1-5 Yrs (n = 20)	6-10 Yrs (n = 13)	11-18 Yrs (n = 18)
Peak inspiratory pressure, cm H <sub>2</sub> O	36 (20-45)	38 (26-49)	40 (30-60)
Rate, breaths/min	14 (10-20)	12 (10-14)	12 (8-12)
Inspiratory time, secs	1.0 (0.6-1.2)	1.0 (1.0-1.25)	1.2 (1.0-1.8)
I:E ratio	1:4 (1:3-1:5)	1:4 (1:3-1:5)	1:4 (1:2-1:5)
PEEP, cm H <sub>2</sub> O	4	4	4

I:E, inspiratory/expiratory; PEEP, positive end-expiratory pressure.  
Data are median (range).

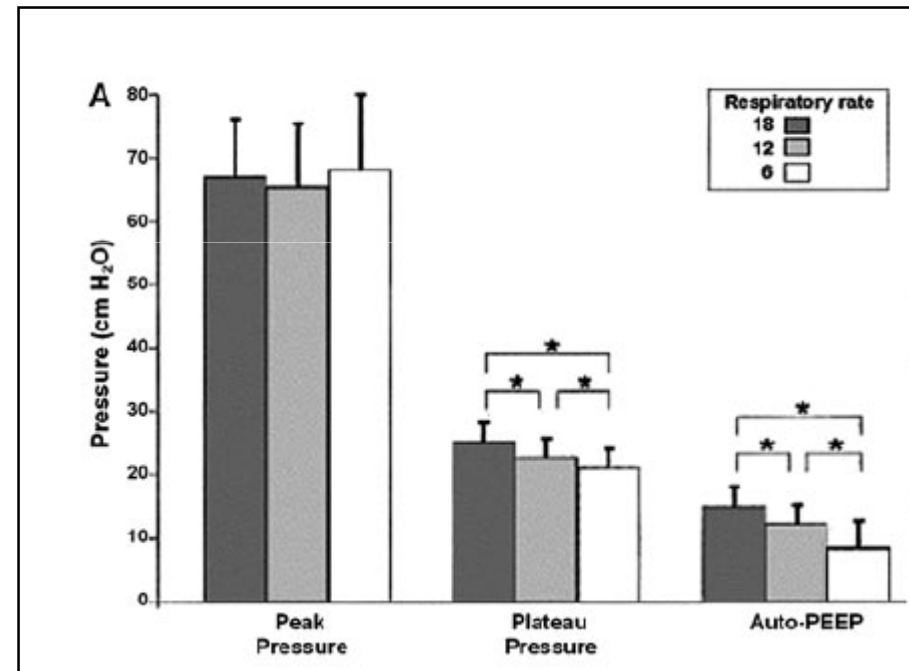
Table 4. Blood gas values over time

	Before PCV	Within 1 Hr of PCV	4 Hrs After PCV	8 Hrs After PCV	12 Hrs After PCV
pH	7.21 (6.65-7.39) (n = 48)	7.22 (6.95-7.47) (n = 51)	7.31 <sup>a</sup> (6.98-7.45) (n = 51)	7.34 <sup>a</sup> (7.07-7.49) (n = 46)	7.38 <sup>a</sup> (7.17-7.55) (n = 43)
Pco <sub>2</sub> , torr	65 (29-264) (n = 48)	59 (24-115) (n = 51)	41 <sup>a</sup> (21-118) (n = 51)	38 <sup>a</sup> (23-98) (n = 46)	37 <sup>a</sup> (16-76) (n = 43)

# Presiones en VCV

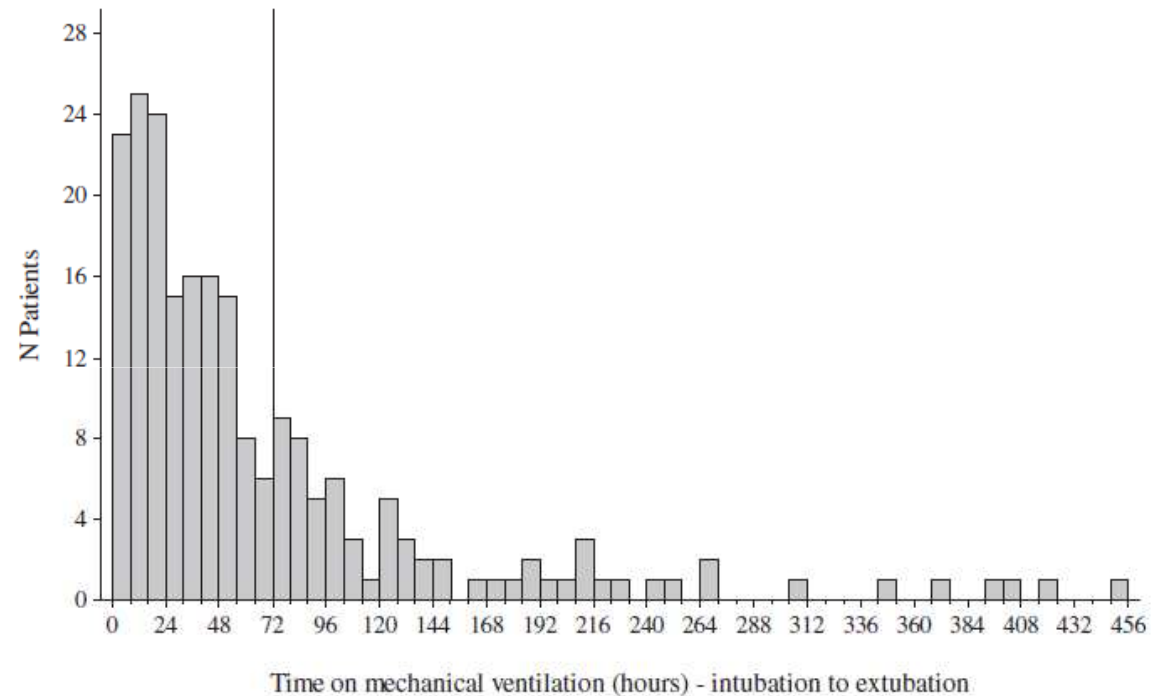


Tuxen and Lane. *Am Rev Respir Dis*, 1987



Medoff B. *Respir Care*, 2008

# Duración de VM, riesgo de VILI



**Figure 2.** Number of patients versus LMV (in hours) for the 260 eligible patients in the study cohort. One observation (a patient with an LMV of >800 hours) is omitted. The vertical line represents the cutoff dividing the patients with an LMV of <72 hours from those with an LMV of >72 hours.

# Recomendación

## Modo VCV

### Programación:

- VT 6-10 ml/kg
- Fio<sub>2</sub> < 0.6
- PEEP 0-5
- FR 10-15
- TE prolongado hasta 4 seg
- TI corto

Monitoreo: énfasis en presiones

P Plat < 30 cm/H<sub>2</sub>O



# Justificación

- Volumen tidal constante
- Conocimiento del VT inspirado
- Monitoreo (P Plat, Dif PIP/P Plat)
- Detección del autoPEEP oculto y de la necesidad de PEEP paradójal
- Protección pulmonar
- Probable mejor entrada de flujo y de volumen en ventilación no homogénea

# Además

- Si aun consideramos que el flujo desacelerado pudiera ofrecer algún beneficio

Podemos ventilar por volumen con flujo desacelerado

Pero lo más importante es el monitoreo!!!!

Mucha gracias!!!