



MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT  
INNSBRUCK

# Ventilación sincronizada

Dr. S. Navarro-Psihas  
Department of Neonatology  
University clinic Innsbruck

# Van Kaam: Journal of Pediatrics 2010

173 centros europeos con cuidados neonatales

**Table IV.** Ventilation modes and synchronization

	<b>Patients (n = 535)</b>
Conventional modes	457 (85%)
Time cycled pressure limited	317 (69%)
Pressure controlled	46 (10%)
Volume controlled	7 (2%)
Volume guarantee	43 (9%)
Pressure support*	39 (9%)
Others	5 (1%)
High-frequency mode	78 (15%)
Synchronization modes <sup>†</sup>	
Synchronized intermittent mandatory ventilation	274 (60%)
Assist/Control ventilation	140 (31%)
Pressure support ventilation <sup>‡</sup>	11 (3%)
No synchronization	29 (6%)

# Van Kaam: Journal of Pediatrics 2010

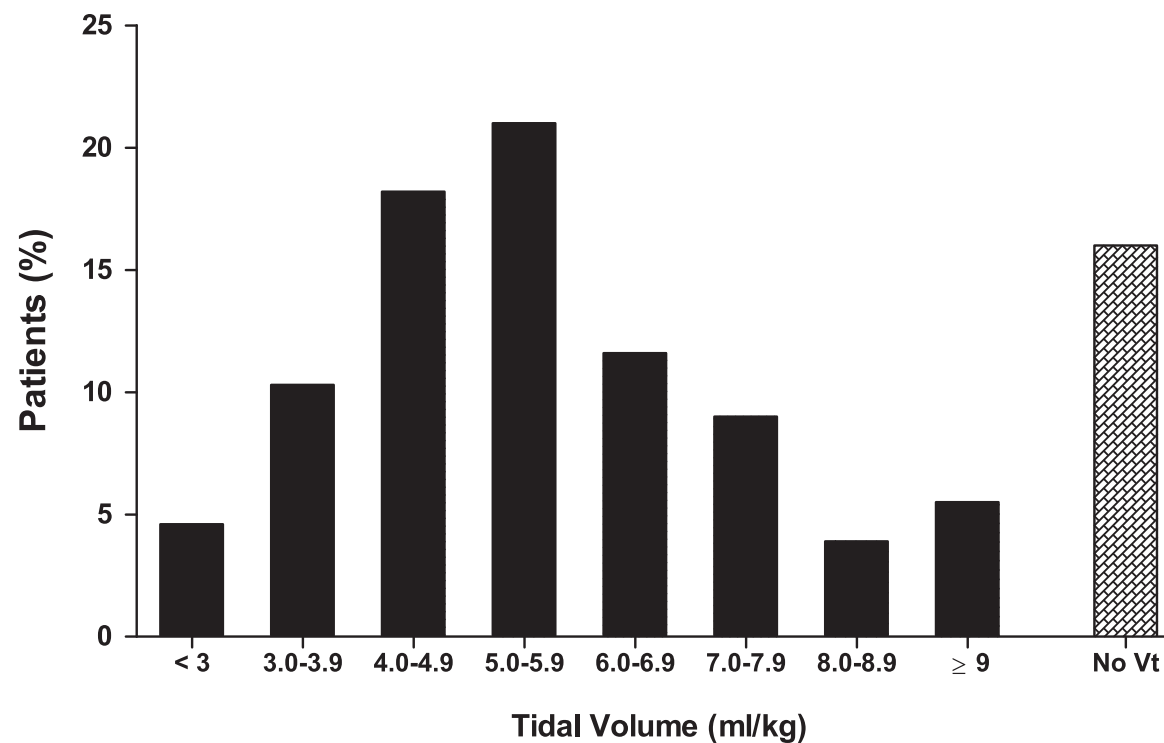
173 centros europeos con cuidados neonatales

**Table VI.** Ventilatory measurements of included infants

<b>Conventional mechanical ventilation</b>	
Peak inspiratory pressure (cmH <sub>2</sub> O)	18.6 ± 4.6
Pressure support level (cmH <sub>2</sub> O)	13.8 ± 5.2
Mean airway pressure (cmH <sub>2</sub> O)	7.9 ± 2.3
Positive end-expiratory pressure (cmH <sub>2</sub> O)	4.5 ± 1.1
Expiratory tidal volume (mL/kg)	5.7 ± 2.3
No tidal volumes measured	73 (16%)
Ventilatory rate (breaths/min)	41 ± 14
Inspiration time (sec)	0.38 ± 0.10
Fraction inspired oxygen	0.28 (0.21-0.36)*
Inspiratory flow (L/min)	8.1 ± 2.7
<b>High-frequency ventilation</b>	
Mean airway pressure (cmH <sub>2</sub> O)	12.4 ± 3.2
Frequency (hertz)	10 (10-12)*
Inspiration time	33% (33%-40%)*
Fraction inspired oxygen	0.38 (0.25-0.55)*
Inspiratory flow (L/min)	15 ± 5

# Van Kaam: Journal of Pediatrics 2010

173 centros europeos con cuidados neonatales



# Bases fisiológicas

# Trabajo respiratorio

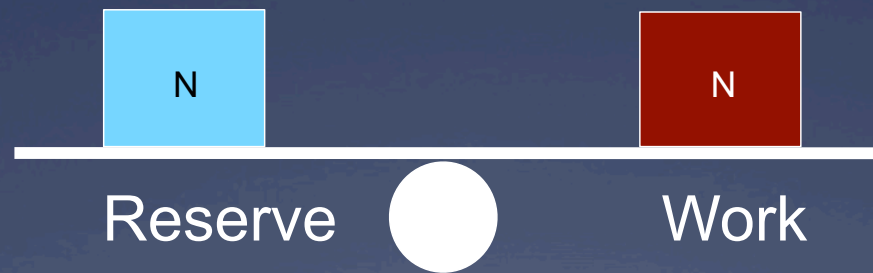
- Trabajo requerido para vencer las fuerzas elásticas y de resistencia que se oponen al flujo de gas en el sistema respiratorio
- Distensibilidad respiratoria
  - Distensibilidad pulmonar
  - Distensibilidad torácica
- Resistencia respiratoria
  - Resistencia fisiológica
  - Resistencia artificial

