



MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT
INNSBRUCK

Ventilación orientada al volumen volumen garantizado

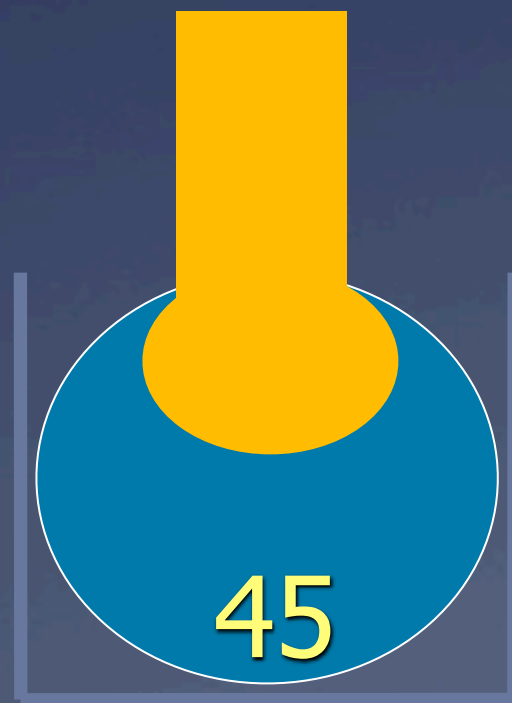
Salvador Navarro-Psihas
Hospital Universitario de Innsbruck
Austria

Barotrauma/Volutrauma

Hernandez: J Appl Physiol. 1989

- Conejos en ventilación mecánica
- Presiones de ventilación altas
- Limitación de la distensión torácica mediante un yeso alrededor del mismo

Hernandez: J Appl Physiol. 1989



Resultados:

- El edema pulmonar se incrementó en un 430% en el grupo sin restricción torácica
- No hubo cambios en el grupo con yeso torácico

Barotrauma → Volutrauma

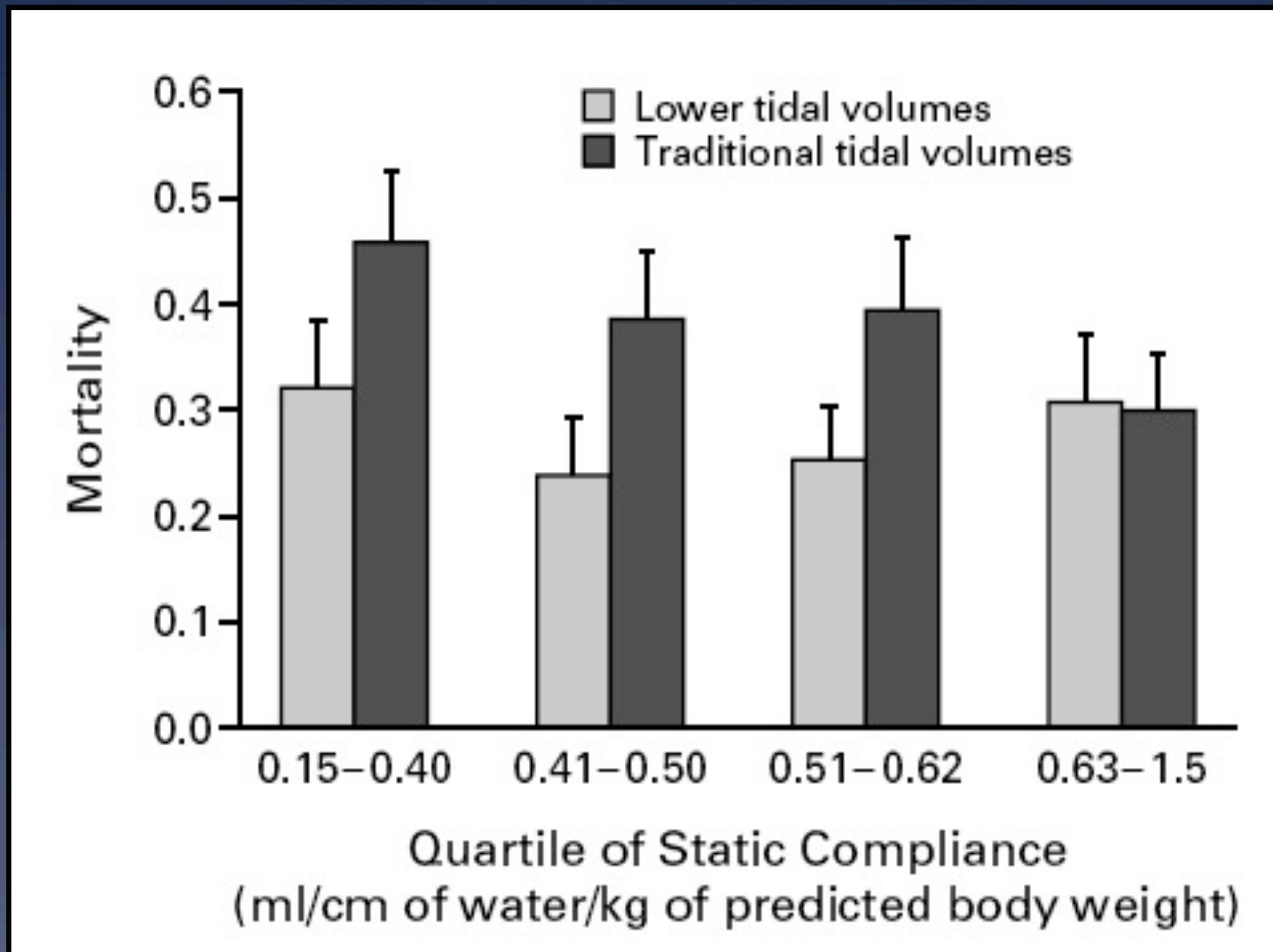
ARDS Network: NEJM 2000

- Efecto de volúmenes corriente bajos en adultos con ARDS
- Suspensión del estudio después de haber recrutado 861 pacientes:
 - VT normal = 12ml/kg
 - VT bajo = 6ml/kg
- Variables: Mortalidad y soporte ventilatorio antes del alta

TABLE 4. MAIN OUTCOME VARIABLES.*

VARIABLE	GROUP RECEIVING LOWER TIDAL VOLUMES	GROUP RECEIVING TRADITIONAL TIDAL VOLUMES	P VALUE
Death before discharge home and breathing without assistance (%)	31.0	39.8	0.007
Breathing without assistance by day 28 (%)	65.7	55.0	<0.001
No. of ventilator-free days, days 1 to 28	12±11	10±11	0.007
Barotrauma, days 1 to 28 (%)	10	11	0.43
No. of days without failure of nonpulmonary organs or systems, days 1 to 28	15±11	12±11	0.006

ARDS Network: NEJM 2000



Estudios con garantía de volumen

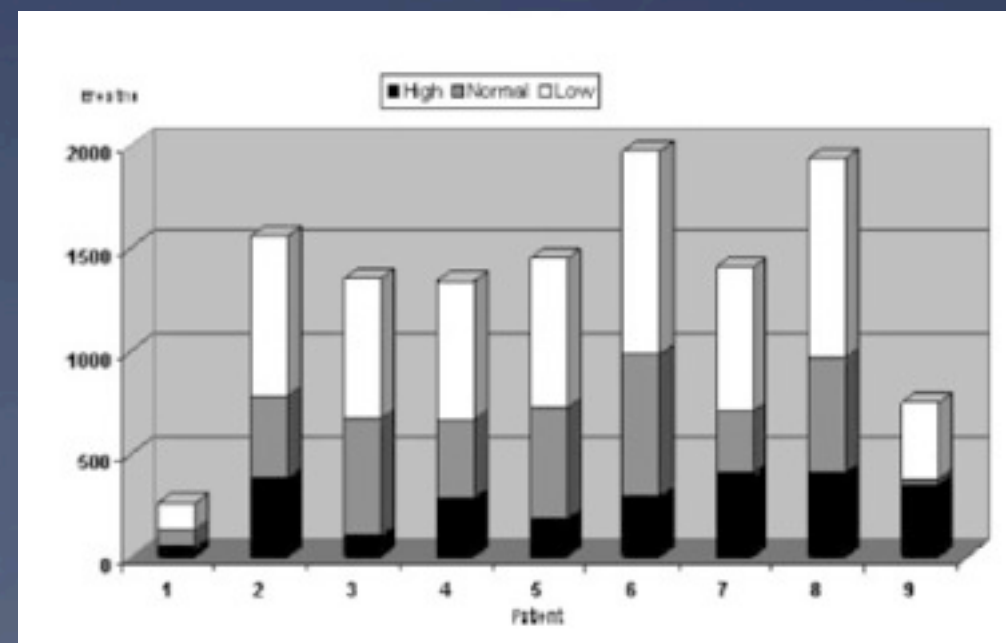
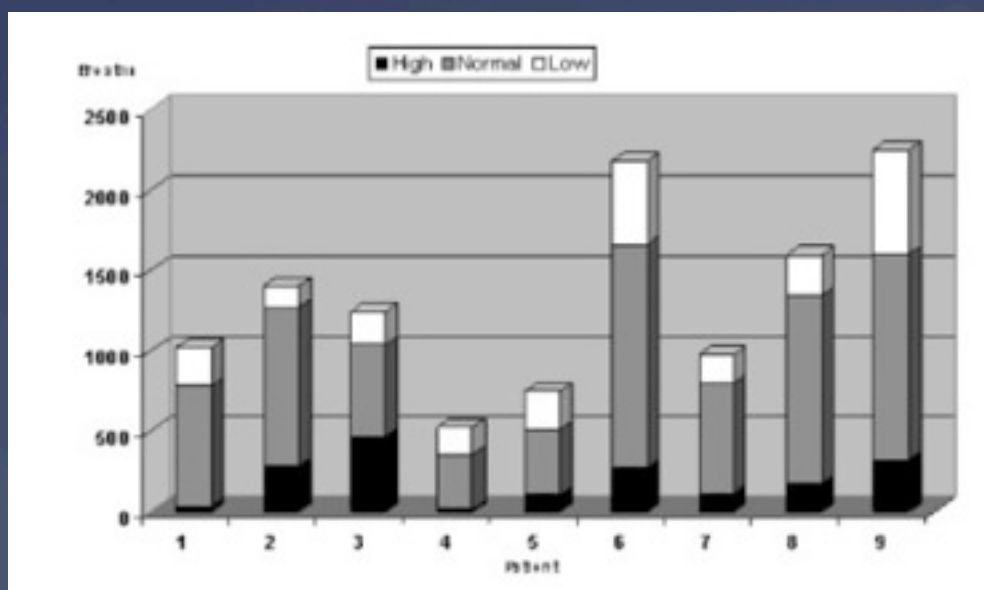
Keszler: Pediatric Pulmonology 2004

