

# Estrategias de soporte respiratorio: Más allá del SDR

3° Congreso Argentino de Neonatología

Gabriel Musante



# Resumen

1. Objetivos de la ventilación mecánica
2. Prevención de injuria
3. Fisiopatología y estrategias
4. Situaciones Clínicas Específicas (HDC-DBP- Crisis de Hipoxemia)

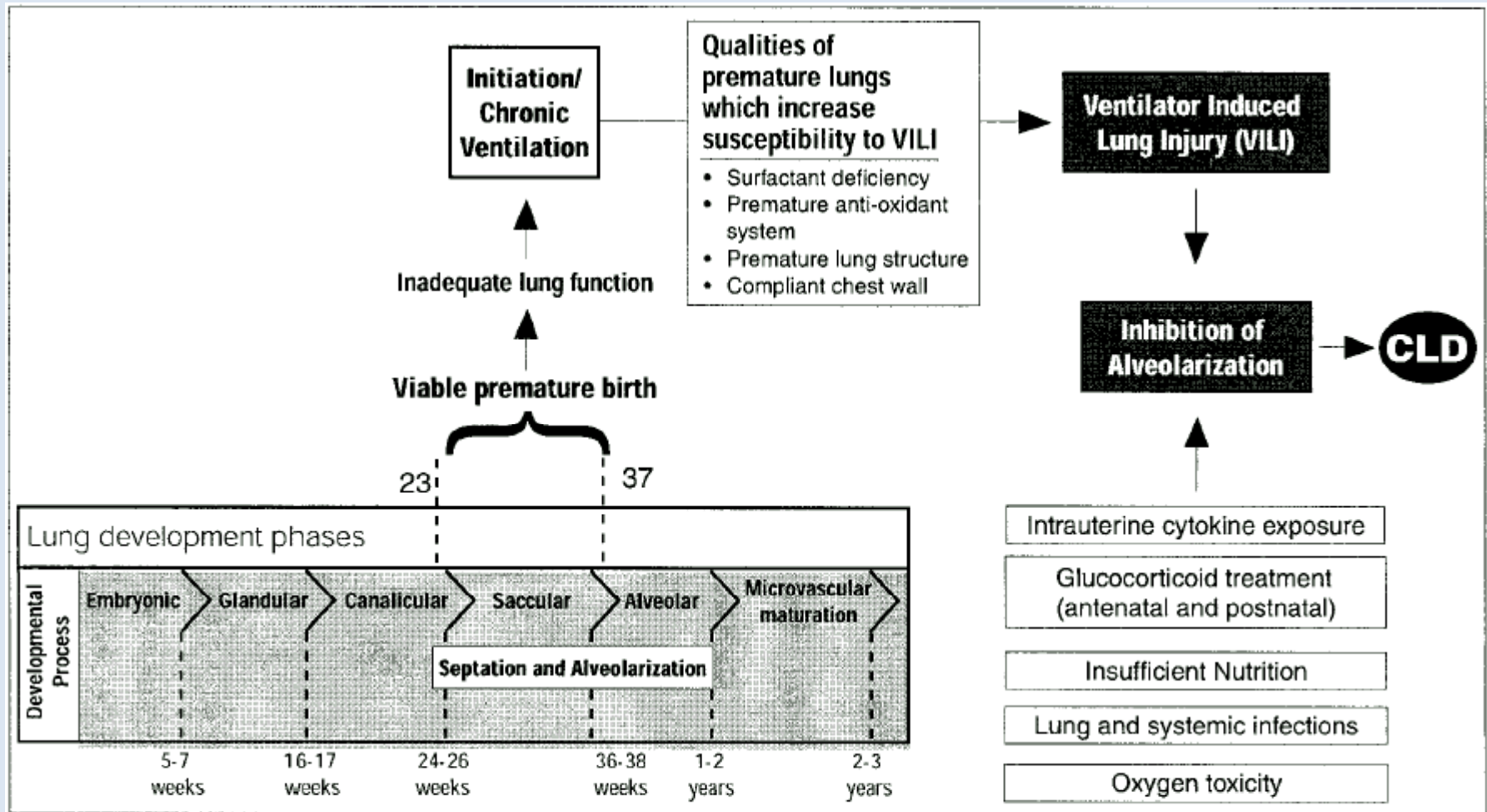
# Objetivos de la Ventilación Mecánica

- Obtener y mantener un adecuado intercambio gaseoso
- Minimizar el riesgo de injuria pulmonar
- Reducir el trabajo respiratorio del paciente
- Optimizar el confort del paciente
- Sin afectar la entrega de  $O_2$  a los tejidos: no comprometer la circulación.

# INJURIA PULMONAR

1. Severidad del fallo respiratorio inicial.
2. Estrategia Ventilatoria ( $\uparrow O_2$ , Volutrauma).
3. Sepsis/ Neumonía.
4. DAP
5. Manejo de líquidos.
6. Deficiencias nutricionales.

# Efectos de la VILI y otros factores en el desarrollo pulmonar y su relación con la DBP



# Injuria Pulmonar inducida x respirador (VILI)

“Barotrauma” *Macklin & Macklin 1944*



“Volutrauma” *Dreyfuss 1985, 1988. Kolobow 1987. Carlton 1990.*



“Atelectrauma” *Muscedere & Slutsky 1994*



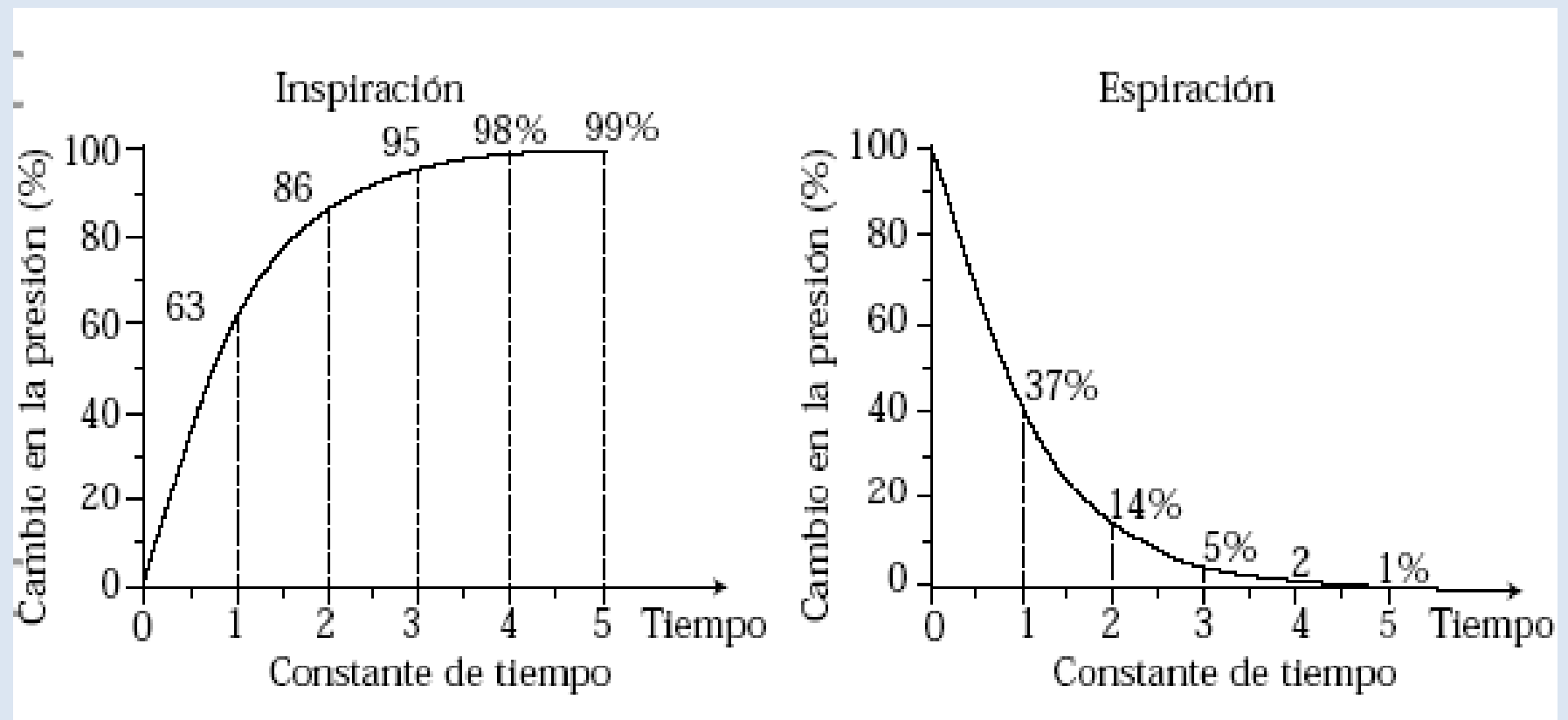
“Biotrauma” *Meduri 1995 ; Tremblay & Slutsky 1998*

# Estrategia ajustada a la fisiopatología

- El RN puede cursar variadas entidades cada una con una diferente fisiopatología e impacto sobre la función pulmonar.
- Pretender que la misma “estrategia” sea apropiada en todos los casos es incorrecto.
- Los resultados de estudios evaluando la eficacia de modalidades respiratorias sobre una población o desorden pulmonar pueden no ser generalizables a otros.