# Determinantes del trabajo respiratorio

- Distensibilidad pulmonar
  - Producción de surfactante
  - Contenido de agua
- Resistencia de la vía aérea
  - Diámetro (cuarta potencia)
  - Longitud
  - Curvatura
  - Viscosidad del gas
  - Turbulencias del flujo

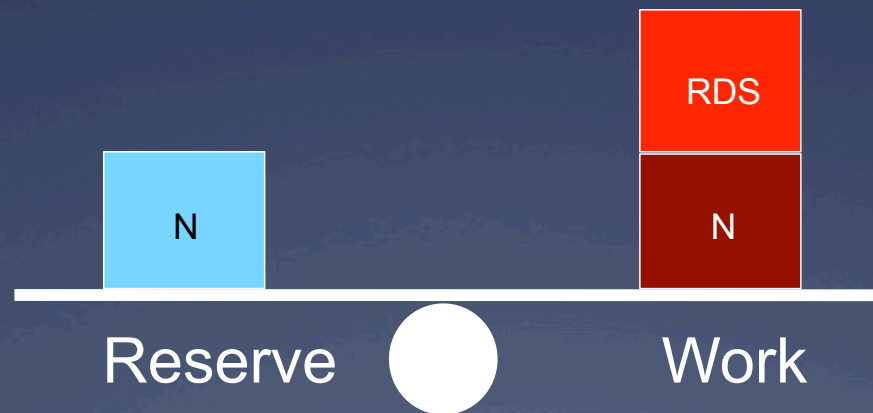


Normal state

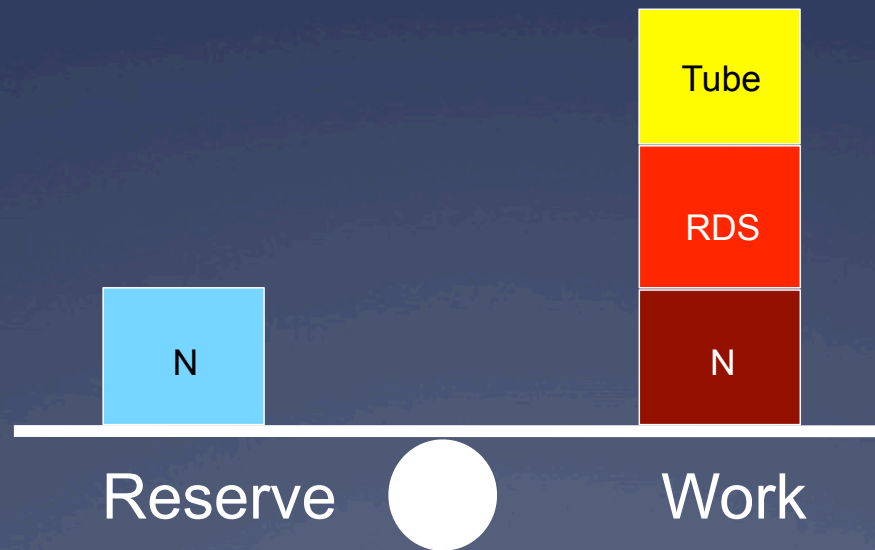




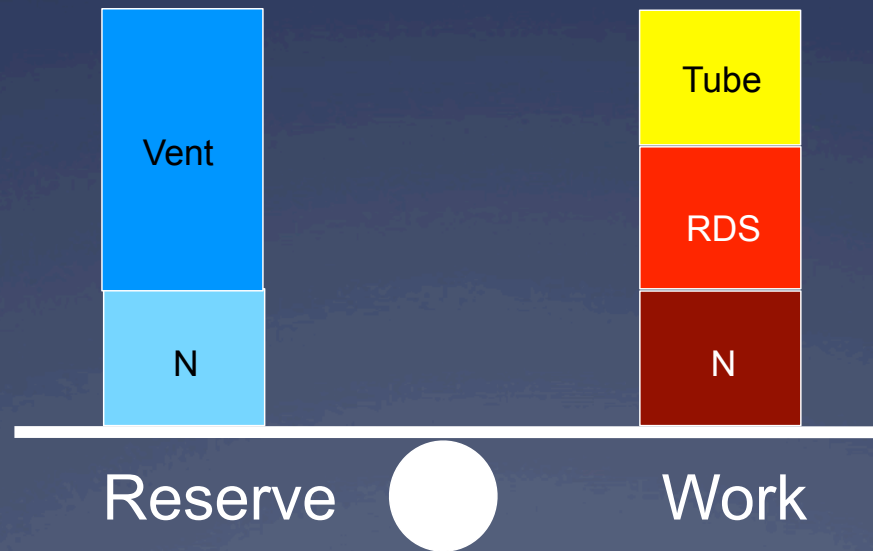
# Resp. insufficiency



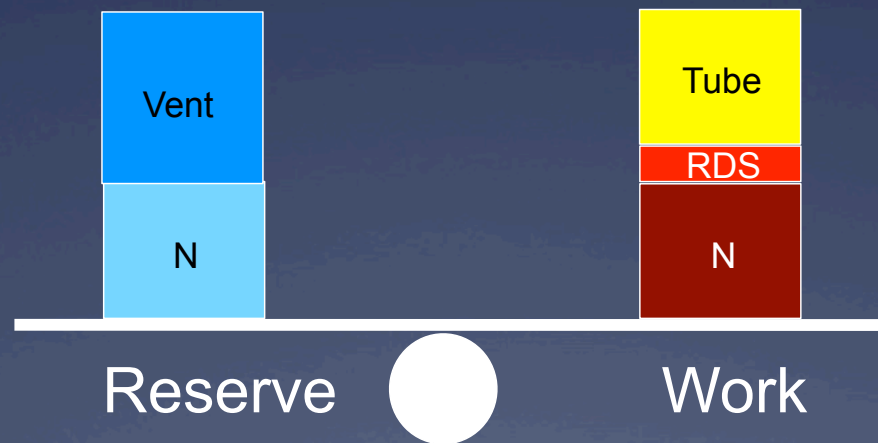
# Endotracheal intubation



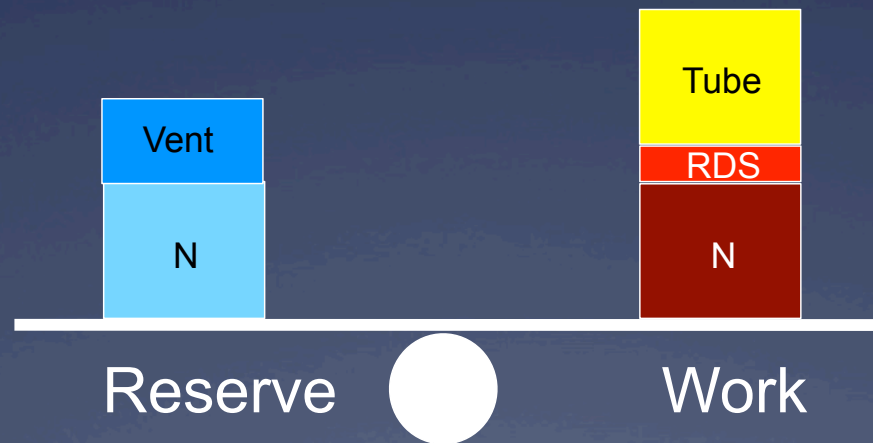
# Ventilatory support



## Reduction in ventilatory support



# Minimal ventilatory support



# Ventilación sincronizada

# Ventilación no sincronizada

- Altas presiones en la vía aérea
- Oxigenación pobre
- Fluctuaciones de la presión intracraneal
- ↑ Relajantes musculares y sedativos
  - Debilidad muscular
  - Formación de edema
  - Dependencia respiratoria