18 prematuros < 34 semanas
Distribución de los volúmenes corriente

A/C +VG

P=0.001

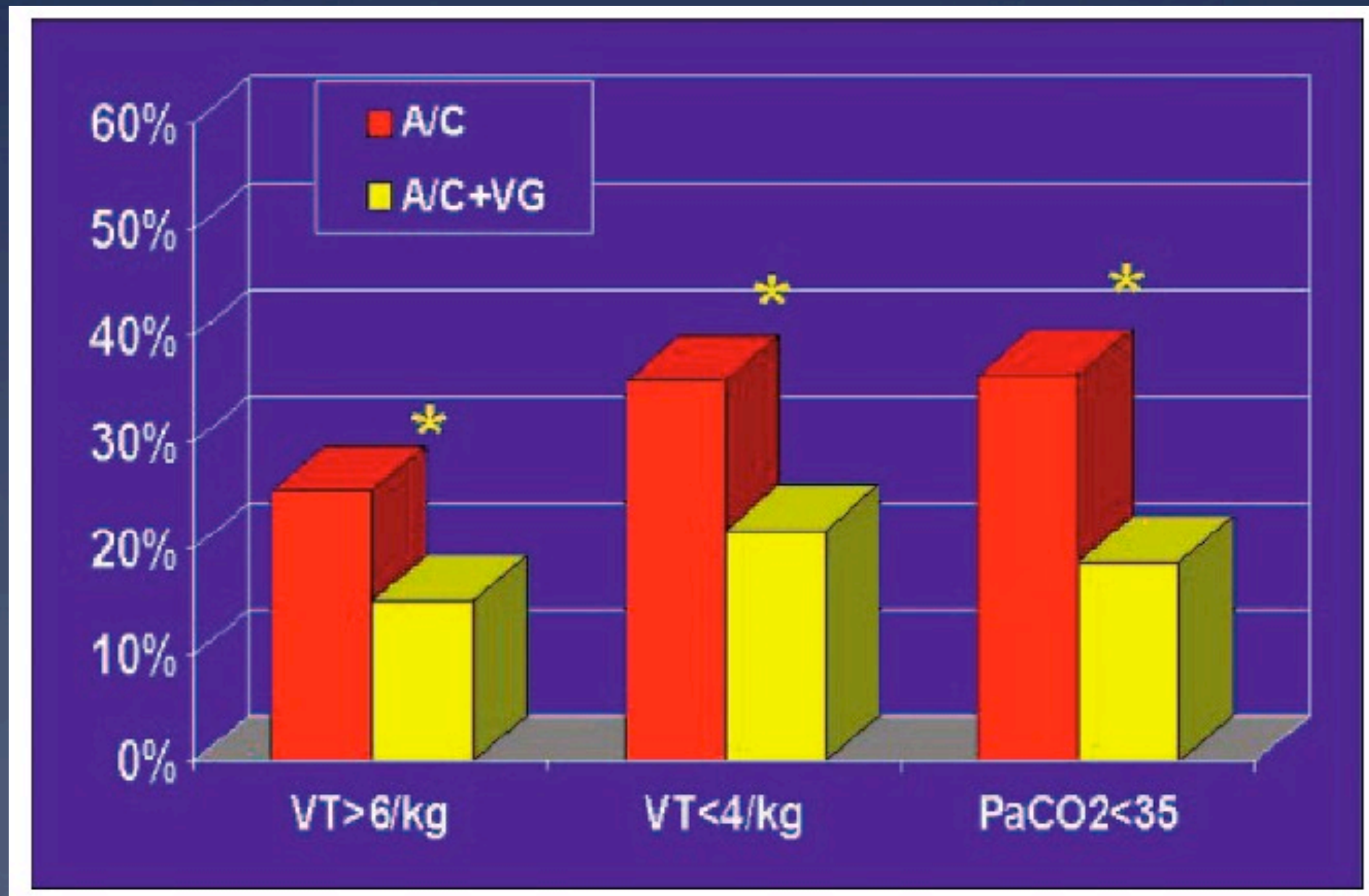
A/C



CO₂ < 35mmHg = 20%

P=0.05

CO₂ < 35mmHg = 36%



Lista: Pediatric Pulmonology 2004

- Efecto de la garantía de volumen sobre la respuesta inflamatoria en pacientes prematuros con RDS
- 53 prematuros 25-32 semanas randomizaods en dos grupos:
 - PSV
 - PSV +VG
- Variables: IL-6, IL-8, TN-alfa en los días 1, 3 y 7

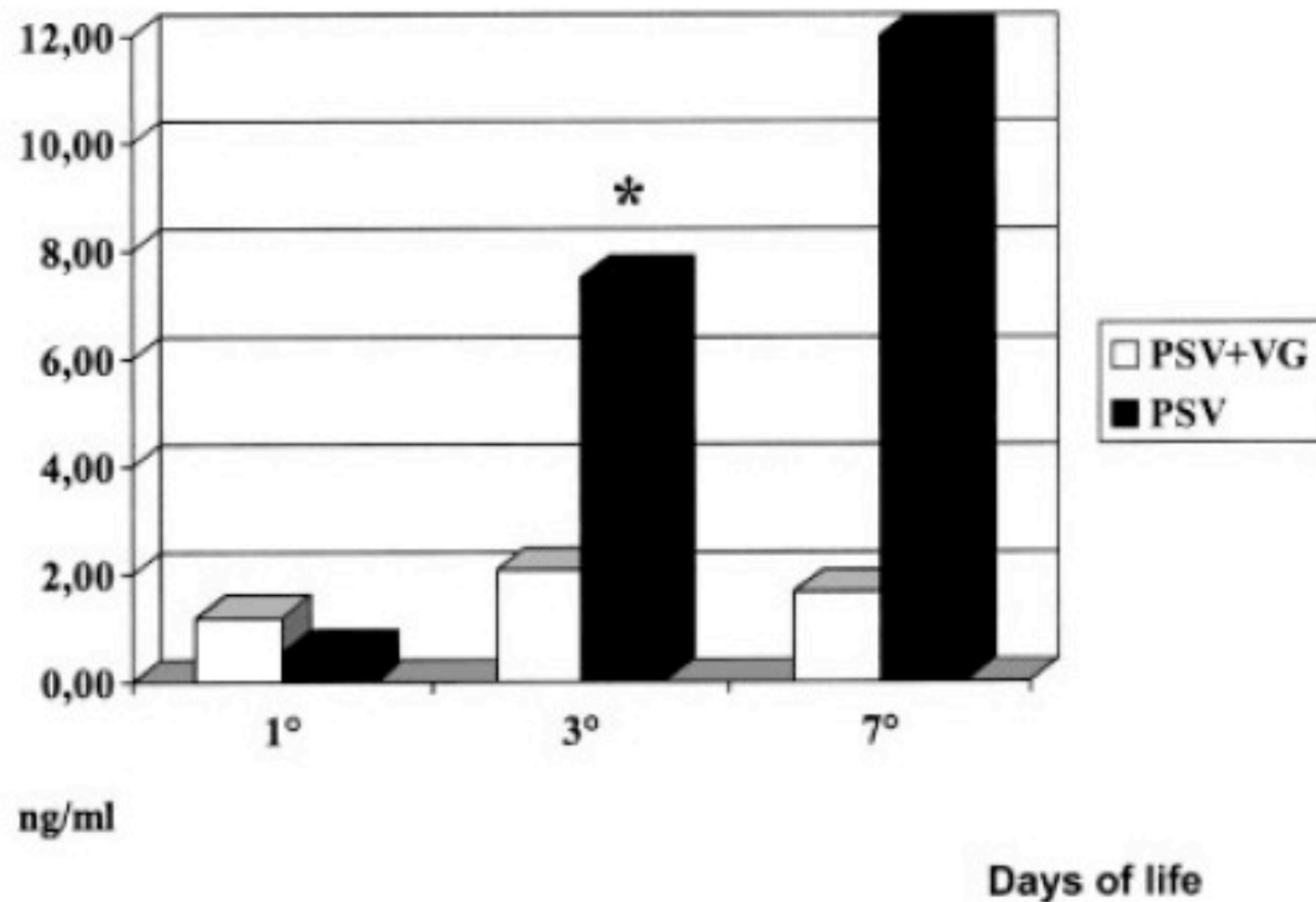


Fig. 1. Tracheal IL-8 (values expressed as medians). * $P < 0.05$, PSV vs. PSV + VG group.