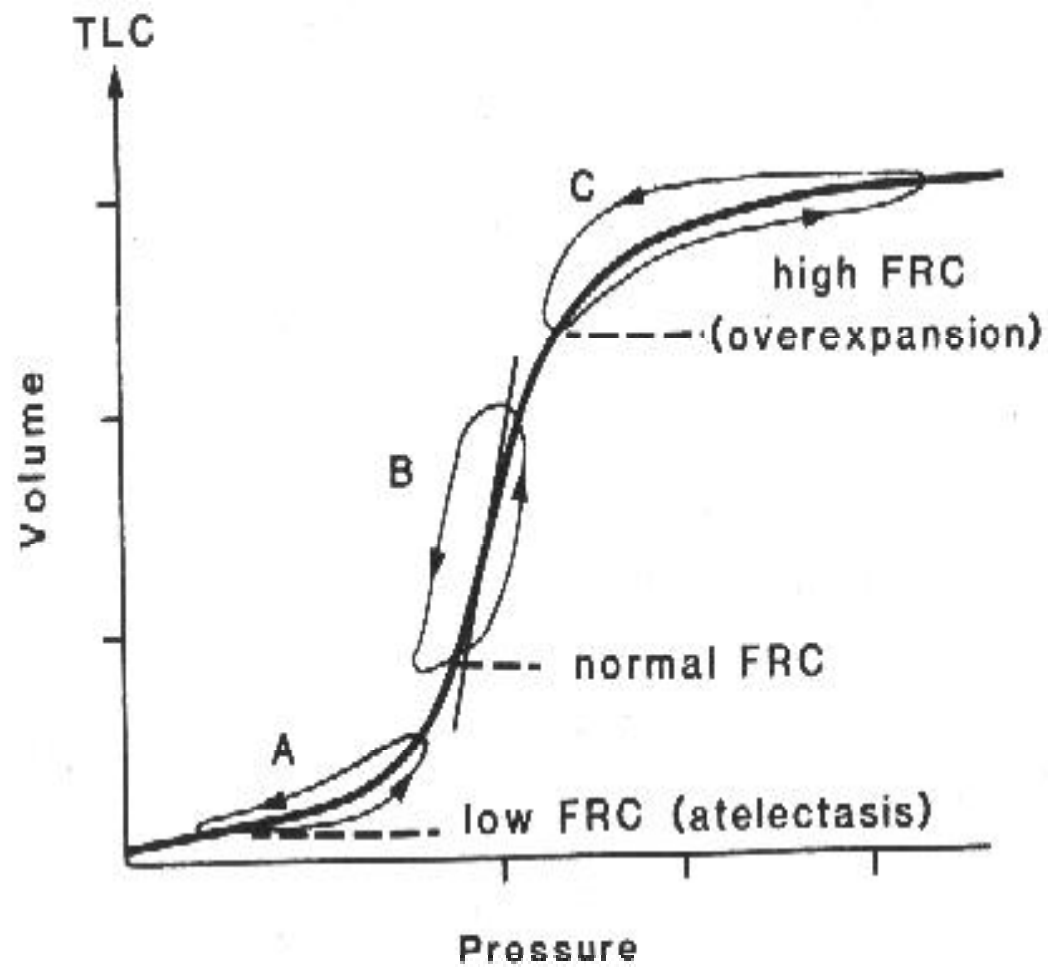
# Constante de tiempo = Compliance $\times$ Resistencia

% cambio en presión en relación al tiempo

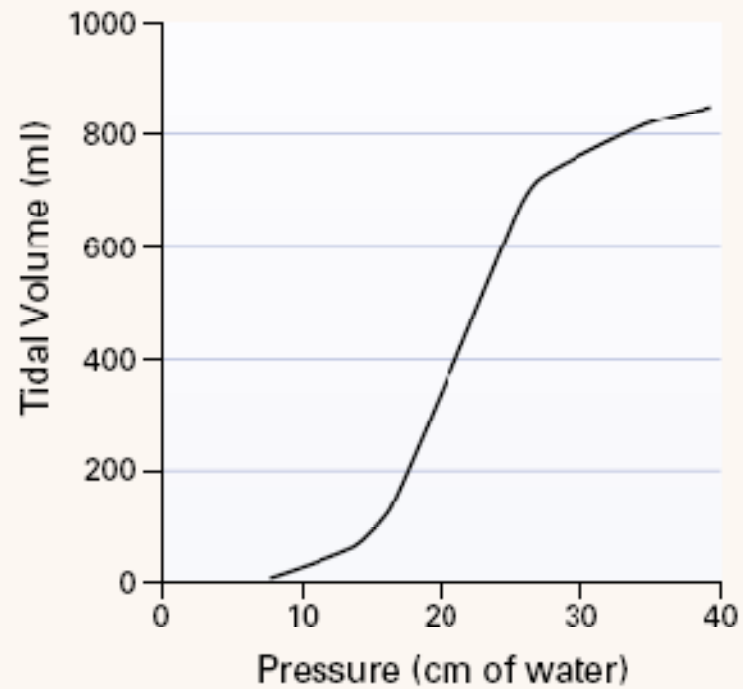
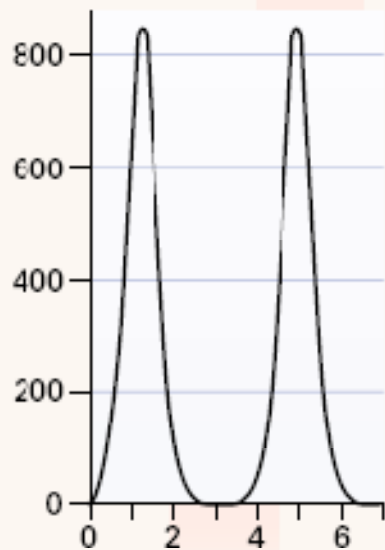
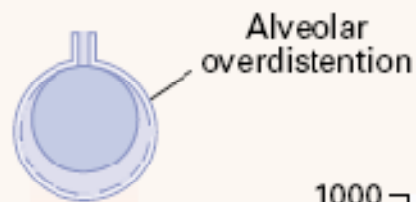