Author	Population	Benefit
Bernstein, 1994	30 newborns	Larger, more consistent VT with SIMV
Cleary, 1995	10 newborns (<32 wk gestation) <12 h	SIMV improved oxygenation
Jarreau, 1996	6 newborns who had RDS	PTV decreased work of breathing
Smith, 1997	17 newborns who had RDS	SIMV decreased respiratory rate
Quinn, 1998	59 newborns (<32 wk gestation)	PTV decreased catecholamine levels
VT=tidal volume, SIMV=synchronized intermittent mandatory ventilation, RDS=respiratory distress syndrome, PTV=patient-triggered ventilation.		

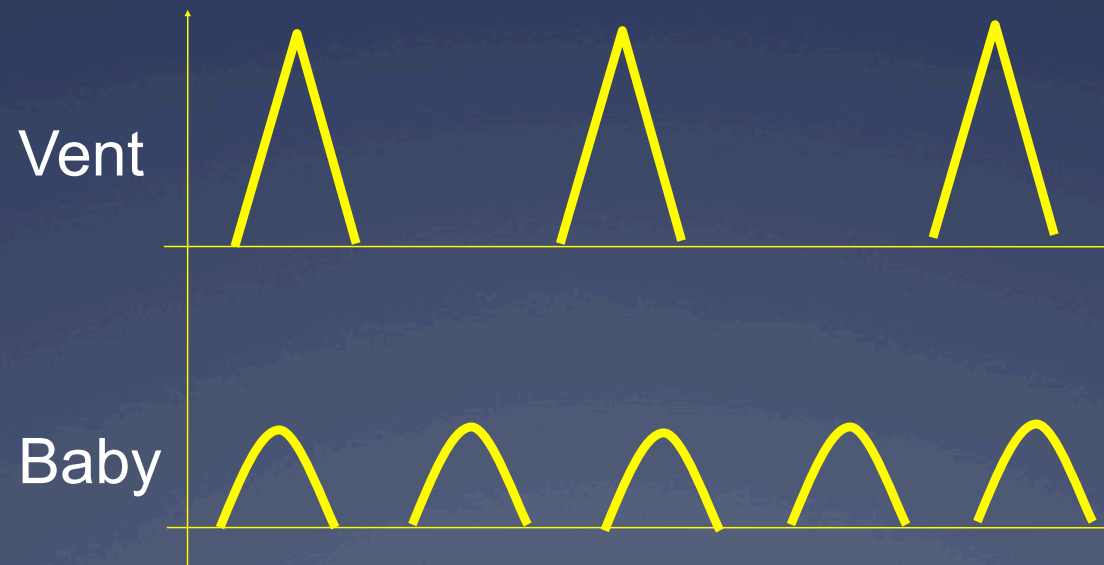
# Formas de desate de disparo

- Por flujo
  - Más sensible que el de presión
  - Medición del volumen corriente
  - Adición de espacio muerto
  - Auto-disparos en presencia de agua o de fuga por el tubo
- Cápsula de superficie
  - Muy sensible
  - No agrega espacio muerto
  - Sensible a los cambios de posición
  - Disparos por artefactos