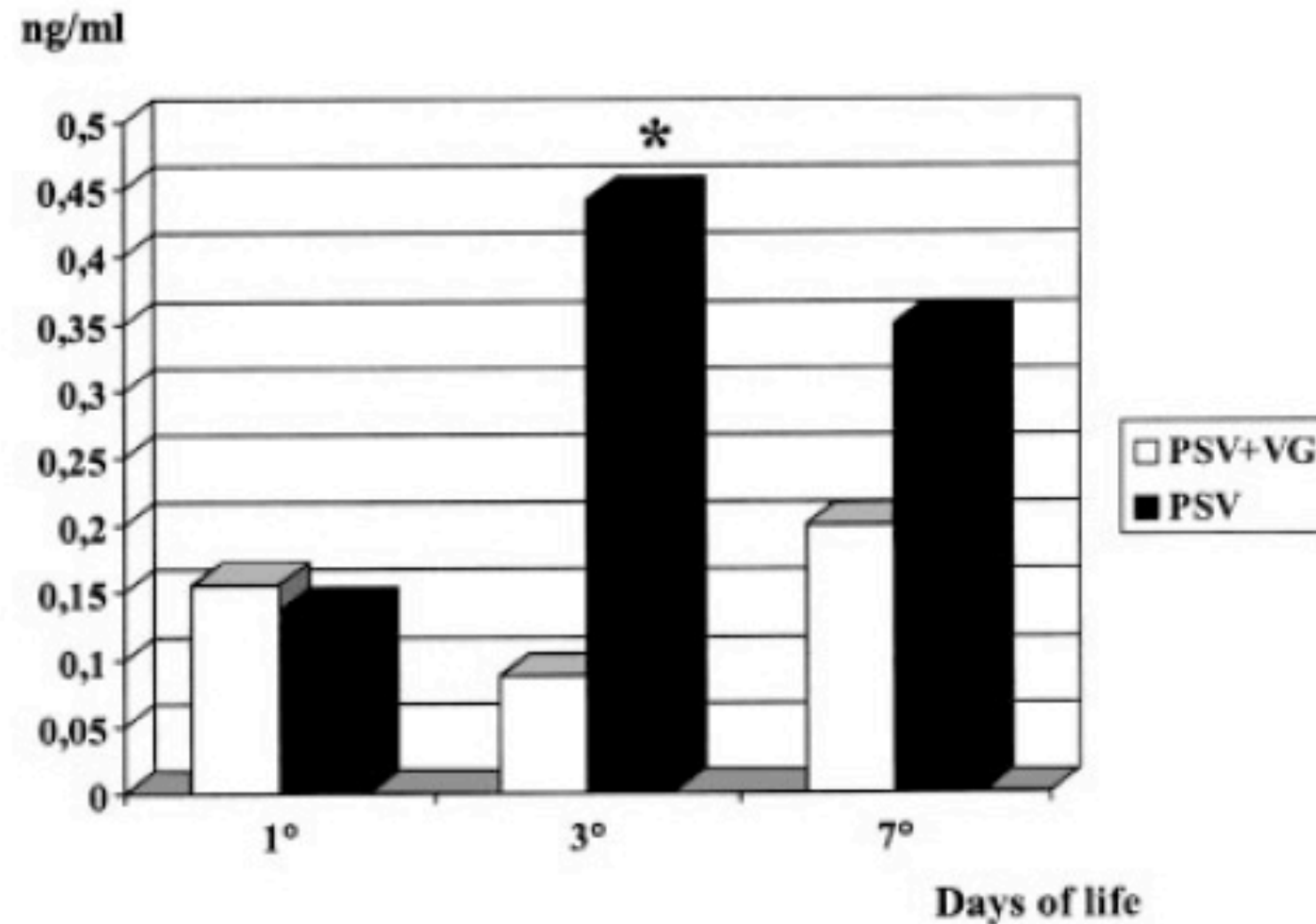


Fig. 2. Tracheal IL-6 (values expressed as medians). * $P < 0.05$, PSV + VG vs. PSV group.

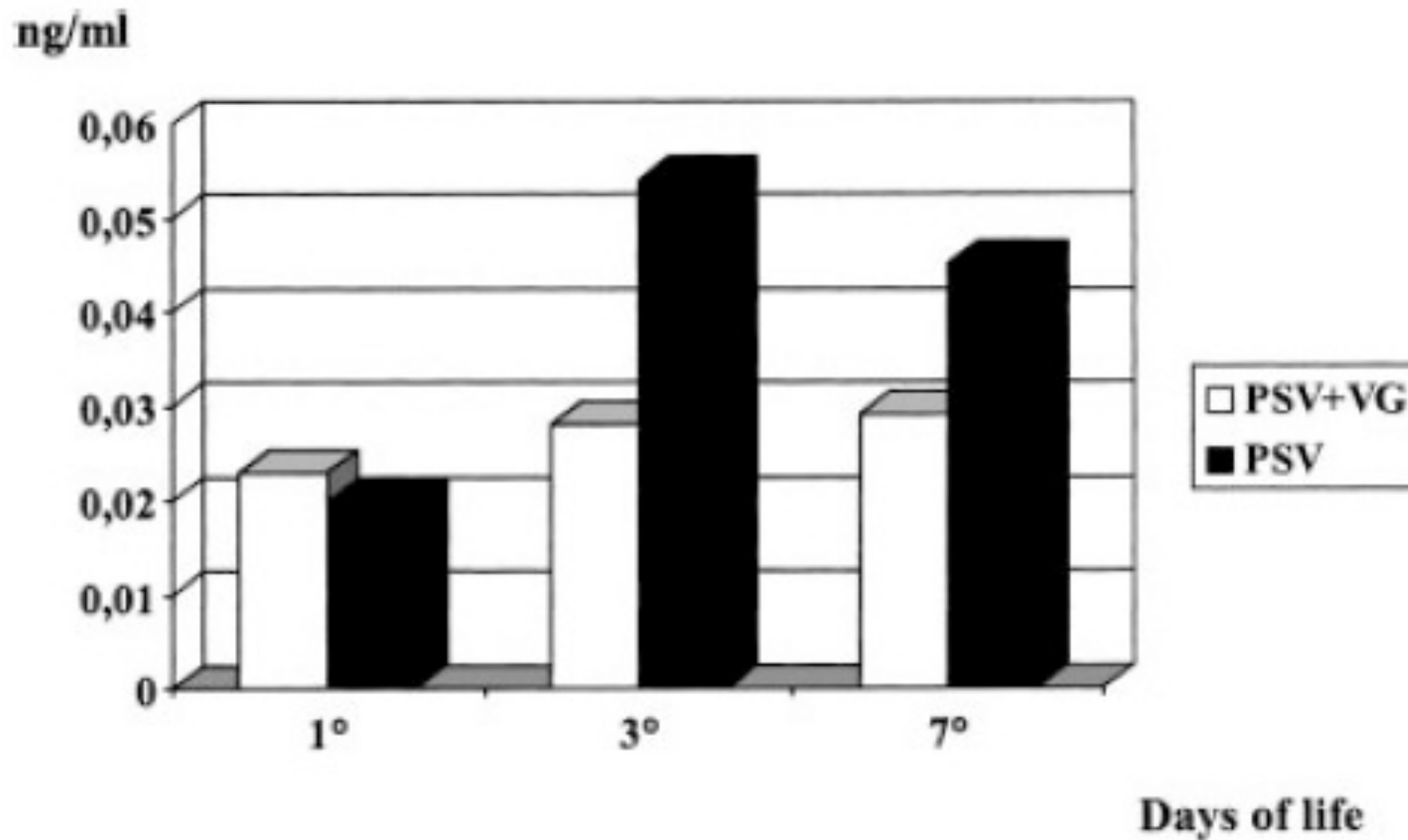


Fig. 3. Tracheal TNF- α (values expressed as medians).