Equilibrio casi completo: 3-5 T<sub>c</sub>

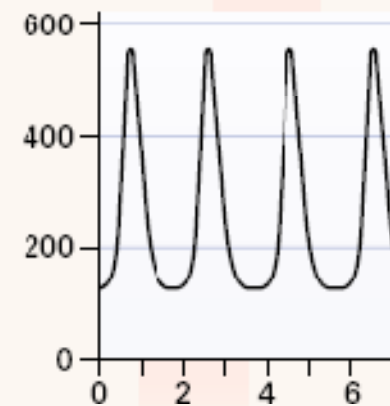




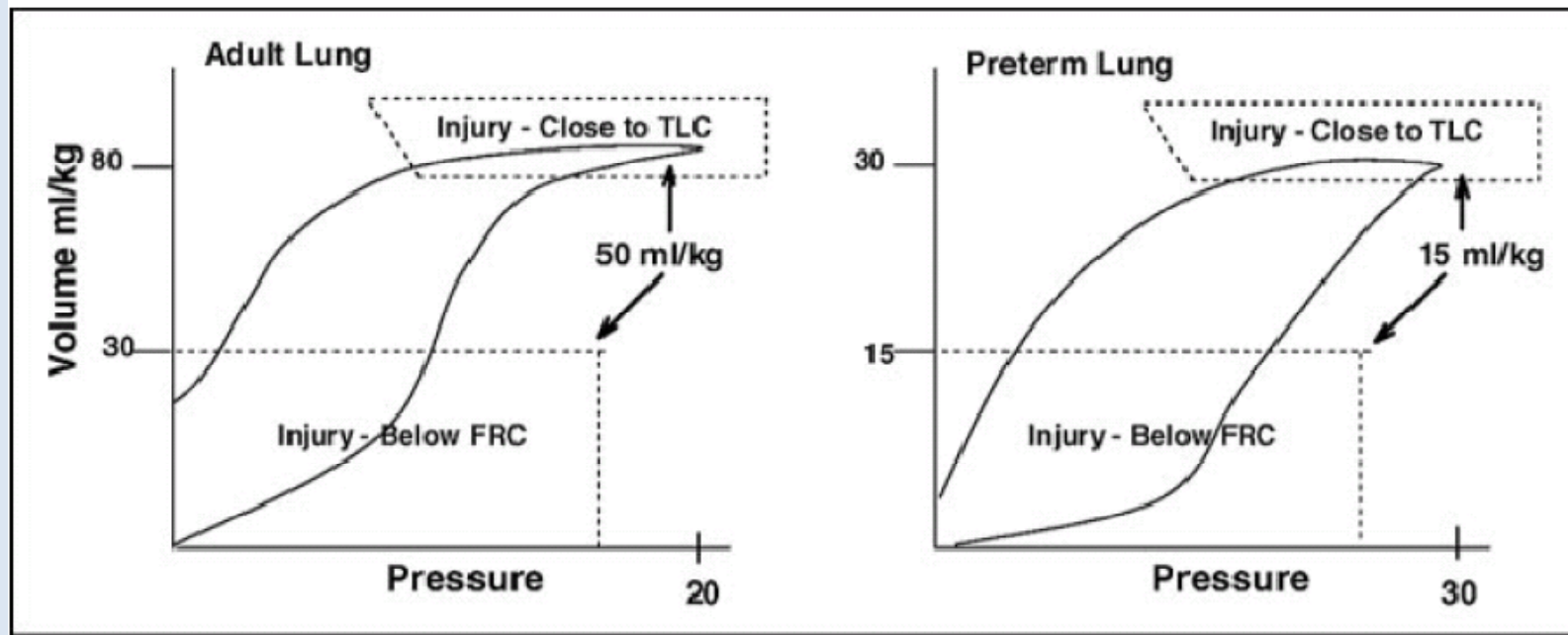
### Conventional Ventilation



### Protective Ventilation



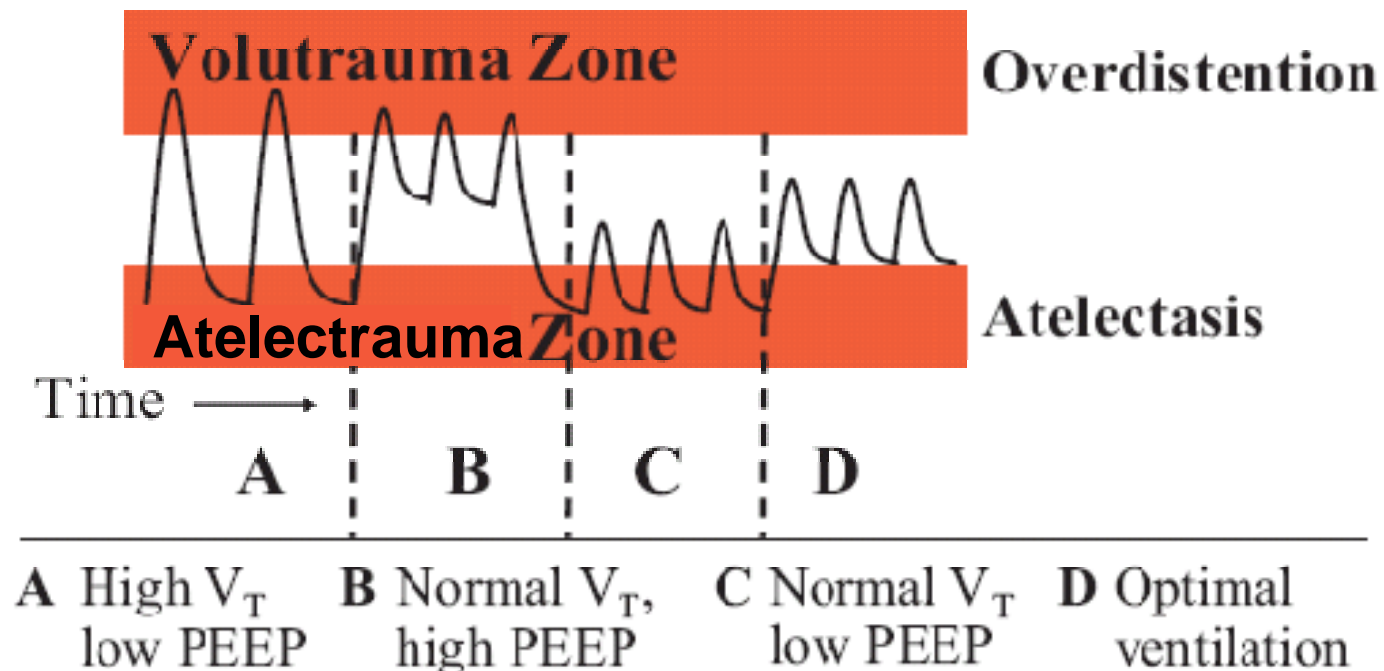
# Zonas de daño pulmonar

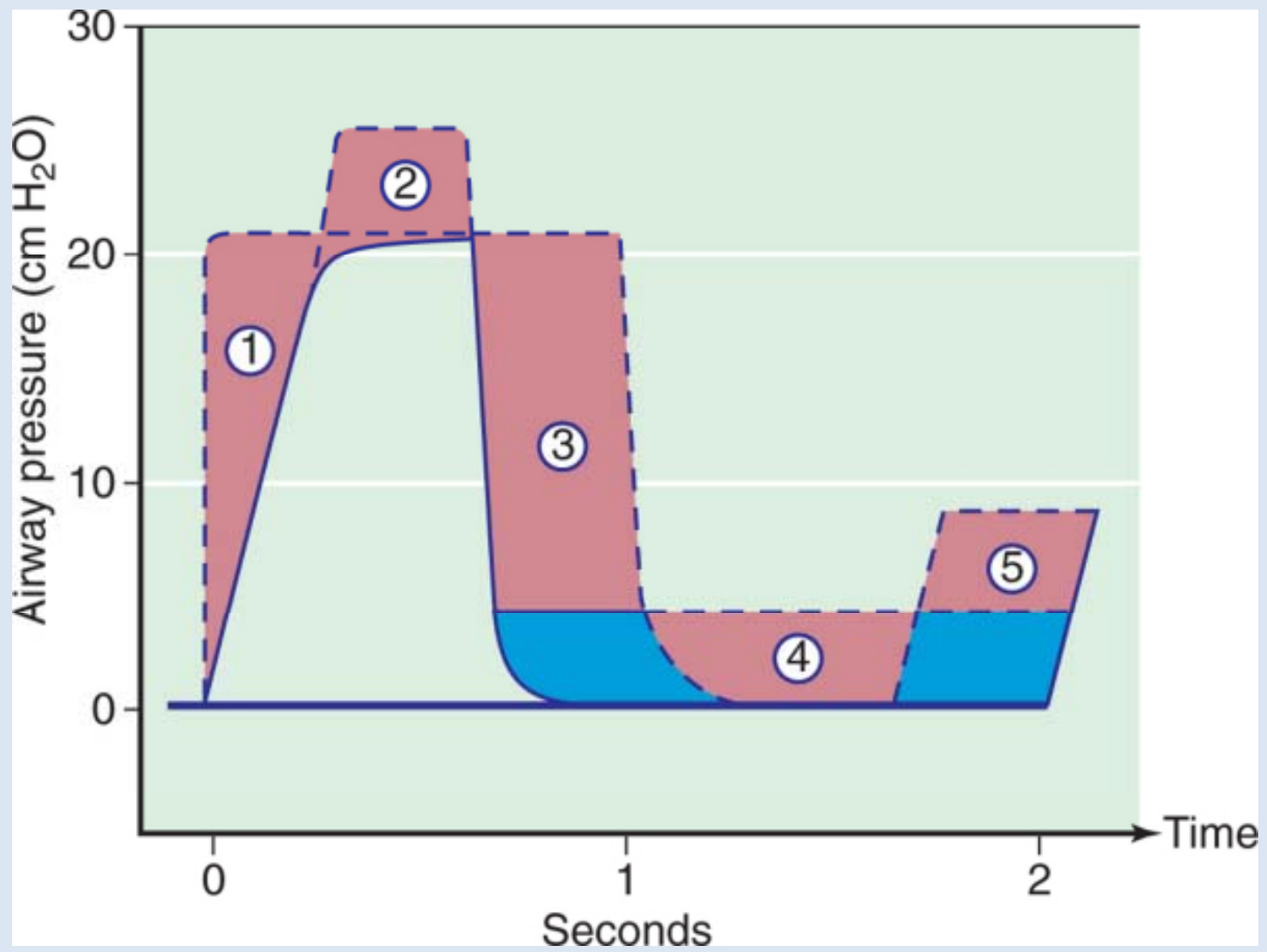


*Alan Jobe Neoreviews Oct 2006*

# Injuria Pulmonar inducida x respirador (VILI)

## WHICH VOLUMES CAUSE LUNG INJURY?





# Monitoreo continuo durante ARM

- Ondas en tiempo real (flujo, Paw, Volumen)
- Bucles (P/V , Q/V)
- Parámetros calculados ( C, R, Tc, C20/C, WOB)



## Monitoreo continuo durante ARM

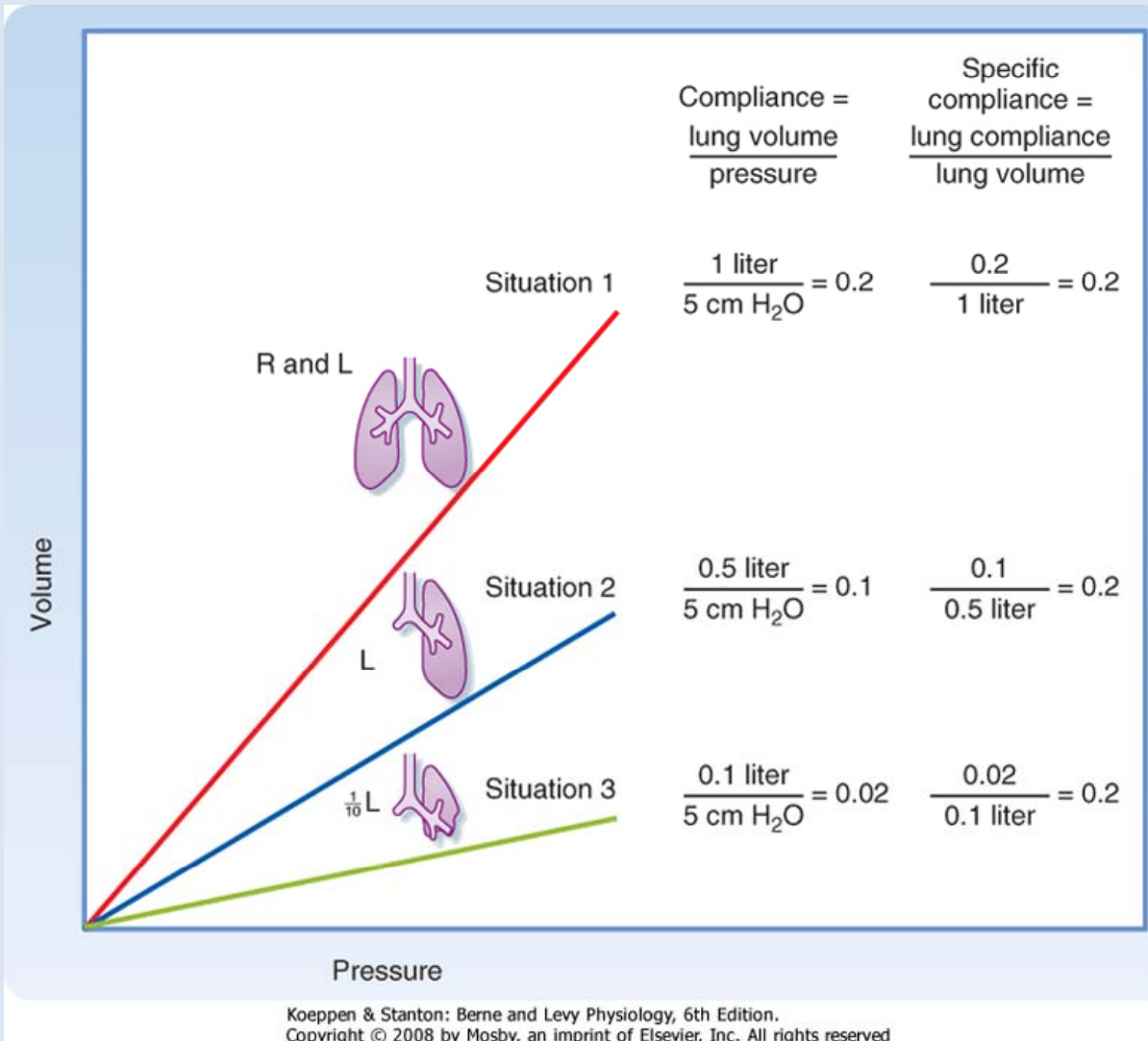
- Detección de escape-aire (fuga)
- Sobre-distensión
- Atrapamiento aéreo (PEEP inadvertido)
- Ajuste del tiempo inspiratorio ( $T_c$ )
- Obstrucción de vía aérea
- Asincronía paciente-ventilador
- PEEP inadecuado
- Evaluación VT y  $V_{min}$

# Hernia Diafragmática Congénita

- Hipoplasia pulmonar/vascular
- HPP severa/trast. ventilatorio severo.
- Compliance: muy baja (?)
- Resistencia: aumentada o normal
- Constante de T: bajas (?)



# Compliance Específica



## HDC: Estrategia de soporte respiratorio

- Cambio de paradigma desde la hiperventilación de los 80-90
- Probablemente haya contribuido a la elevada mortalidad
- Ventilación “gentil” o protectora → evitar VILI
- Mejoras progresivas en resultados
- Centros “benchmark” con reportes alta sobrevida (>75%)
- Manejo estandarizado
- Consensos, ECA's

## HDC: Estrategia de soporte respiratorio

- Electivamente Ventilación Convencional
- Limitar PIM (25-35 cmH<sub>2</sub>O max- Usual 20-25)
- Hipercapnia permisiva (< 65-70 mmHg)
- Saturación pre-ductal >85 mmHg
- Frecuencias elevadas (50-100) y V<sub>T</sub> bajos
- Ti cortos - I:E = 1:2
- PEEP bajos (~ 3 cmH<sub>2</sub>O)
- Descenso protocolizado de parámetros de ARM