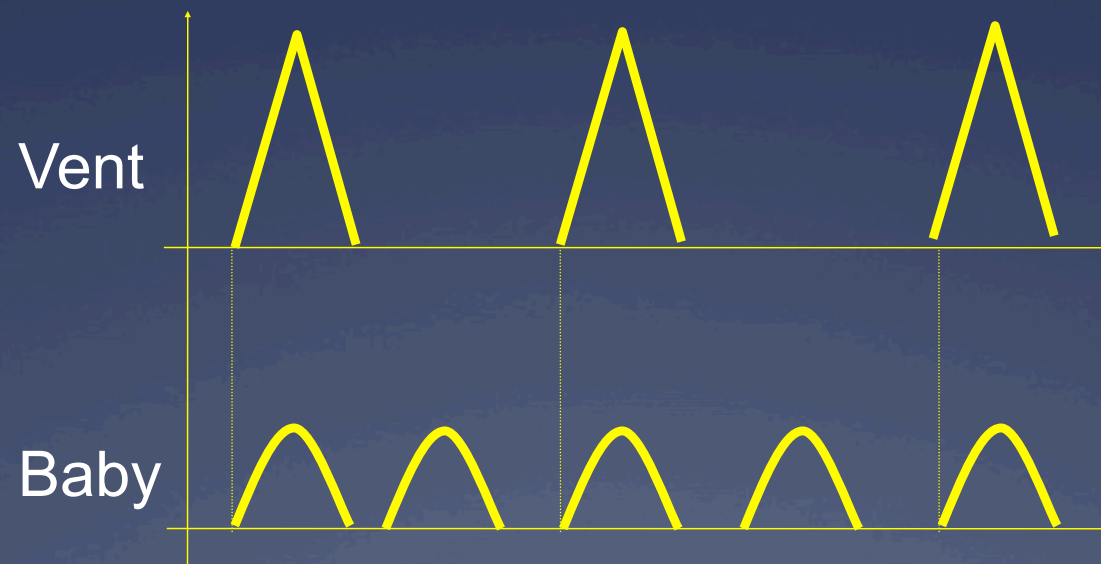
# Modos de ventilación

- **IPPV**
  - Número fijo de disparos no sincronizados en ausencia de respiración espontánea
- **IMV**
  - Igual pero en presencia de respiración espontánea
- **SIMV**
  - Número fijo de disparos sincronizados con la respiración espontánea del paciente
- **SIPPV or A/C**
  - Soporte de todas las inspiraciones del paciente. La frecuencia ventilatoria es relevante solo en presencia de apnea