Cochrane meta-analysis 2010

- Comparación entre ventilación limitada por volumen y orientada al volumen en recién nacidos
- 12 estudios randomizados (629 pacientes)
- Variables: Mortalidad, BPD

Cochrane meta-analysis 2010

- Resultados
- El grupo de ventilación orientada al volumen:
 - ↓ Mortalidad o BPD (RR 0.73)
 - ↓ incidencia de neumotórax (RR 0.46)
 - ↓ Días de ventilación (MD -2.36)
 - ↓ Hipocapnia (RR 0.56)
 - ↓ PVL/IVH severa (RR 0.48)

¿Entre menor el VT, mejor?

Lista: Pediatric pulmonology 2006

- Comparación de dos volúmenes corriente en pacientes con RDS ventilados con A/C en cuanto a la inflamación pulmonar
- 30 prematuros (25-32 semanas) fueron randomizados en dos grupos:
 - VT = 5ml/kg
 - VT = 3ml/kg
- Variables : IL-6, IL-8 y TNF-alfa en aspirado bronquial en los días 1,3 y 7

TABLE 3—Outcomes of Neonates in Two Groups¹

	VG 5.0 group (n = 15)	VG 3.0 group (n = 15)
Length of ventilation (days; mean $\pm$ SD)	9.2 $\pm$ 4	16.8 $\pm$ 4*
Surfactant (number of doses; median)	2 $\pm$ 1	2 $\pm$ 1
BPD (n)	2 (13%)	3 (20%)
Deaths (n)	1 (6.6%)	1 (6.6%)
IVH ($\geq$ 3) (n)	1 (6.6%)	1 (6.6%)
PLV (n)	1 (6.6%)	1 (6.6%)
ROP ($\geq$ 2) (n)	0	0
PIE (n)	1 (6%)	1 (6%)
PNX (n)	0	0
PDA closure (n)	11 (73.3%)	10 (66.6%)
Postnatal steroid therapy	2/15 (13%)	3/15 (20%)

¹In terms of incidence of bronchopulmonary dysplasia (BPD), retinopathy of prematurity (ROP), pulmonary interstitial emphysema (PIE), pneumothorax (PNX), and patency of ductus arteriosus (PDA).

* $P = 0.05$.

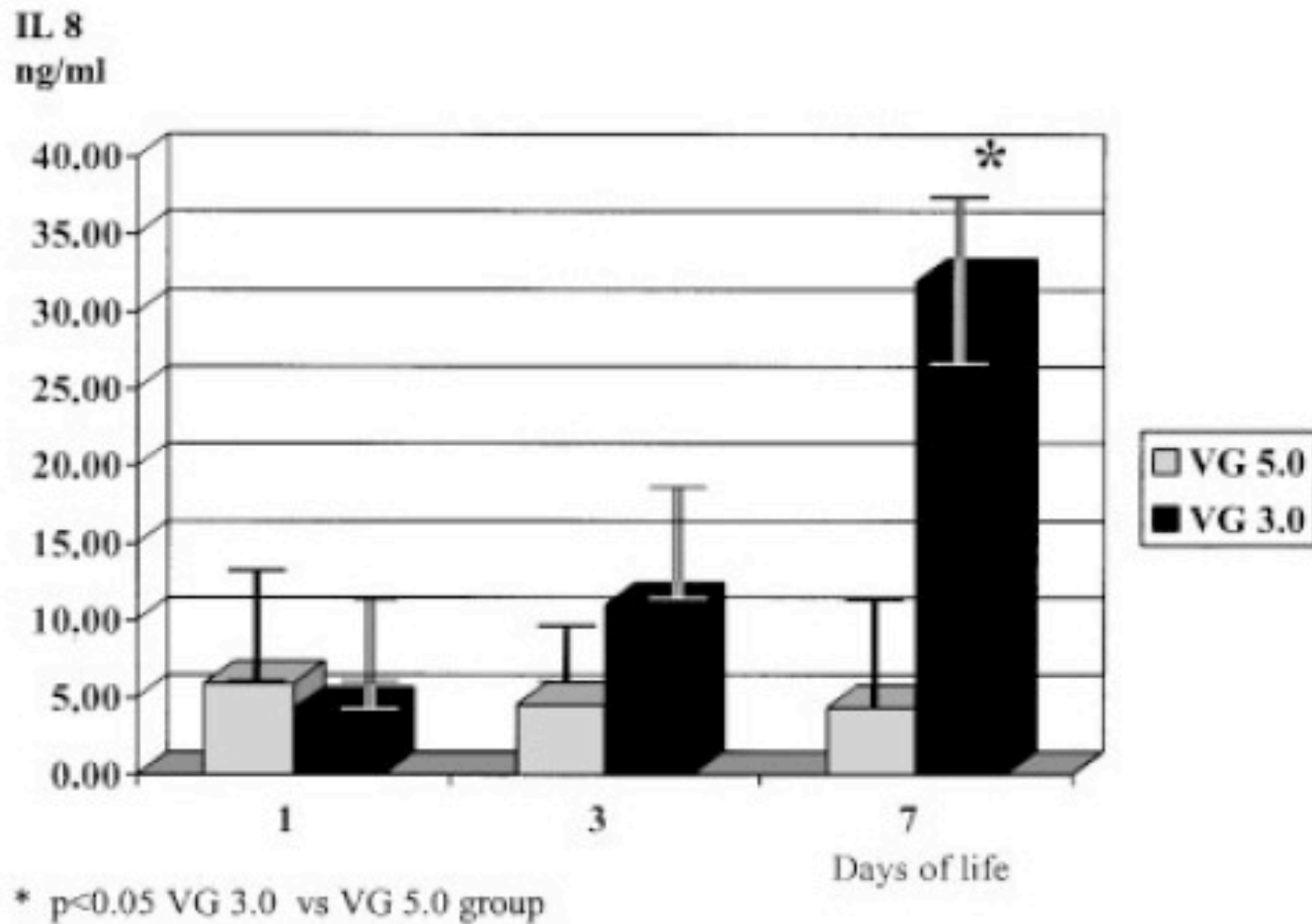


Fig. 1. Levels of tracheal IL 8 on days 1, 3, and 7 of life (values expressed as medians). * $P < 0.05$, VG 3.0 vs. VG 5.0 group.

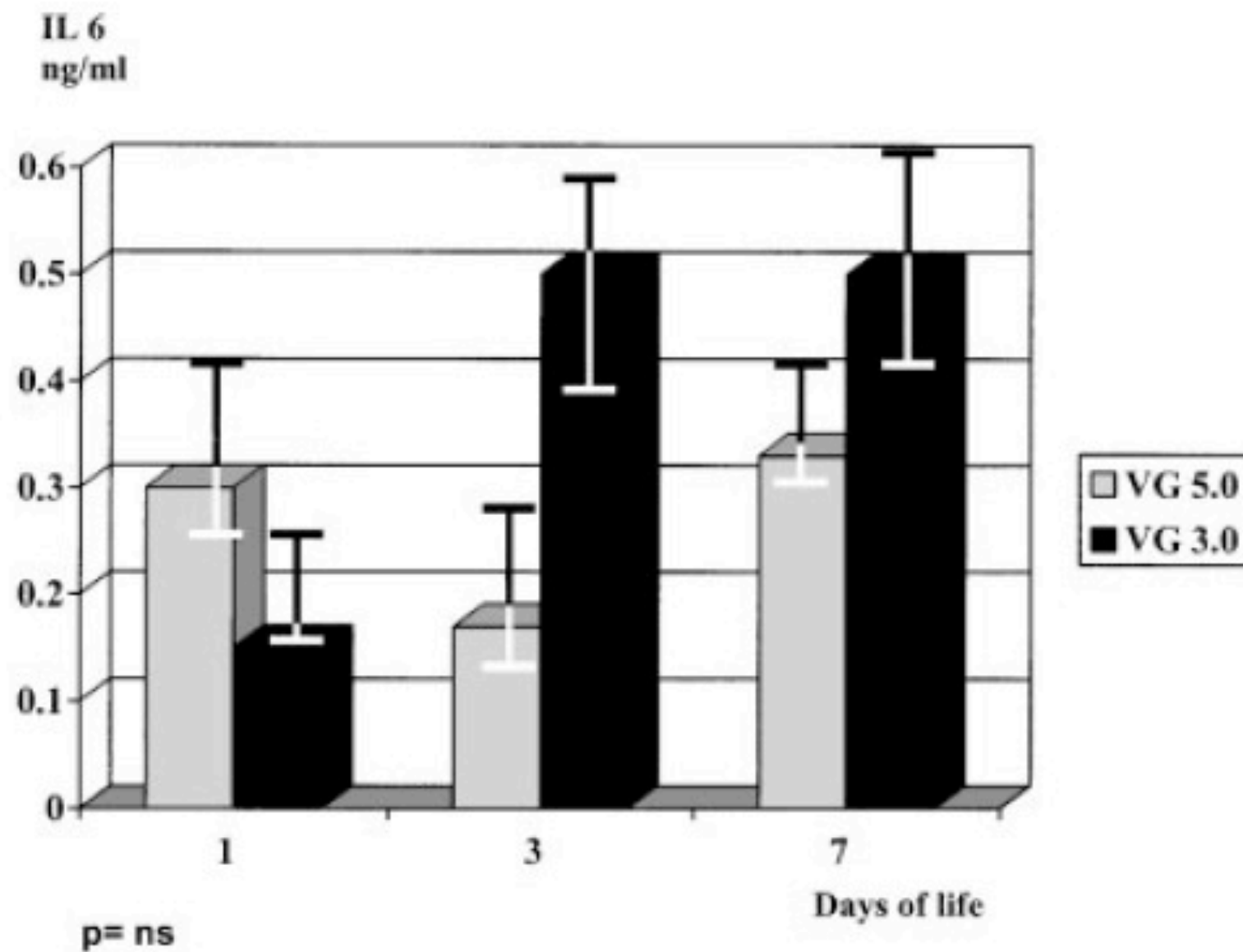


Fig. 2. Levels of tracheal IL 6 on days 1, 3, and 7 of life (values expressed as medians). $P = ns$.