- Uso de Oni / ECMO según indicación

**Table 20-2** THE CURRENT (2011) PROTOCOL FOR RESPIRATORY MANAGEMENT OF INFANTS WITH CDH FROM THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA SAN FRANCISCO (UCSF) BENIOFF CHILDREN'S HOSPITAL INTENSIVE CARE NURSERY, AS IMPLEMENTED FROM 2000 TO 2010

Survival, n	Repair Timing	Ventilator and Ventilation Parameters	Oxygenation Parameters	ECMO Utilization, n	Weaning Support
Overall: 125/188 = 66% Excluding limited care: 125/171 = 73%	Delayed repair, after weaning of $F_{IO_2}$ until infants do not appear to be making substantial progress (usually $F_{IO_2}$ 0.30-0.60)	$P_{aCO_2}$ 45-65 $pH > 7.20$ $PIP \leq 25-26$ PEEP 3, rate usually 60-80, as high as 100, rarely $< 40$ Short $T_i$ 0.2-0.4, as appropriate for ventilator rate to limit air trapping HFOV if unable to ventilate adequately, $P_{aw} \leq 15$ (usual $P_{aw}$ 12-13)	"Weaning" infant: pre-ductal $SpO_2 > 95$ "Nonweaning" infant: pre-ductal $SpO_2 \geq 87$ $SpO_2$ in mid-80s tolerated if lactic acidosis not increasing Ductal shunt tolerated and post-ductal $SpO_2$ and $P_{aO_2}$ largely ignored except as indicators of mixed venous saturations Inhaled NO (20 ppm) initiated for hemodynamic compromise, persistent large pre- to post-ductal $SpO_2$ difference ( $> 5$ ) or inability to achieve pre-ductal $SpO_2 > 92$	Overall: 22/188 = 12% Excluding limited care: 22/171 = 13%	$F_{IO_2}$ , PIP, and $P_{aw}$ weaning performed initially. Rate weaned preoperatively following steady PIP weaning or attainment of minimum PIP (16-20). Pressure-support mode utilized postoperatively once infants have recovered enough to consistently trigger ventilator. Demand flow allows infant to determine own rate, $T_i$ , and tidal volume. Pressure support is weaned and work of breathing assessed to determine tolerance of weaning.