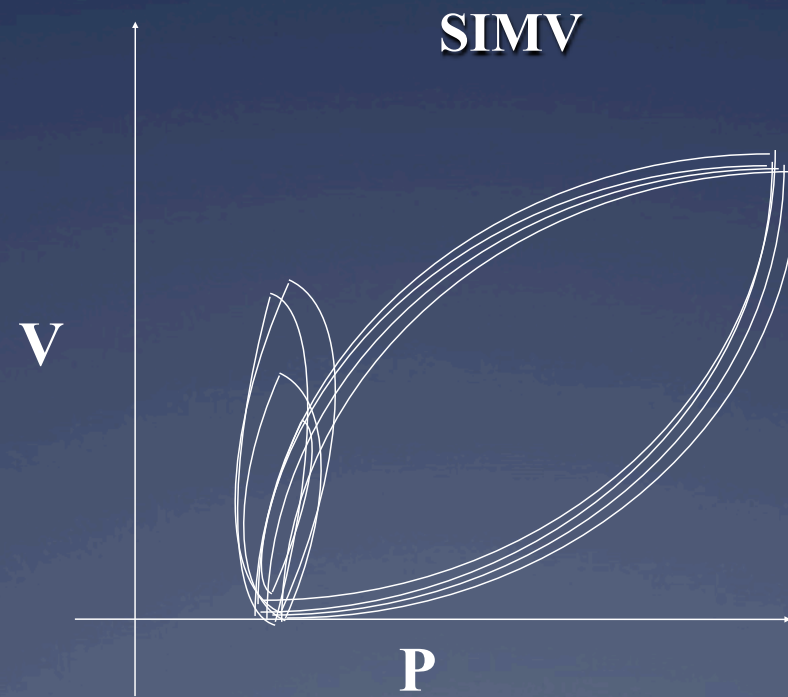
# IMV



# SIMV

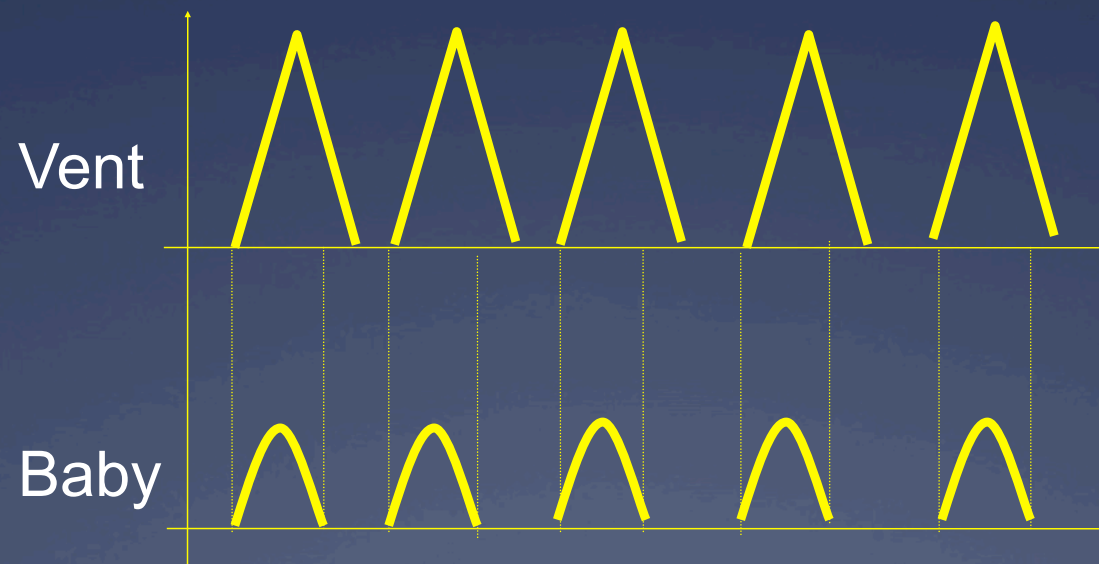


# IMV



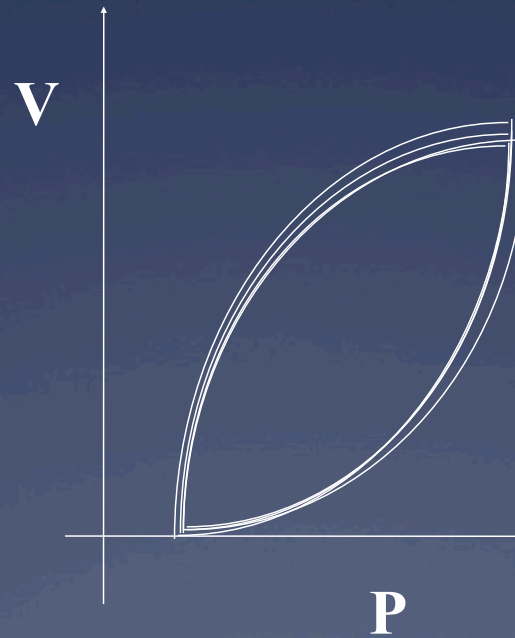


# Assist/control SIPPV





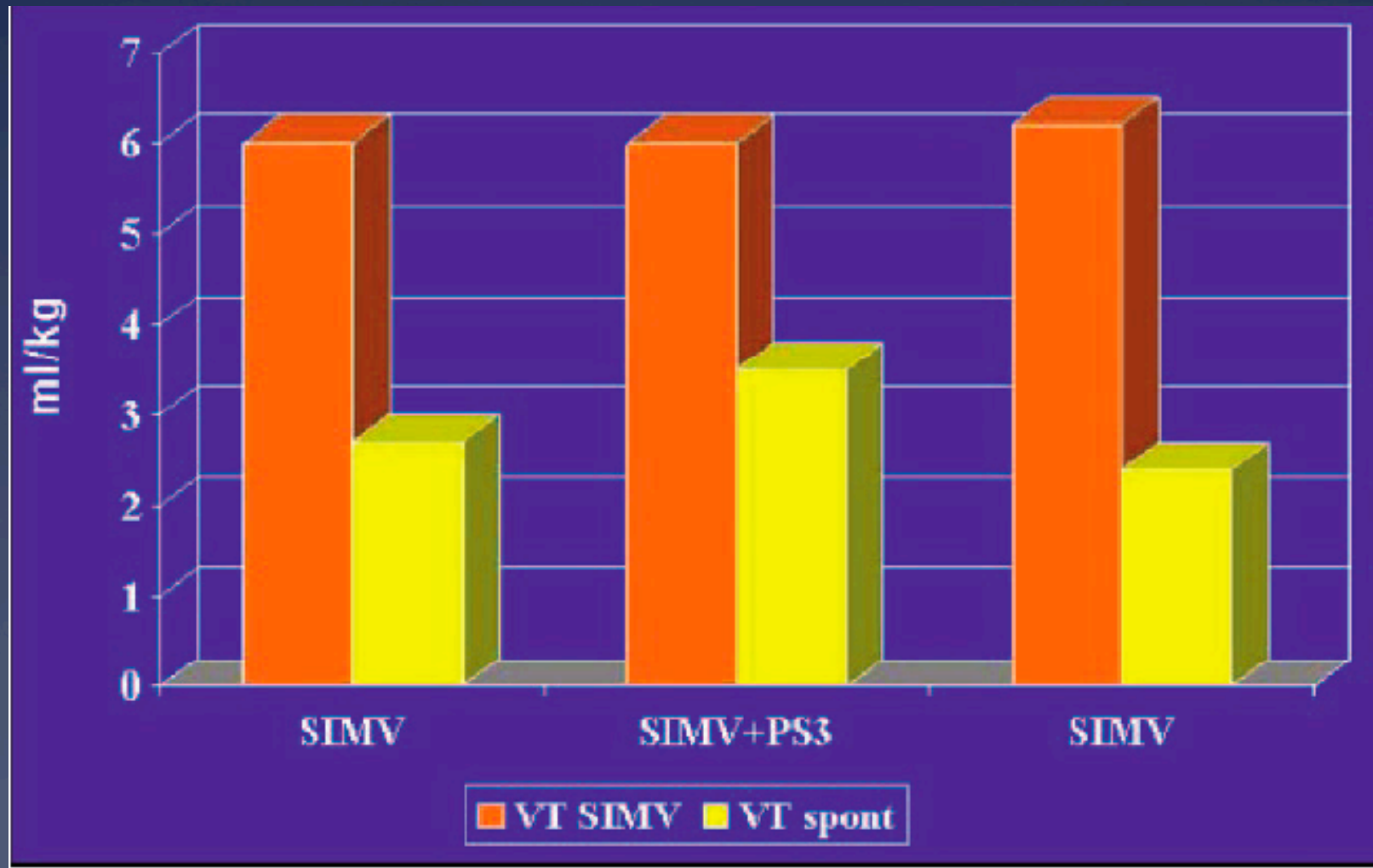
# Assist/control SIPPV



# SIMV:

- Regulación de la ventilación mediante la frecuencia ventilatoria
- Destete: Reducción de la presión pico y de la frecuencia
- ↑ Variación del volumen corriente y del trabajo respiratorio
- Ventilación muerta durante la respiración espontánea no soportada
- Incremento del volumen corriente para aumentar la ventilación minuto