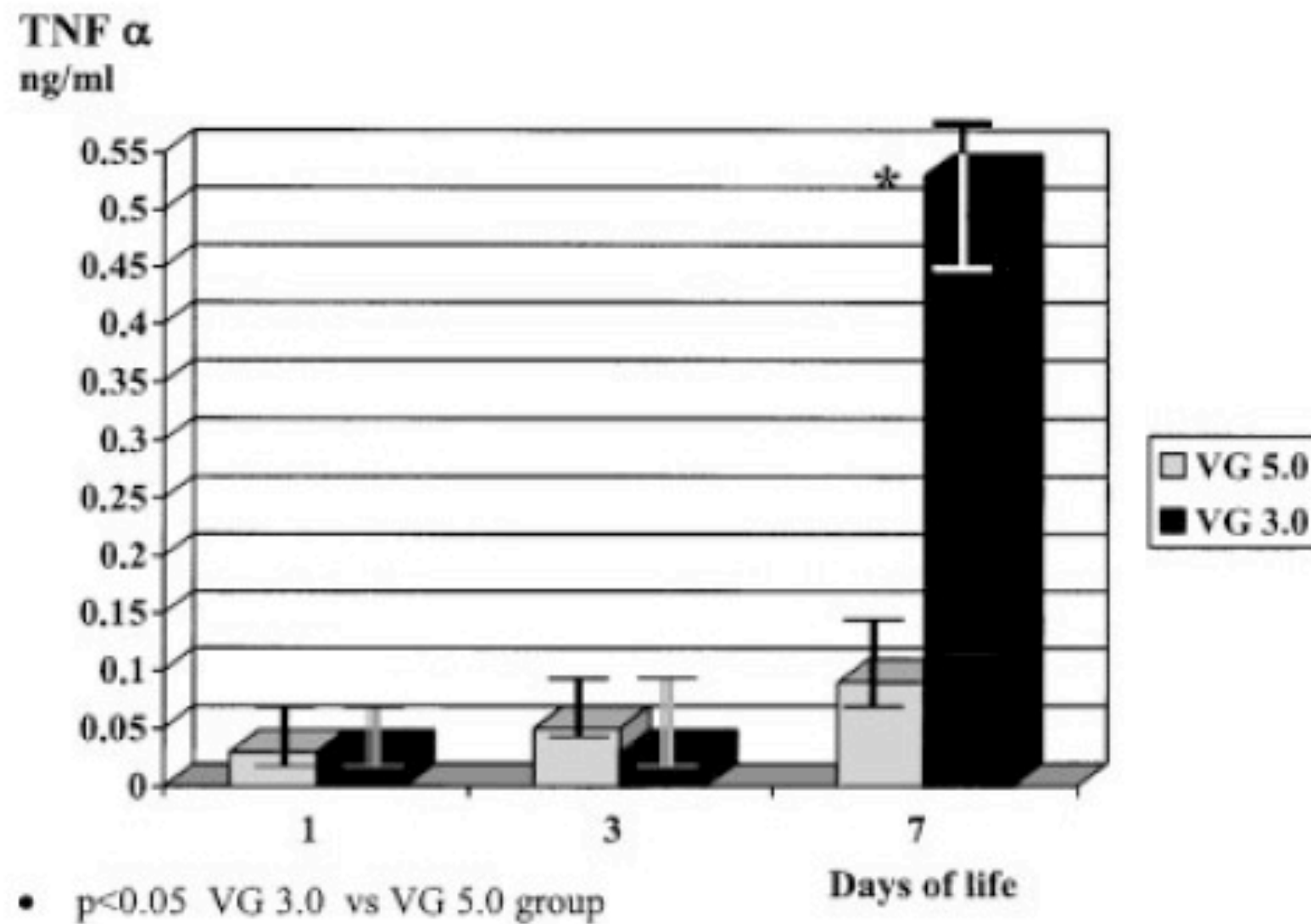
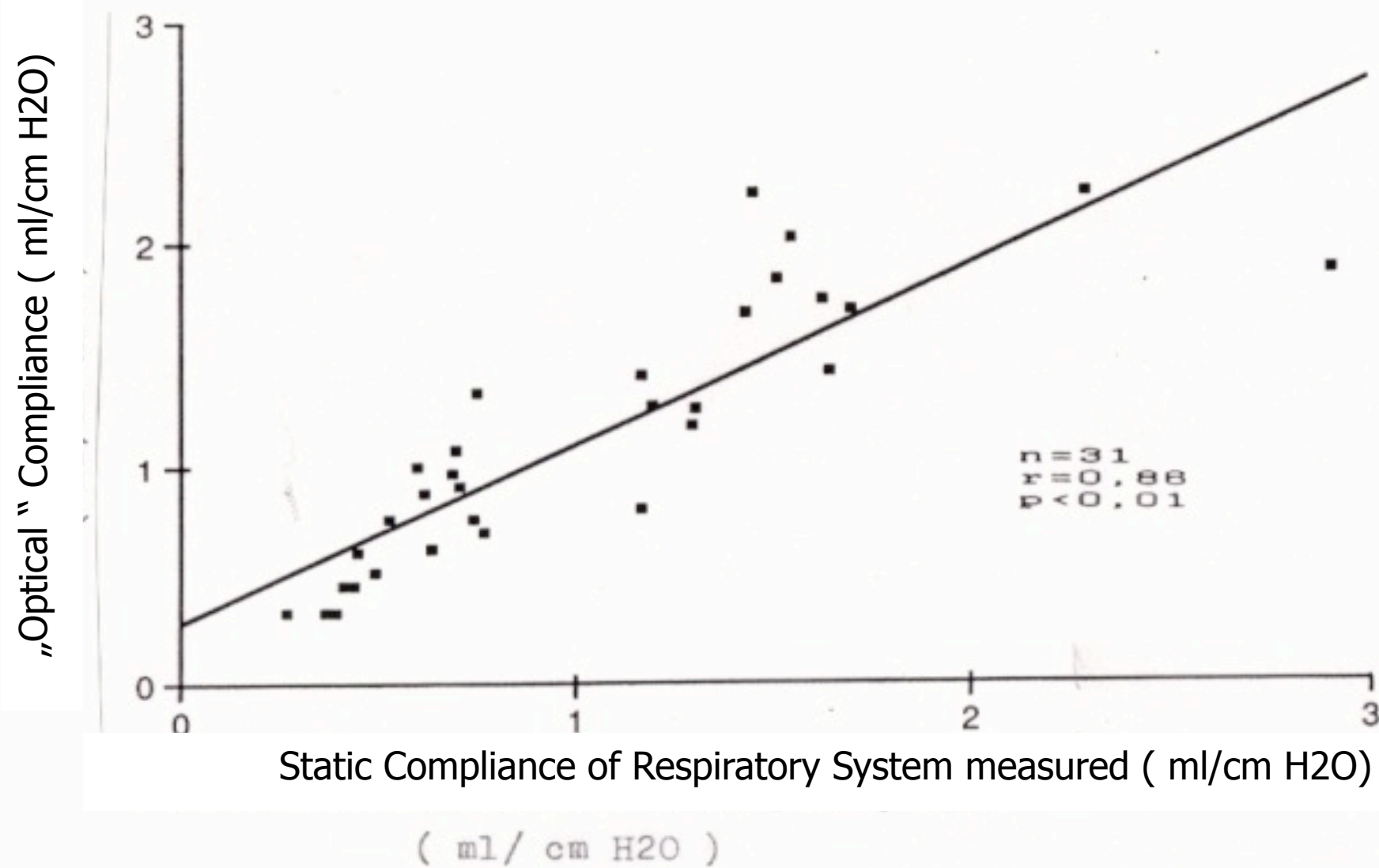


Fig. 3. Levels of tracheal TNF- α on days 1, 3, and 7 of life (values expressed as medians). * $P < 0.05$, VG 3.0 vs. VG 5.0 group.