ECMO, extracorporeal membrane oxygenation;  $F_{IO_2}$ , inspired oxygen concentration; HFOV, high-frequency oscillatory ventilation; NO, nitric oxide;  $P_{aCO_2}$ , arterial carbon dioxide tension (mm Hg);  $P_{aw}$ , mean airway pressure (cm H<sub>2</sub>O);  $P_{aO_2}$ , arterial oxygen tension (mm Hg); PEEP, positive end-expiratory pressure (cm H<sub>2</sub>O); PIP, peak inspiratory pressure (cm H<sub>2</sub>O); ppm, parts per million;  $SpO_2$ , oxygen saturation by pulse oximetry(%);  $T_i$ , inspiratory time.

## TABLA 1

# Tratamiento posnatal de pacientes con Hernia Diafragmática Congénita\*

### SALA DE PARTOS:

- INTUBACIÓN ENDOTRAQUEAL INMEDIATA AL NACER
- SAT PREDUCTAL ENTRE 80 Y 95%
- NO USAR VENTILACIÓN POR MASCARA
- EVITAR PIM > 25 CM H<sub>2</sub>O
- COLOCAR SONDA OROGÁSTRICA
- EVITAR PARALIZAR

### UCIN:

- COMENZAR CON VENTILACIÓN CONVENCIONAL (VMI O VMIS) CON OBJETIVOS:
  - SAT PREDUCTAL ENTRE 85 Y 95%
  - PCO<sub>2</sub> HASTA 65 MMHG PARA PH > 7.20
  - EVITAR PIM >28 ( EN IMV) O MAP>17 (EN VAF)
  - SOPORTE INOTRÓPICO PARA LOGRAR T.A. NORMAL
- MANEJO DE LA HIPERTENSIÓN PULMONAR:
  - ECOCARDIOGRAFÍA SERIADA
  - PROBAR ONI (SUSPENDER SI NO RESPONDE)
  - SILDENAFIL PARA LA ETAPA CRÓNICA
- ECMO
  - SOLO OFRECER SI SE HABÍA LOGRADO SAT>90% Y PCO<sub>2</sub> <60MMHG
  - EN HIPOXEMIA SAT<85% PERSISTENTE O
  - ACIDOSIS RESPIRATORIA O
  - LÁCTICO > 5 MMOL/L
  - HIPOTENSIÓN ARTERIAL REFRACTARIA
- CIRUGÍA REPARADORA
  - HIPERTENSIÓN PULMONAR SUPERADA
  - FIO<sub>2</sub> < 50%
  - T.A. NORMAL
  - DIURESIS >2ML/K/H

\* Adaptado del consenso del Consorcio Europeo de Hernia Diafragmática Congénita.

## **Standardized Postnatal Management of Infants with Congenital Diaphragmatic Hernia in Europe: The CDH EURO Consortium Consensus – 2015 Update**

Kitty G. Snoek<sup>a</sup> Irwin K.M. Reiss<sup>a</sup> Anne Greenough<sup>c</sup> Irma Capolupo<sup>e</sup>  
Berndt Urlesberger<sup>f</sup> Lucas Wessel<sup>g</sup> Laurent Storme<sup>h</sup> Jan Deprest<sup>d,i</sup>  
Thomas Schaible<sup>g</sup> Arno van Heijst<sup>b</sup> Dick Tibboel<sup>a</sup> for the CDH EURO Consortium

<sup>a</sup>Erasmus MC – Sophia Children's Hospital, University Medical Center Rotterdam, Rotterdam, and <sup>b</sup>Radboud University Medical Centre, Nijmegen, The Netherlands; <sup>c</sup>King's College and <sup>d</sup>University College London Hospitals, London, UK; <sup>e</sup>Bambino Gesù Children's Hospital, Rome, Italy; <sup>f</sup>Medical University Graz, Graz, Austria; <sup>g</sup>Universitätsklinikum Mannheim, Mannheim, Germany; <sup>h</sup>Hôpital Jeanne de Flandre, Lille, France; <sup>i</sup>University Hospital KU Leuven, Leuven, Belgium

### **Conventional Mechanical Ventilation Versus High-frequency Oscillatory Ventilation for Congenital Diaphragmatic Hernia: A Randomized Clinical Trial (The VICI-trial).**

Snoek KG1, Capolupo I, van Rosmalen J, Hout Lde J, Vijfhuizen S, Greenough A, Wijnen RM, Tibboel D, Reiss IK; CDH EURO Consortium. *Ann Surg.* 2016 May;263(5):867-74.

Multicéntrico internacional

91 (Convencional) vs 80 (HFOV)

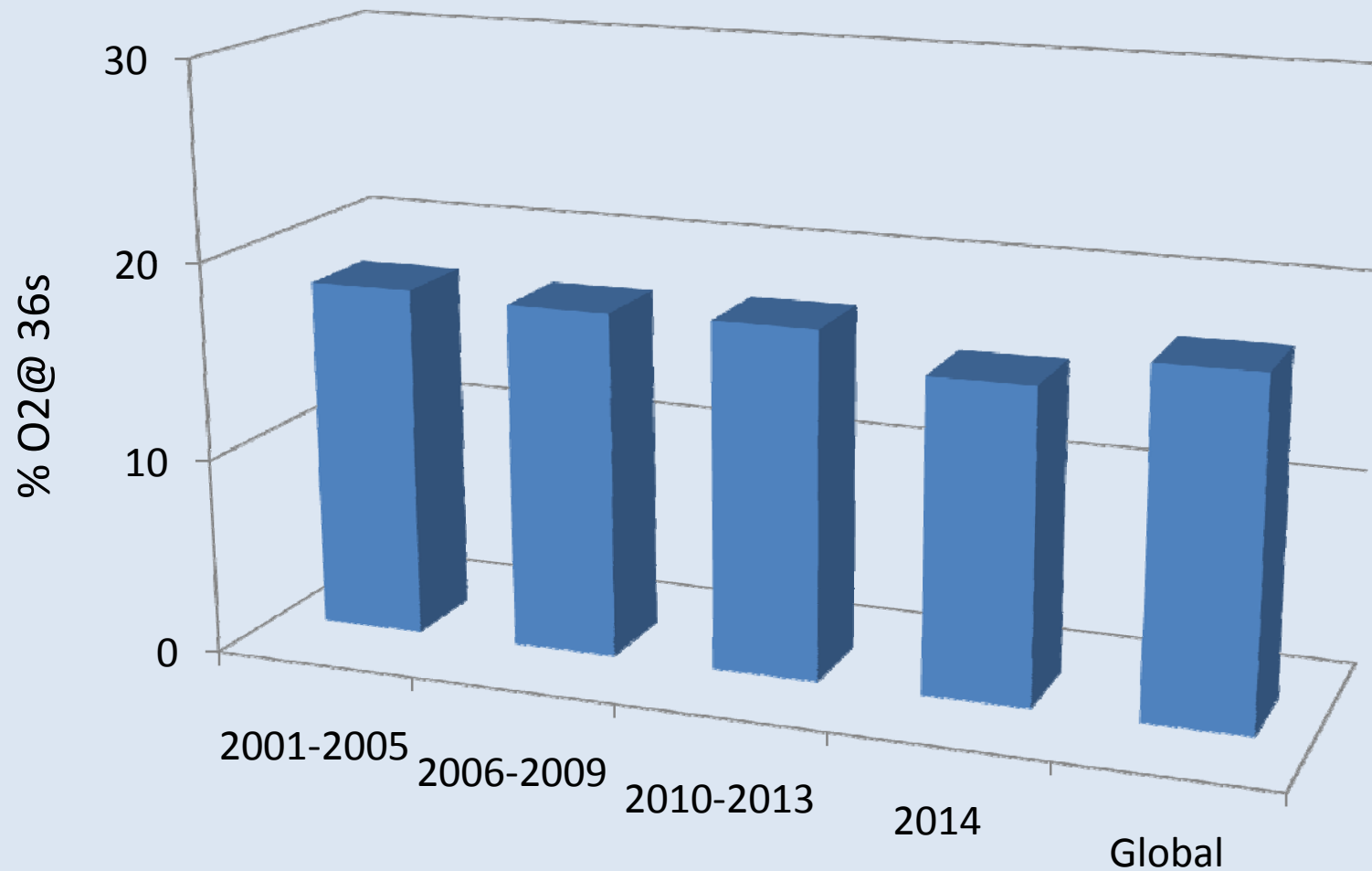
Sin diferencia significativa en outcome primario muerte /bpd 45 vs 54%

Ventajas de Ventilación convencional en cuanto a días ARM –Uso de ECMO y otros.