# Spontaneous and supported VT during SIMV



# SIPPV o A/C

- Frecuencia solo relevante en presencia de apnea
- Destete solo con la presión (accionismo)
- Volumen corriente muy uniforme
- Riesgo de hiperventilación y atrapamiento de aire en el caso de auto-disparos

# Ventajas de A/C sobre SIMV

- Volumen corriente más constante
- ↓ taquipnea
- ↓ trabajo respiratorio
- ↓ Variación de la presión arterial
- Destete más rápido (2 de 3 RCT's)

# Argumentos para sostener la aversión al cambio



**“Durante SIPPV/AC no es posible destetar al paciente porque se soportan todas las inspiraciones del paciente”**



### **CPAP/SIMV (unsupported)**

Lung Volume



Patient's  
Pleural  
Pressure

Machine  
Generated  
Pressure

### **SIMV (supported)**

Lung Volume



Patient's  
Pleural  
Pressure

Machine  
Generated  
Pressure

### **A/C or PSV**

Lung Volume



Patient's  
Pleural  
Pressure

Machine  
Generated  
Pressure

**“SIPPV/AC puede ser deletorio por el gran número de insuflaciones aplicadas al paciente”**

# Ventilación mecánica y daño pulmonar

- El daño pulmonar es principalmente debido a:
  - Sobredistensión alveolar ( $\uparrow$  VT)
  - Reclutamiento a colapso alveolar repetitivo (atelectrauma)
- The OCTAVE study showed
  - Less air leak
  - Even with non-synchronized ventilation

**“Insuflaciones con mayor presión son necesarias para evitar la formación de atelectasias”**

# Formación de atelectasias

- Volumen corriente alto puede dañar el pulmón
- El momento vulnerable para el colapso alveolar es la espiración y no la inspiración (PEEP y no PIP)
- ¡Las atelectasias son comúnmente causadas por secreciones en pacientes con esfuerzo respiratorio pobre y falta de reflejos!

# Evidencia clínica

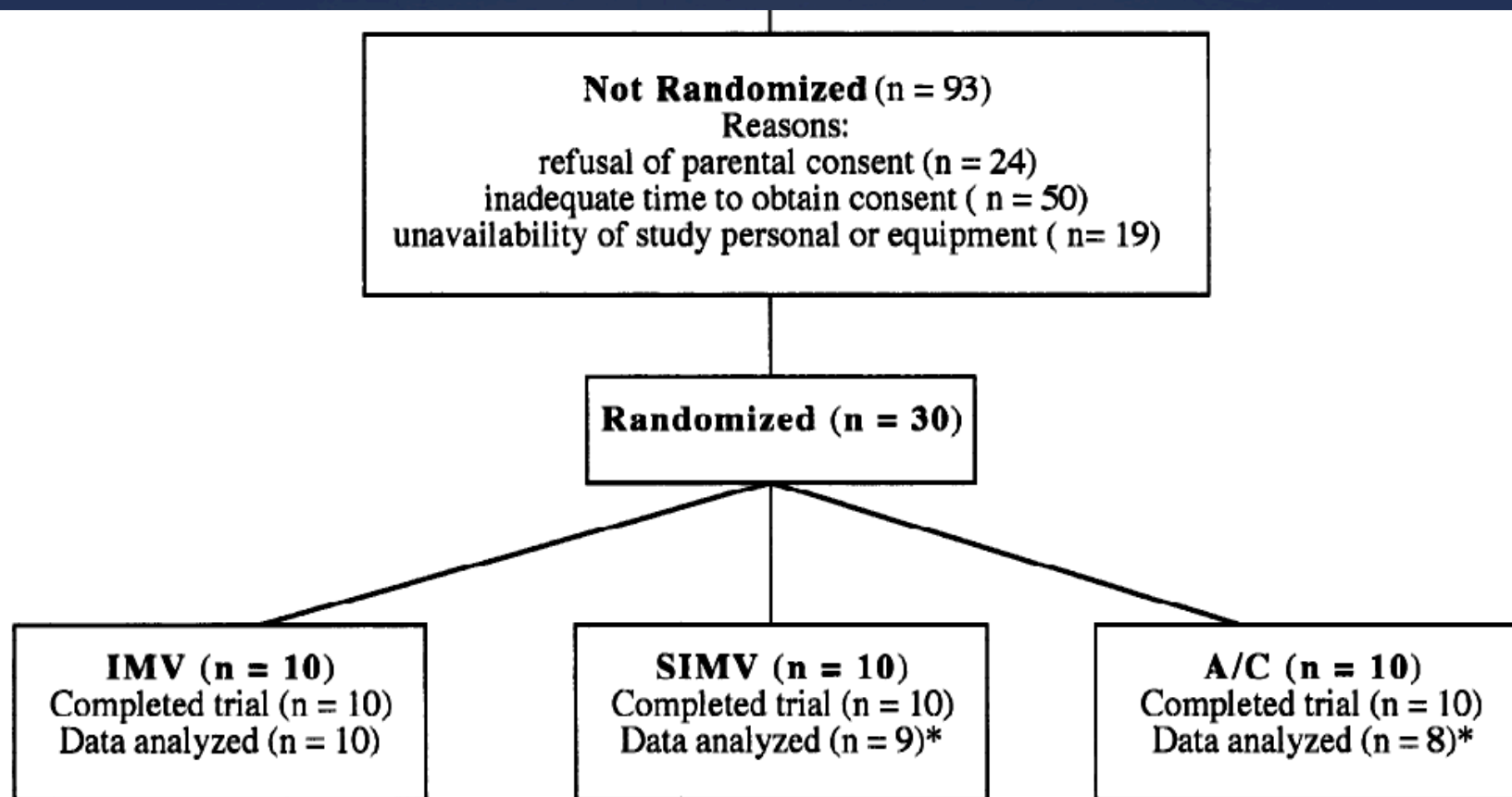


Pediatric Pulmonology 29:11–18 (2000)