Optical tidal volume (ml) = Amount of chest expansion . Kg Bodyweight

Chest expansion
normal = 6 ml
distinctly visible = 9 ml
barely visible = 3 ml

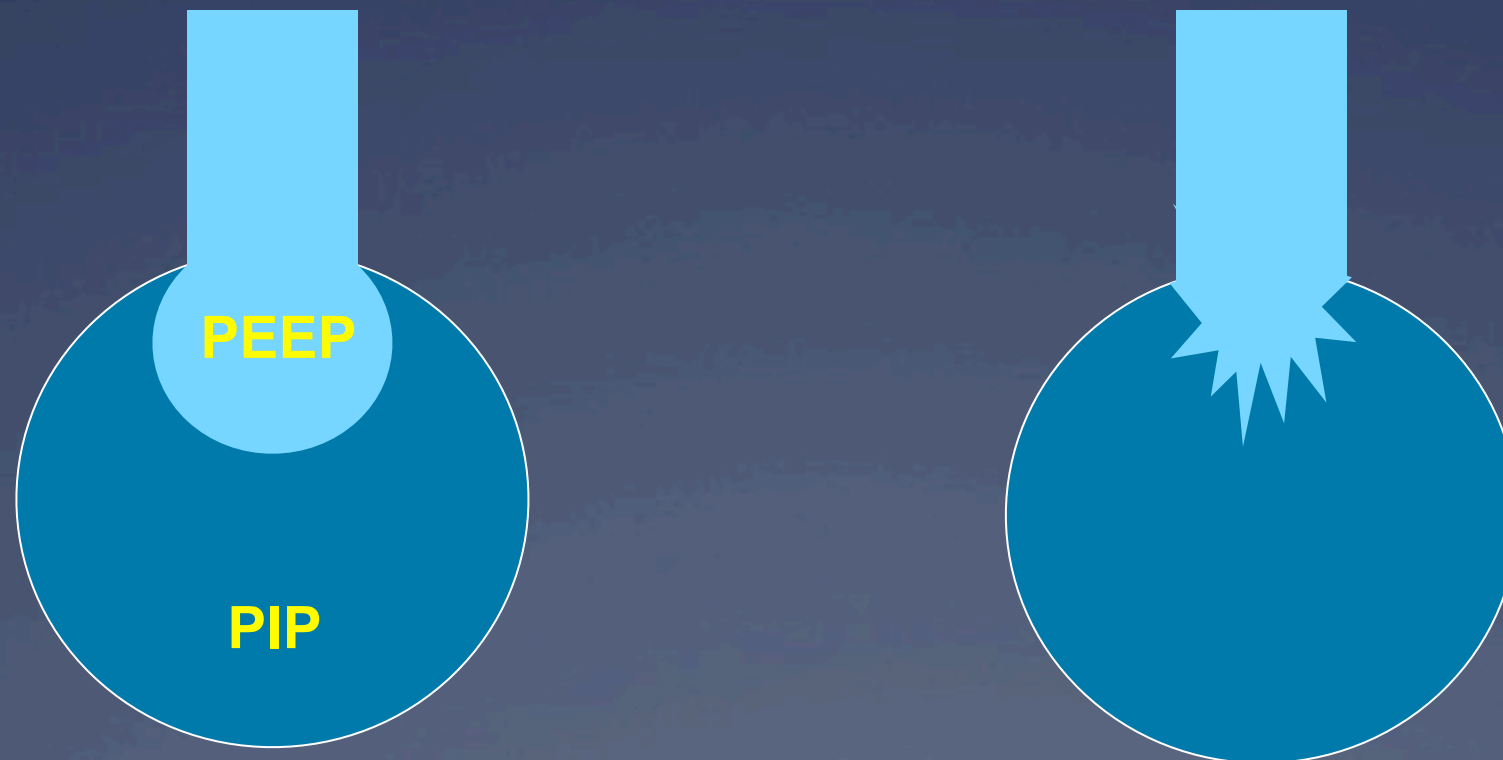


Atelectotrauma

Lesión por atelectasia “Atelectorauma”



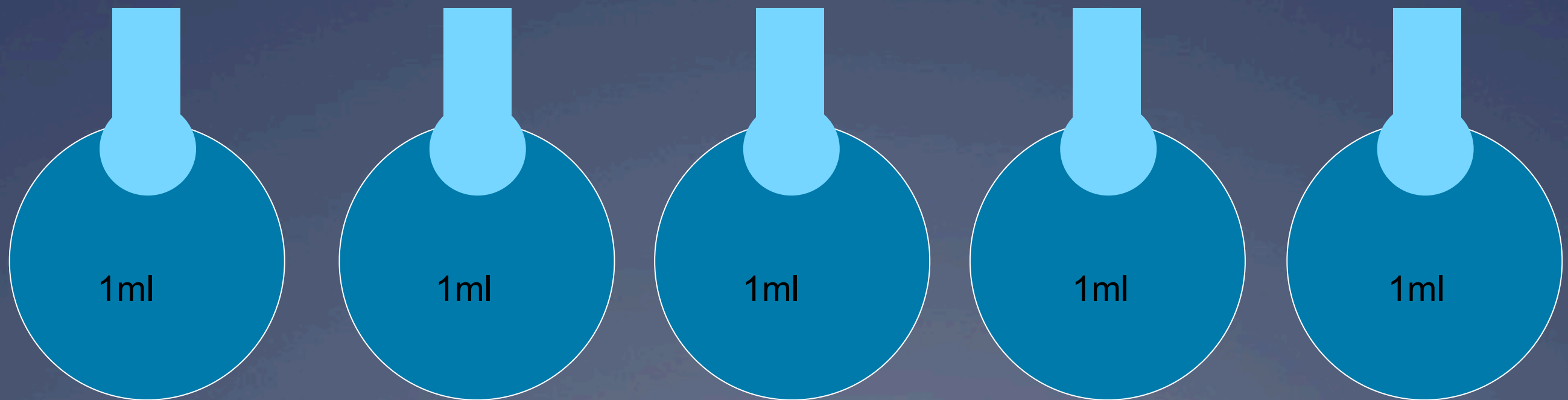
Lesión por atelectasia “Atelectorauma”



Atelectotrauma → Volutrauma

Estrategia de pulmón abierto

$$V_T = 5 \text{ ml/kg}$$

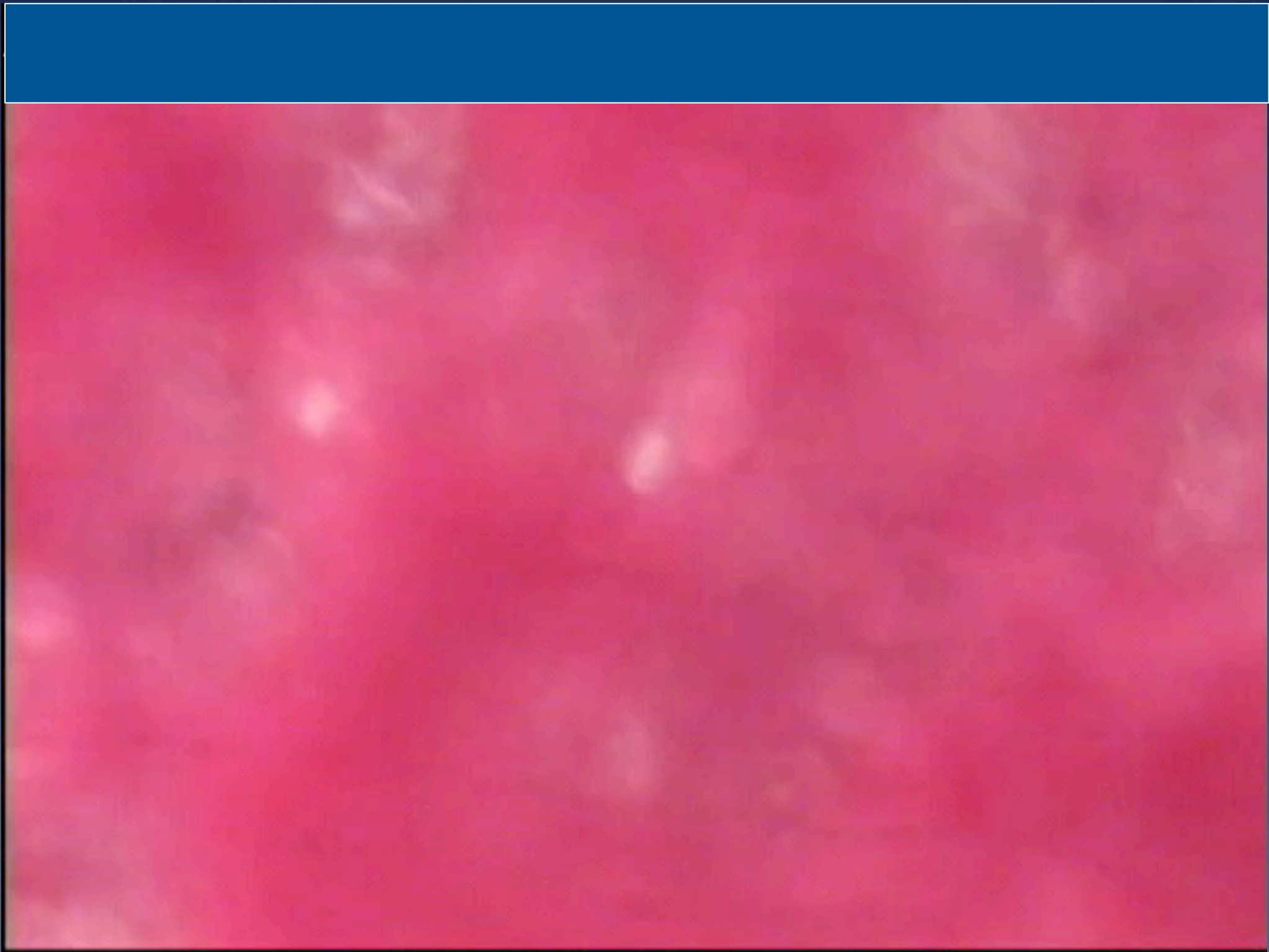


Estrategia de pulmón cerrado

$VT = 5 \text{ ml/kg}$



!!! Sobredistensión!!!