# Displasia Broncopulmonar

- Definición: requerimiento de O<sub>2</sub> 28 días de vida. Moderada-severa: 36 sem EGc.  
Definición Fisiológica (Walsh 2004)
- Nueva DBP: alteración en la septación y desarrollo alveolar con < metaplasia y fibrosis.
- Problema DBP “severa” dependiente de ARM
- Mecánica Pulmonar: C: baja moderada, R: aum mod a severa, Cte T: altas, Tasa Metab: aum.

# O<sub>2</sub> @ 36 semanas en RNMBP de la Red Neocosur 2001-2014



n=18107



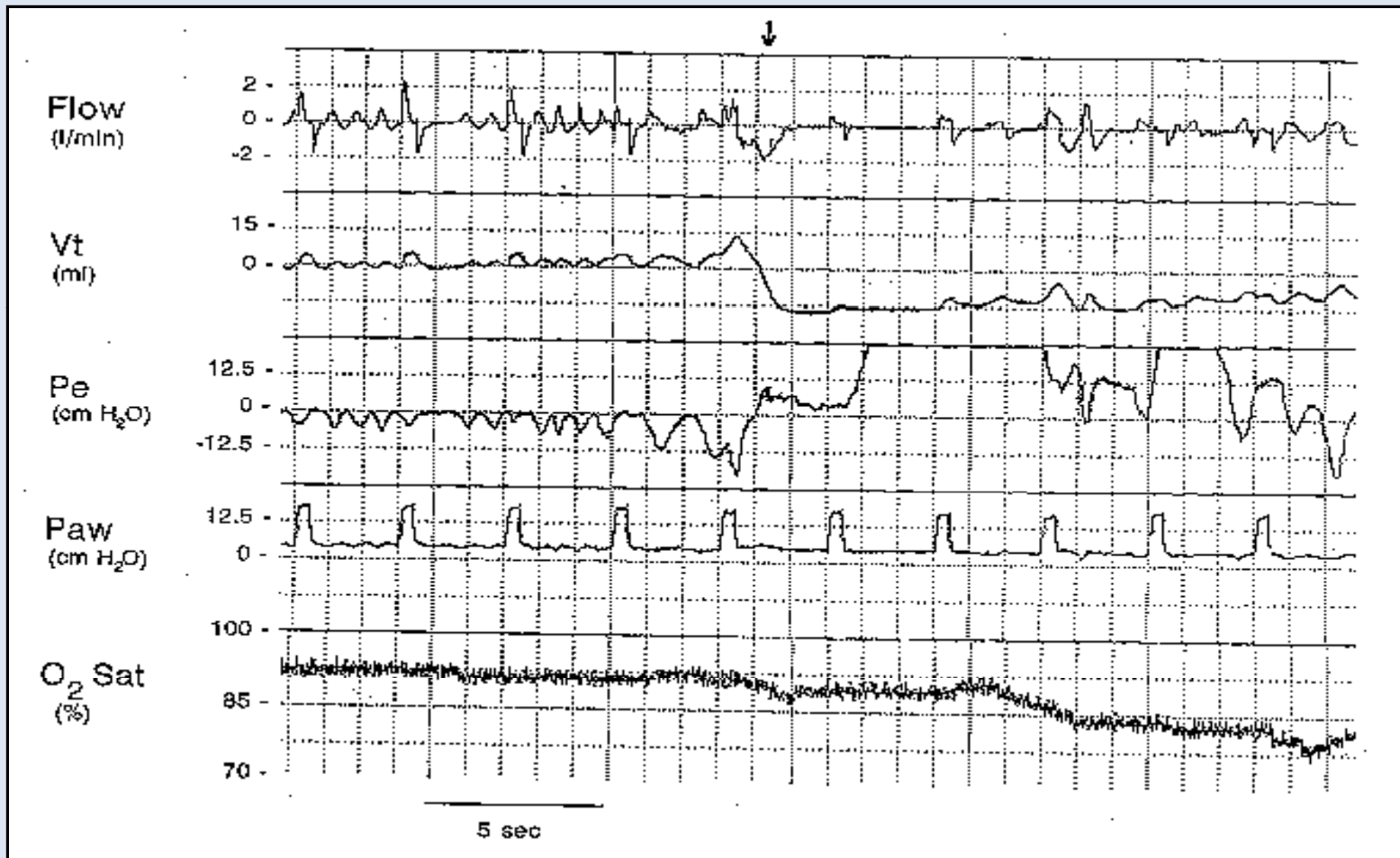
# DBP severa: estrategia ventilatoria

- Mantener adecuado intercambio gaseoso con la menor injuria asociada al respirador.
- FR: bajas (20-40 rpm) < en quísticas.
- PEEP; mod- alto (4-8 cm)
- PIP: lo + bajos posible (para  $V_T$  5-8ml /kg)
- TI: + largos 0,6 – 0,7seg.
- $FiO_2$ : mínimo posible para sat 90-94%
- Además: Traqueostomía? / Weaning agresivo / Corticoides/  
NUTRICIÓN

Table 1 Suggested Ventilator Settings and Targets for Infants with Early RDS, Evolving BPD, and Established BPD