# **Randomized Controlled Trial of Volume-Targeted Synchronized Ventilation and Conventional Intermittent Mandatory Ventilation Following Initial Exogenous Surfactant Therapy**

**Jeanne D. Mrozek, MD,<sup>1</sup> Ellen M. Bendel-Stenzel, MD,<sup>1</sup> Pat A. Meyers, RRT,<sup>1</sup> Dennis R. Bing, RRT,<sup>1</sup>  
John E. Connett, PhD,<sup>2</sup> and Mark C. Mammel, MD<sup>1\*</sup>**





	Respiratory rate (breaths/min), total/mechanical		
	IMV	SIMV	A/C
Baseline	76 ± 6	75 ± 4	63 ± 3
	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0
15 min	74 ± 5	77 ± 6	62 ± 3
	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0
30 min	80 ± 6	78 ± 6	64 ± 5
	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0
45 min	81 ± 4	79 ± 5	66 ± 5**
	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0
1 hr	79 ± 6	80 ± 5	64 ± 6*
	41 ± 1	40 ± 0	40 ± 0
3 hr	75 ± 6	80 ± 4	64 ± 4**
	41 ± 2	40 ± 1	40 ± 0
6 hr	81 ± 5	76 ± 3	67 ± 4*
	40 ± 2	40 ± 2	40 ± 0

\* $P < 0.01$ , A/C vs. IMV, SIMV.

\*\* $P < 0.05$ , A/C vs. SIMV.

\*\*\* $P < 0.05$ , spontaneous breath vs. mechanical b

	Minute ventilation (L/kg)		
	IMV	SIMV	A/C
15 min	0.44 ± 0.05	0.42 ± 0.02	0.51 ± 0.06
30 min	0.40 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.42 ± 0.1
45 min	0.41 ± 0.03	0.43 ± 0.04	0.47 ± 0.1
1 hr	0.43 ± 0.03	0.41 ± 0.03	0.46 ± 0.1
3 hr	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.03	0.44 ± 0.06
6 hr	0.39 ± 0.05	0.39 ± 0.03	0.42 ± 0.06
	0.42 ± 0.04	0.38 ± 0.03	0.44 ± 0.05

Tidal volume (mL/kg)		
spontaneous breath/mechanical breath		
IMV	SIMV	A/C
5.6 ± 0.8	4.1 ± 0.6***	
5.6 ± 0.7	7.5 ± 0.5	7.9 ± 0.8
4.0 ± 0.5	4.0 ± 1.0***	
6.4 ± 0.6	6.4 ± 0.4	6.9 ± 0.8
4.0 ± 0.6	4.8 ± 0.9***	
6.1 ± 0.8	7.6 ± 0.9	7.4 ± 1.2
4.1 ± 0.7	3.9 ± 0.7***	
7.0 ± 0.8	6.7 ± 0.4	6.7 ± 0.8
4.1 ± 0.4	3.8 ± 0.4***	
5.9 ± 0.9	6.6 ± 0.4	6.8 ± 0.8
3.1 ± 0.5***	3.9 ± 0.6***	
6.3 ± 0.9	6.3 ± 0.5	6.5 ± 0.8
3.5 ± 0.6***	3.7 ± 0.6***	
6.7 ± 0.9	6.5 ± 0.5	7.1 ± 1.0