Evidencia clínica

Amato: NEJM 2005

- Efecto de dos estrategias de ventilación sobre la mortalidad
- 53 pacientes adultos fueron randomizados:
 - Estrategia convencional ($VT = 12 \text{ ml/kg}$, PEEP bajo)
 - Estrategia protectora ($VT < 6 \text{ ml/kg}$, PEEP sobre el punto de inflexión, hipercapnia permisiva)
- Variables:
 - Mortalidad
 - Destete ventilatorio a los 28 días

TABLE 2. STUDY OUTCOMES ACCORDING TO THE INTENTION-TO-TREAT ANALYSIS.

OUTCOME	PROTECTIVE VENTILATION (N=29)	CONVENTIONAL VENTILATION (N=24)	P VALUE	
			ISOLATED COMPARISONS	COMPARISONS CORRECTED FOR MULTIPLE TESTING*
Primary end point — no. (%)				
Mortality at 28 days	11 (38)	17 (71)	<0.001†	<0.001
Secondary end points — no. (%)				
In-hospital death	13 (45)	17 (71)	0.09‡	0.37
Barotrauma	2 (7)§	10 (42)¶	0.004‡	0.02
Weaning at 28 days	19 (66)	7 (29)	0.001†	0.005
Other outcomes				
Death in the intensive care unit — no. (%)	11 (38)	17 (71)	0.03‡	
Death after weaning — no.	4	0	>0.10‡	
Nosocomial pneumonia — no.	17	11	>0.10‡	
Use of paralyzing agents for >24 hr — no.	17	8	0.10‡	
Neuropathy after extubation — no.	2	0	>0.10‡	
Dialysis required — no.	7	5	>0.10‡	
Packed red cells infused — ml/patient/day	230	309	0.25	

Nivel adecuado de PEEP

- ¡El mejor indicador de colapso alveolar es la dependencia de oxígeno!

-

	PEEP	FiO2
• Mild	0.3	5
• Moderate	0.5	6-7
• Severe	0.6	8

Aplicación práctica de la ventilación

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

S. Navarro-Psihas

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 ₂ 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 ₂ 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 [†]
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 [†]
	Variance	0.3	4.4	3.4	3.5	<i>p</i> < 0.0001 [‡]
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.

[†]Spontaneous unsupported SIMV breaths compared to AC+VG and SIMV+VG (total and machine breaths).

[‡]AC+VG compared to SIMV+VG spontaneous or machine supported breaths.

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

Parámetros de inicio

- Tiempo inspiratorio corto durante A/C: 0.3-0.5 seg
- Frecuencia respiratoria de rescate en caso de apnea 30-35/min
- PEEP en caso de enfermedad respiratoria ≥ 5 cmH₂O
- PIP en caso de enfermedad respiratoria > 20 cmH₂O
- VC en rango fisiológico: 4-6 ml/kg

Parámetros iniciales de ventilación

- Modo: A/C o PSV
- TI: 0.35
- Frecuencia de rescate: 35
- PEEP: 5-6
- PIP: 25

Adaptación ulterior de los parámetros

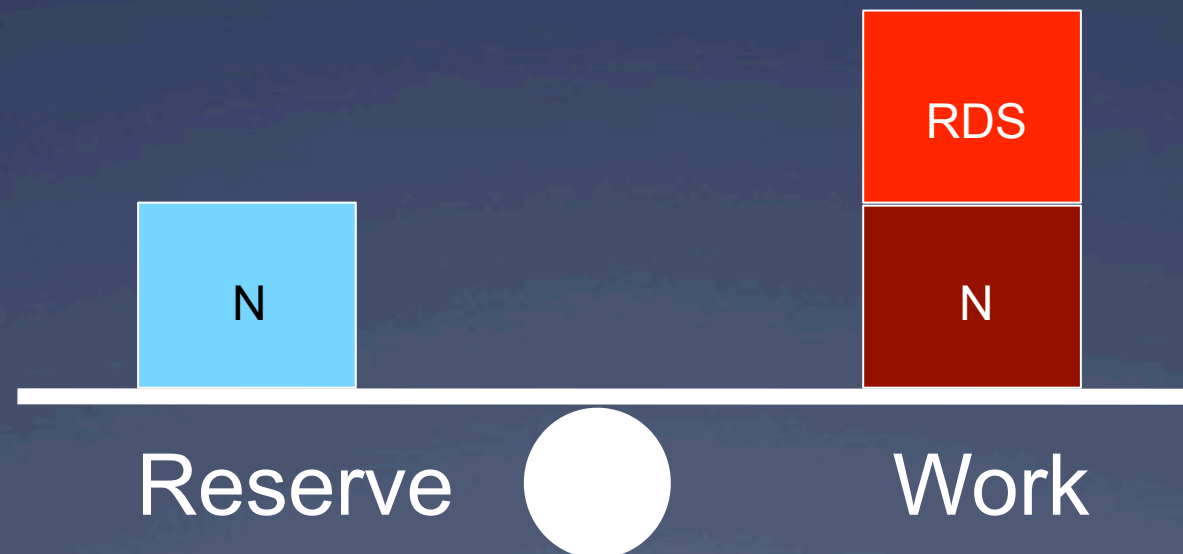
- No se modifica:
 - Tiempo inspiratorio
 - Frecuencia de rescate
- PEEP:
 - Hipoxemia es un parámetro fidedigno del grado de atelectasia
 - Adaptar el PEEP según el requerimiento de oxígeno
- PIP:
 - En VG ajustar el volumen corriente de 4-6 ml/kg
 - Sin volumen garantizado, adecuar el PIP para obtener el volumen corriente deseado