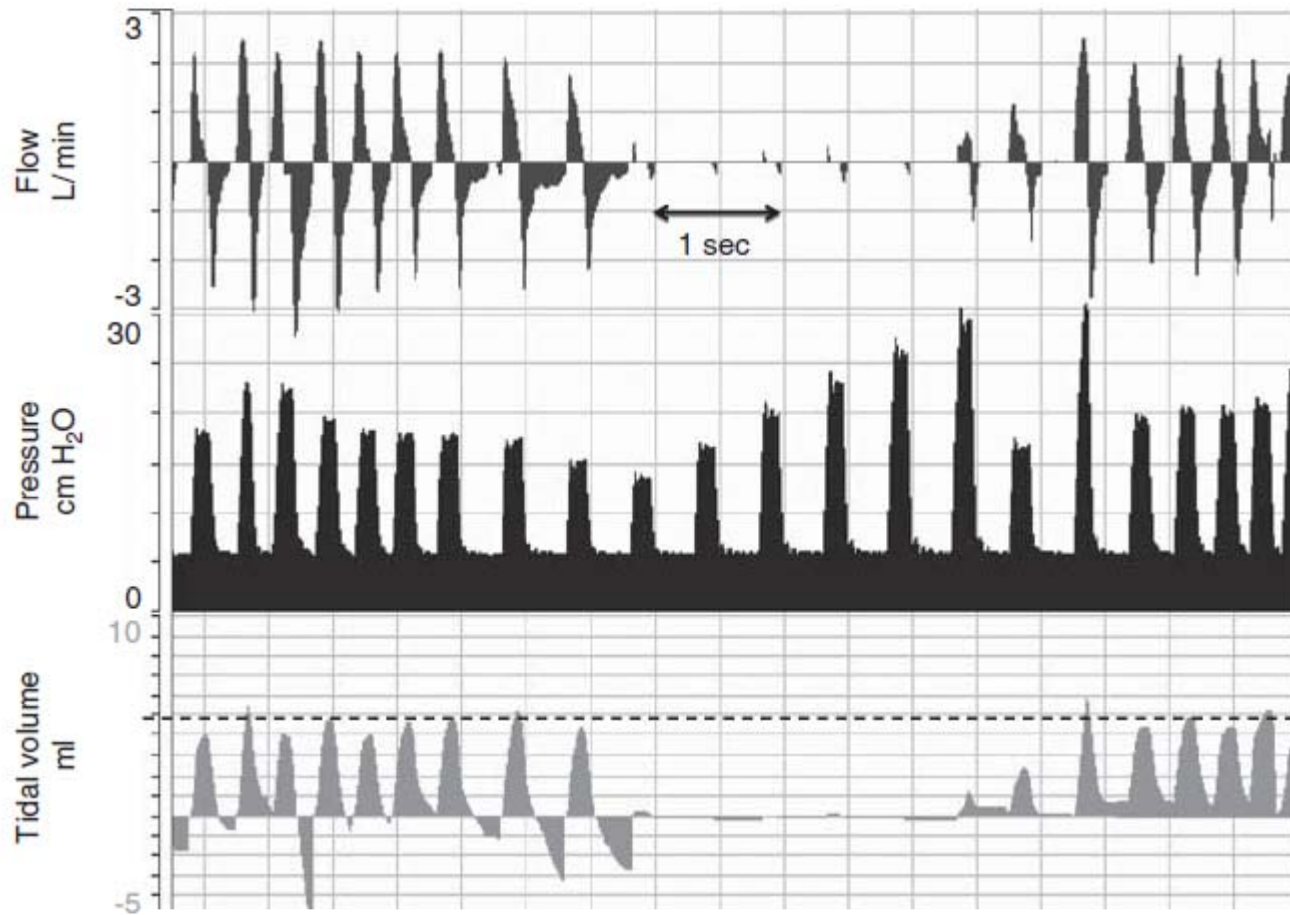
Clinical Scenario	Ventilator Settings and Strategies	Targets
RDS (<1 week age)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Early therapeutic CPAP</li> <li>2. Early surfactant</li> <li>3. Methylxanthines/Vitamin A if indicated</li> <li>4. Rapid rates (40-60/min)</li> <li>5. Moderate PEEP (4-5 cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>6. Low PIP (10-20 cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>7. Short T<sub>1</sub> (0.25-0.4 s)</li> <li>8. Low tidal volume (3-6 mL/kg)</li> <li>9. Early extubation to NCPAP/SNIPPV</li> </ol>	SpO <sub>2</sub> 87-92% pH 7.25-7.35 PaO <sub>2</sub> 40-60 mm Hg PaCO <sub>2</sub> 45-55 mm Hg
Evolving BPD (1-4 weeks age)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Methylxanthines</li> <li>2. Slower rates (25-40/min)</li> <li>3. Moderate PEEP (4-5 cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>4. Low PIP (10-20 cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>5. Moderate T<sub>1</sub> (0.35-0.45 s)</li> <li>6. Low tidal volume (3-6 mL/kg)</li> <li>7. Early extubation to NCPAP/SNIPPV</li> </ol>	SpO <sub>2</sub> 88-93% pH 7.25-7.35 PaO <sub>2</sub> 50-70 mm Hg PaCO <sub>2</sub> 50+ mm Hg
Established BPD (>4 weeks age)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Slow rates (20-40/min)</li> <li>2. Moderate PEEP (4-8 cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>3. Lowest PIP required (20-30cm H<sub>2</sub>O)</li> <li>4. Longer T<sub>1</sub> (0.4-0.7 s)</li> <li>5. Slightly larger tidal volume (5-8 mL/kg)</li> </ol>	SpO <sub>2</sub> 89-94% pH 7.25-7.30 PaO <sub>2</sub> 50-70 mm Hg PaCO <sub>2</sub> 55+ mm Hg

## Episodios de Hipoxemia en RN ventilados



Bolivar, J Ped 1995

## Uso de VG en Episodios de Hipoxemia



**Flujo**



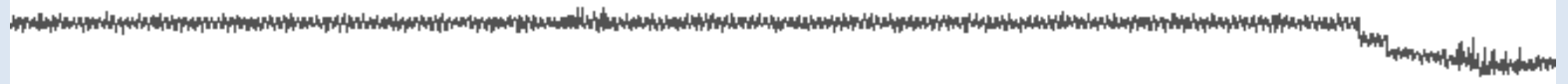
**Paw**



**VT**

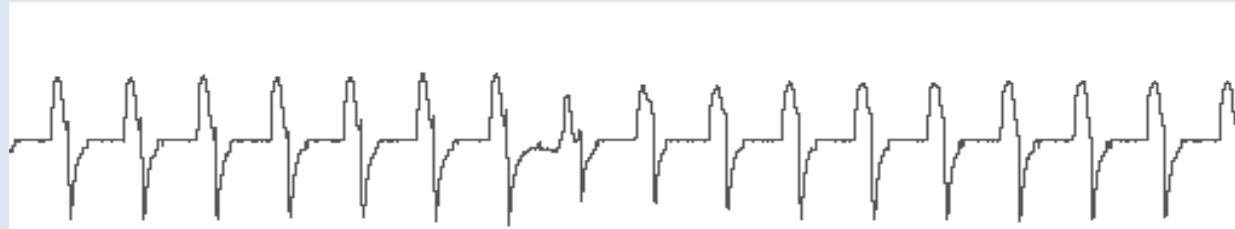


**Sat O2**

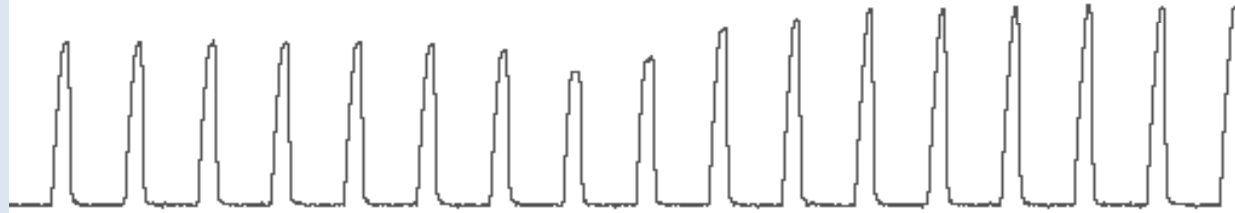


Paciente B. en SIMV

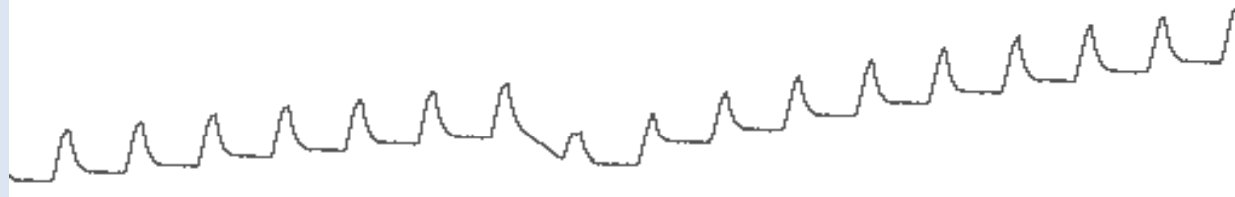
**Flujo**



**Paw**



**VT**

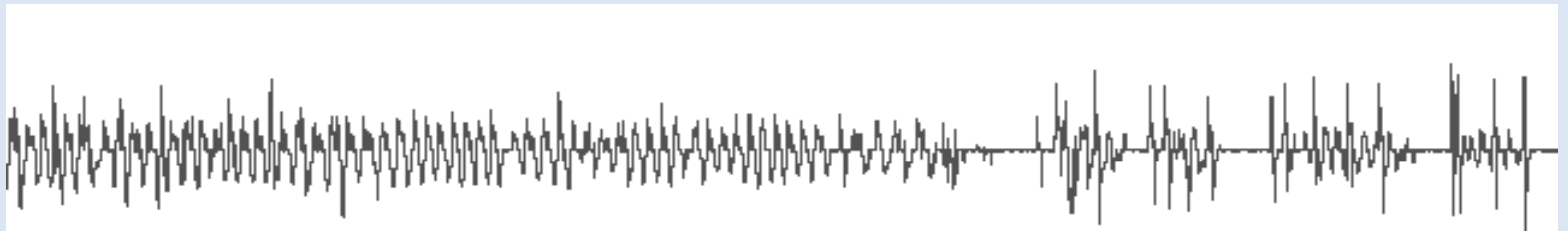


**Sat O2**



Paciente B. en SIMV + VG

Flujo



Paw



Sat



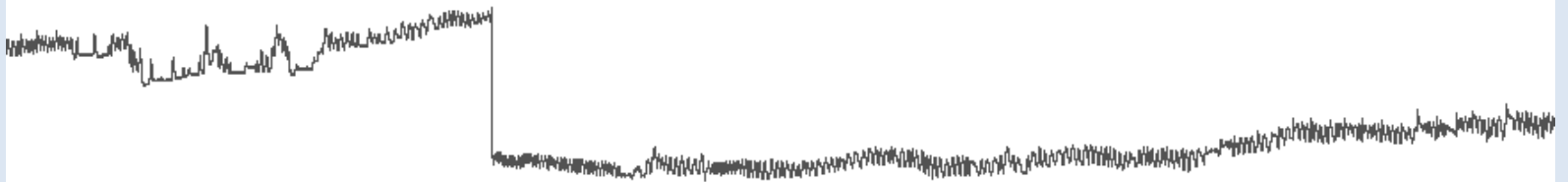
Flujo



Paw



VT



Sat O2





Helmut D. Hummler  
Anja Engelmann  
Frank Pohlandt  
Axel R. Franz

## Volume-controlled intermittent mandatory ventilation in preterm infants with hypoxemic episodes

*Biology of the  
Neonate*

### Original Paper

Biol Neonate 2006;89:50–55  
DOI: 10.1159/000088198

Received: February 17, 2005  
Accepted after revision: May 23, 2005  
Published online: September 8, 2005