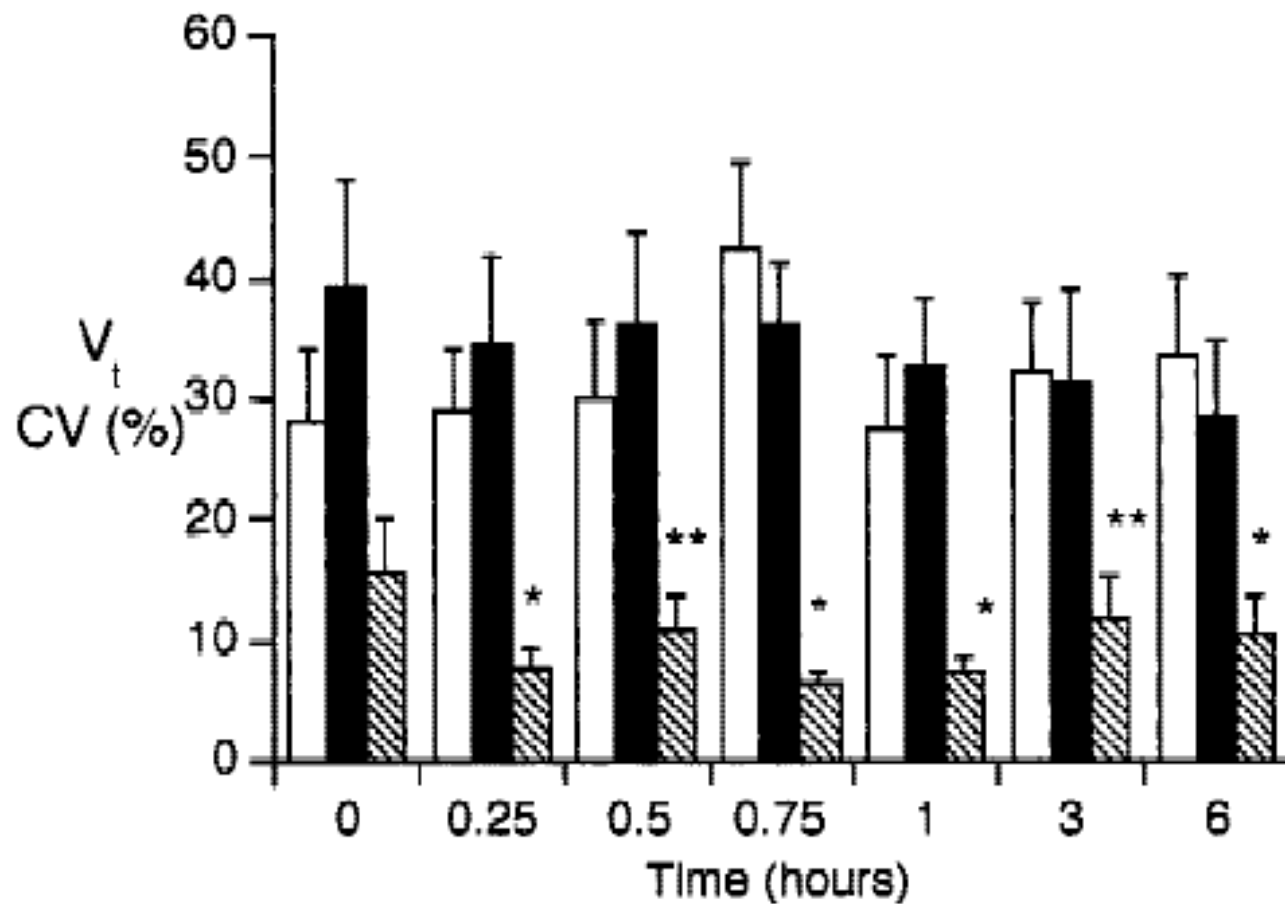


Fig. 3. Coefficient of variation (CV), %, for tidal volume ( $V_t$ ) in all groups. \*\* $P < 0.05$  A/C vs. IMV, SIMV. \* $P < 0.01$ , A/C vs. IMV, SIMV. Open columns, IMV; solid columns, SIMV; hatched columns, A/C.

# Original Article

Effect of Volume Guarantee Combined with Assist/Control vs Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation

**Kabir Abubakar, MD**

**Martin Keszler, MD**

*Journal of Perinatology* 2005; 25:638–642



# Diseño del estudio

- Estudio prospectivo cross over comparando SIMV+VG con A/C+VG con relación a la presión inspiratoria y la función pulmonar en pacientes prematuros
- 12 RNPT en ventilación convencional fueron aleatorizados a SIMV+VG o A/C+VG por 2 horas y luego fué cambiado el modo de ventilación nuevamente
- Variables:
  - PIP, MAP
  - MV
  - Frecuencia cardiaca, respiratoria, saturación de oxígeno



**Table 1** Demographic Characteristics of Studied Infants

	Mean (SD)	Range
Gestational age (week)	26 (2.4)	24–33
Birth weight (g)	679 (138)	525–870
Study weight (g)	887 (247)	690–1535
Age at study (days)	27 (17)	7–59

**Table 3** Heart Rate, Respiratory Rate and Oxygenation

		AC+VG	SIMV+VG	<i>p</i> -value
Heart rate (beats/minute)	Mean±SD	148±5	161±7	<i>p</i> <0.0001
	Variance	25	46	<i>p</i> <0.0001
Respiratory rate (breaths/minute)	Mean ±SD	55.1±6.4	65±8	<i>p</i> <0.0001
	Variance	44.0	70.0	<i>p</i> <0.01
Oxygen saturation (%)	Mean ±SD	95±2	91±3	<i>p</i> <0.0001
	Variance	3	12	<i>p</i> <0.0001

**Table 2** Ventilator Variables

		AC+VG	All SIMV breaths	SIMV+VG machine breaths	SIMV spontaneous breaths	<i>p</i> -value
PIP (cmH <sub>2</sub> O)	Mean±SD	15±4.1*	14±4.8	17±2.9*		<i>p</i> <0.001*
	Variance	17.9*	24.4	9.5*		<i>p</i> <0.001*
MAP (cmH <sub>2</sub> O)	Mean±SD	8.6±1.8*	8.2±2	9.3±1.6*		<i>p</i> <0.004*
	Variance	3.4	4.0	2.7		<i>p</i> <0.001 <sup>†</sup>
Exhaled tidal volume (ml)	Mean±SD	5.2±0.5	4.9±2.0	5.1±1.8	3.2±1.8	<i>p</i> <0.001 <sup>†</sup>
	Variance	0.3	4.4	3.4	3.5	<i>p</i> <0.0001 <sup>‡</sup>
Minute volume (ml)	Mean±SD	328±50	319±78			NS
	Variance	348	652			<i>p</i> <0.001
*AC+VG compared to SIMV+VG machine breaths only. <sup>†</sup> Spontaneous unsupported SIMV breaths compared to AC+VG and SIMV+VG (total and machine breaths). <sup>‡</sup> AC+VG compared to SIMV+VG spontaneous or machine supported breaths.						

# Conclusiones:

- A/C en comparación con SIMV:
  - Facilita el destete ventilatorio
  - ↓ fluctuaciones del volumen corriente
  - ↓ Variación de la presión arterial y de la saturación de oxígeno
  - ↓ Trabajo respiratorio
  - Faltan datos de pronóstico a largo plazo

# ¡Gracias!