Destete de ventilación

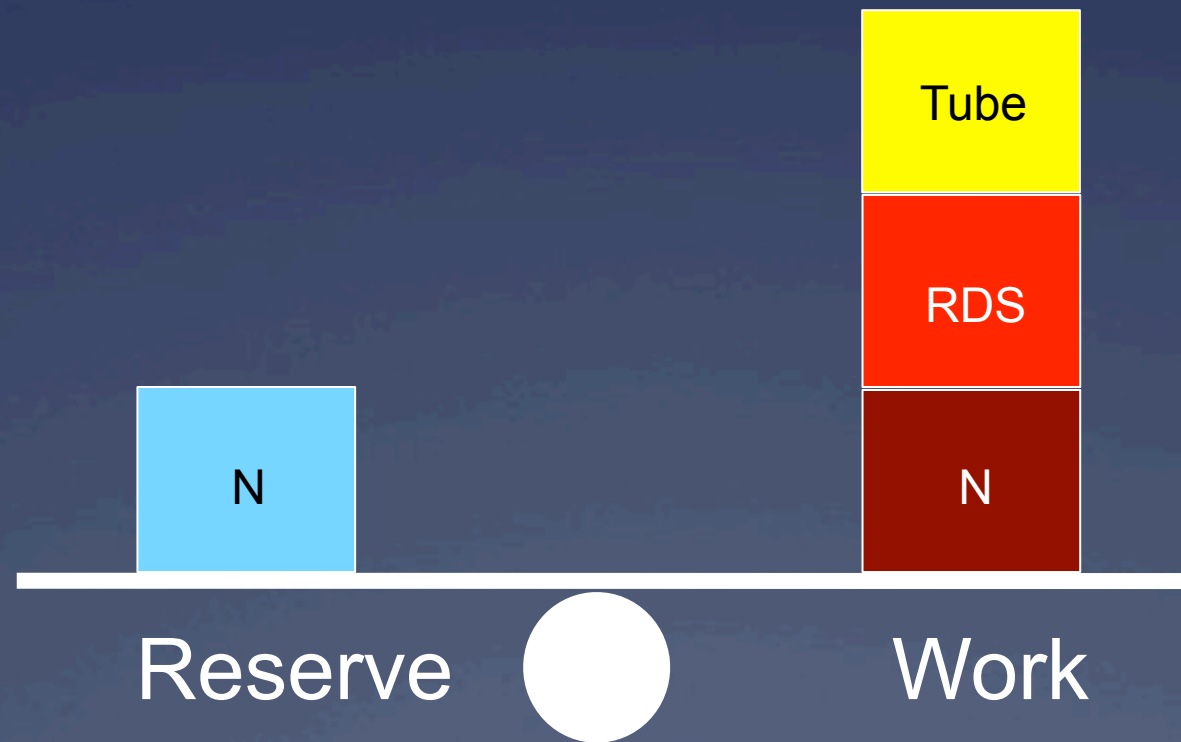
Normal state



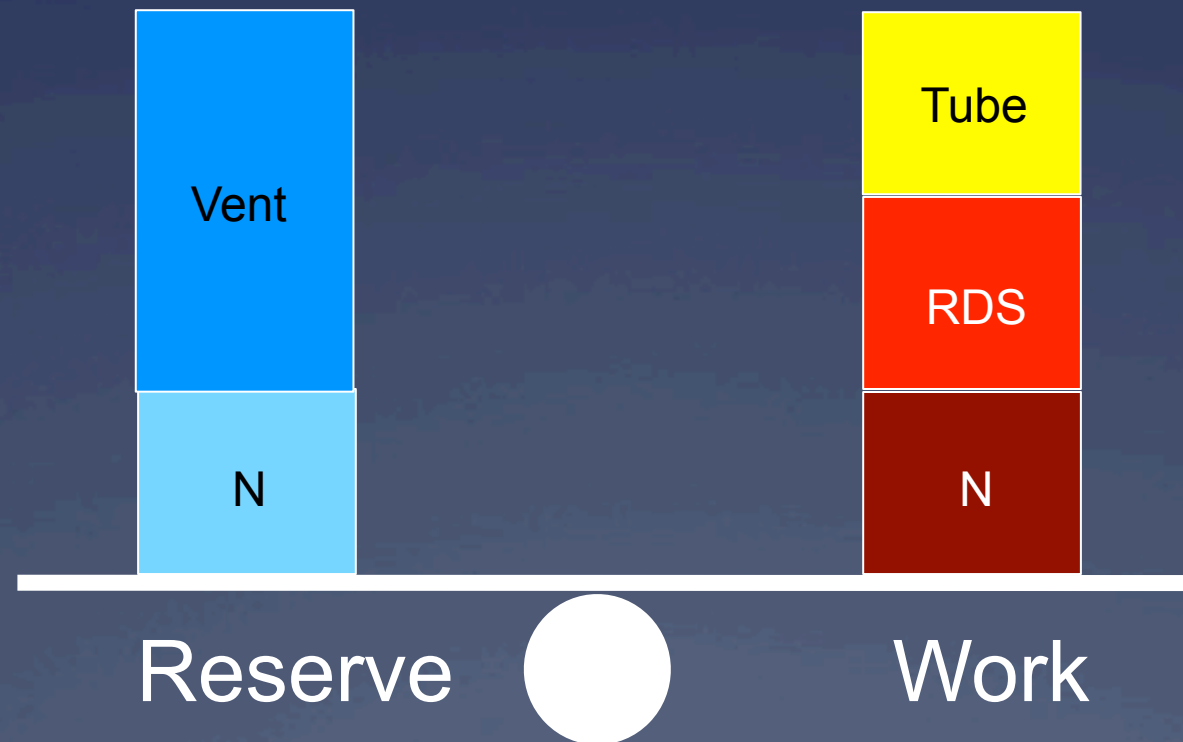
Resp. insufficiency



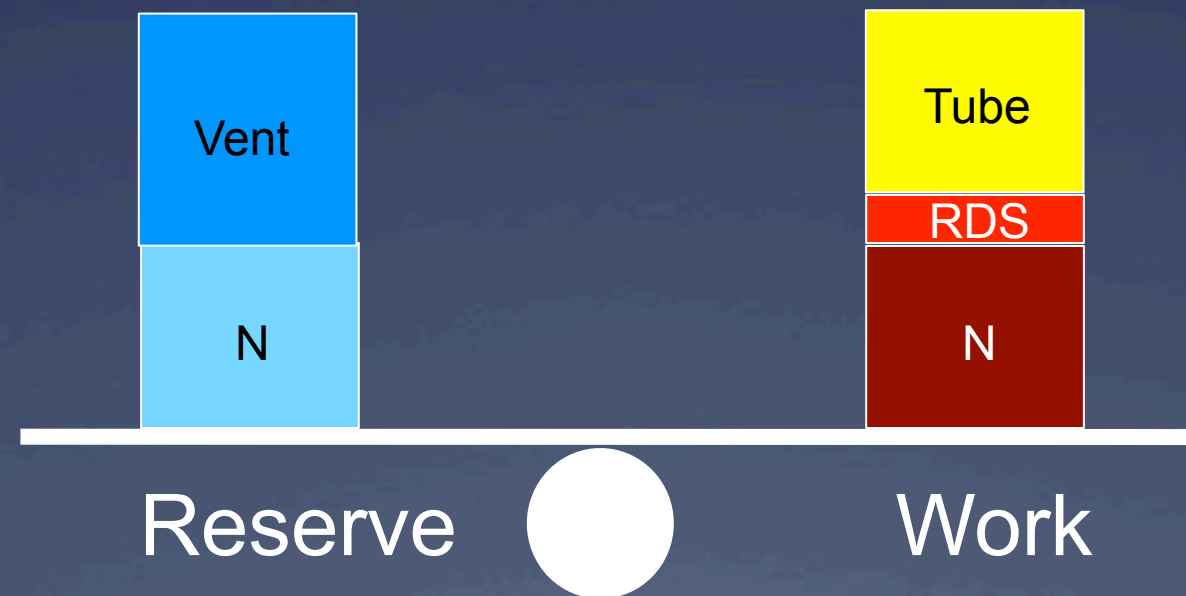
Endotracheal intubation



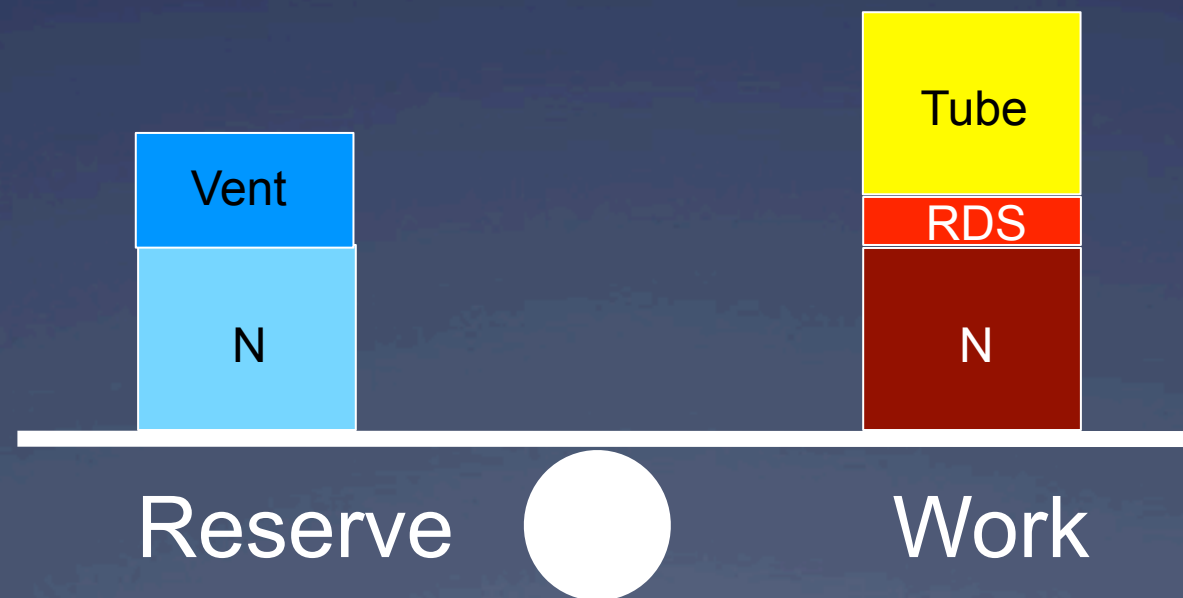
Ventilatory support



Reduction in ventilatory support



Minimal ventilatory support



Destete respiratorio

- Cuando el requerimiento de O₂ es del 21% mantener el PEEP en 5
- Reducción de la PIP activamente y observar el VC
- En el caso de VG la presión se reduce sola
- Extubar al paciente cuando:
 - Esfuerzo respiratorio adecuado
 - Examen neurológico normal
 - $PIP \leq 13\text{cmH}_2\text{O}$

Resumen

- Mecanismos principales de daño por ventilación
 - Volutrauma
 - Atelectotrauma
- Evitar el colapso alveolar utilizando un nivel adecuado de PEEP (dependencia de O₂)
- Adecuar la presión pico de acuerdo al VT (4-6 ml/kg)
- ¡Utilizar volumen garantizado!

¡Gracias!