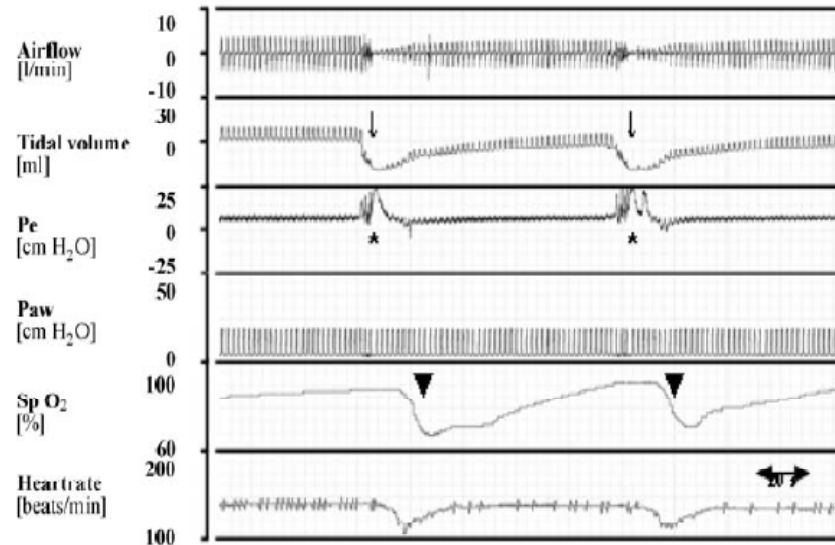
---

## Effects of Volume-Targeted Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation on Spontaneous Episodes of Hypoxemia in Preterm Infants

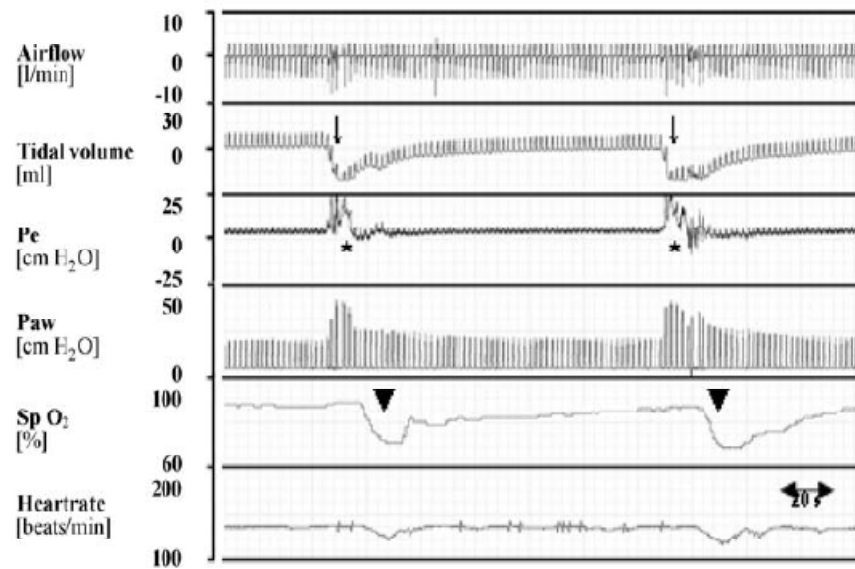
Valentina Polimeni Nelson Claire Carmen D'Ugard Eduardo Bancalari

Division of Newborn Medicine, Department of Pediatrics, University of Miami School of Medicine,  
Miami, Fla., USA

### Pressure-controlled SIMV

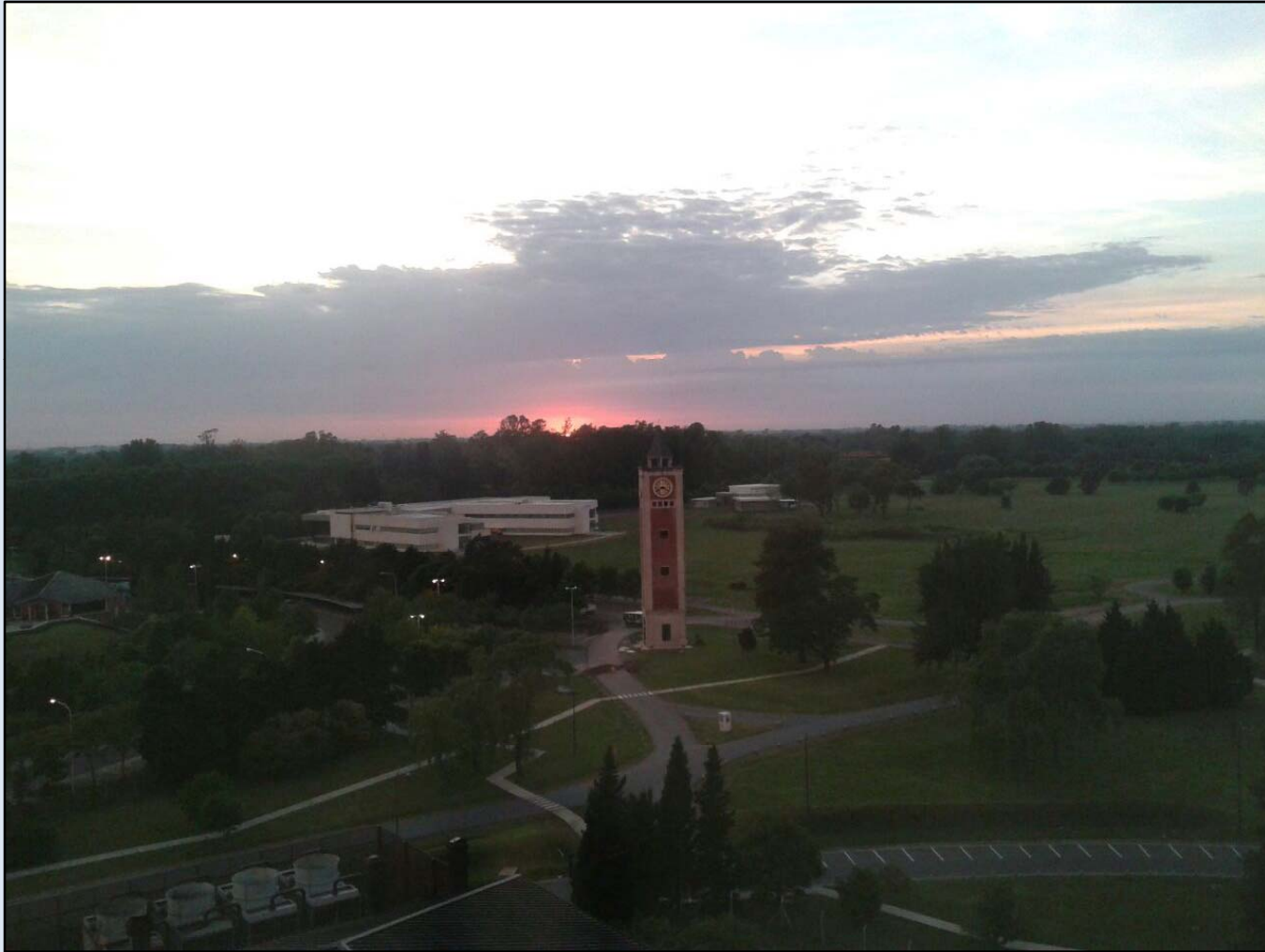


### Volume-controlled SIMV



Both the tool and the carpenter are important

***Reese Clark, J Pediatr, December 1997***



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