

Ventilación por objetivo de Volumen en el Recién Nacido



Dra. Ximena Alegría Palazón
Profesor Adjunto U. de Valparaíso
Hospital Carlos Van Buren
Clínica Santa María
xalegría@yahoo.com

Ventilación por Objetivo de volumen

Consiste en fijar un volumen corriente y que éste sea garantizado por el respirador, ajustando automáticamente la PIM según la distensibilidad pulmonar del RN.

Esto permite un weaning automático de la PIM, según mejora la distensibilidad del RN.

Este modo evita el volu y barotrauma.

- **Es importante fijar bien el setting de respaldo**
- **La PIM en setting de respaldo, dependerá de la presión de trabajo (ver medido 1) para garantizar ese Volumen**

Trigger | -10 | 0 | | 20 | | 40 | | 60 | Paw | Alarm

man. Insp.

PIM 20 cmH2O UM 0.21 L/min
PEEP 5 cmH2O UT 4.1 mL
FIO2 53 % Fugas 42 %
Ptot **MEDIDO 1** espont 36 %
SIMV + VG



OK

Cal. Config.



O2-Vol%

50 60
40 70
30 80
25 90
21 100

Ti

0,4 0,6 0,8
0,3 1,0
0,2 1,5
0,1 2 s

TE

0,8 1,0 2
0,6 5
0,4 15
0,2 30 s

Vent. Mode

Vent. Option

Insp. Flow \dot{V}

6 8
4 10
2 20
1 30 L/min

P_{insp}

30 40 50
20 60
10 70
5 80 mbar

PEEP/CPAP

6 10
0 25 mbar

Caution! Consult accompanying documents!



- **Debe fijar una PIM de respaldo 5-10 puntos más que la presión de trabajo**
- **PIM máximo 25-30 cm de H₂O**

- **El Volumen garantizado dependerá del peso del RN y de su “condición basal”.**
- **Condición basal: si es un RN Agudo o RN Crónico.**

VG según peso**

- **SDR AGUDO: los primeros días de vida**
- **Para PN < 1000 g 4.5 – 5.0 ml x k inicial**
- **Para PN \geq 1000 g 4.0 – 4.5 ml x k inicial**

VG según condición basal

- **En SDR de RN crónico :**
- **Se recomienda usar**
- **VG 5.0 – 8.0 ml x kp**

Tipos de modos que usan VG:

- **SIMV + VG**
- **AC + VG**
- **PSV + VG**

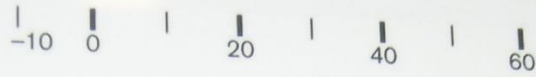
Ejemplo: RN 600 gramos

Al usar el Babylog 8000 plus

1. Elegir el modo ventilatorio

ver ej:

Trigger



Paw
mbar

Alarm



man.
Insp.



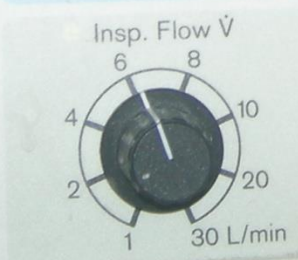
OK

Cal.
Config.



Vent.
Mode

Vent.
Option



Caution! Consult
accompanying
documents!



2. Luego elegir el VG que va a usar ej. $4.5 \text{ ml} \times k$

EJ: RN prt de 600 g (0,6 k)

Se indica $4.5 \text{ ml} \times k_p = 2.7 \text{ ml}$

Trigger | -10 | 0 | | 20 | | 40 | | 60 | Paw | Alarm



man.
Insp.

PIP 20 cmH2O UM 0.21 L/min SIMV
Media 11 cmH2O UT 4.1 mL
PEEP 5.1 cmH2O Fugas 42 %
FiO2 53 % espont 36 %
ftot 75 bpm

OK

Cal.
Config.



O2-Vol%

50 60 70 80 90 100
40 30 25 21

TI

0.4 0.6 0.8 1.0 1.5 2.0
0.3 0.2 0.1 2 s

TE

0.8 1.0 2 5 15 30 s
0.6 0.4 0.2

Vent.
Mode

Vent.
Option

Insp. Flow \dot{V}

6 8 10 20 30 L/min
4 2 1

P_{insp}

30 40 50 60 70 80 mbar
10 5

PEEP/CPAP

6 10 25 mbar
0

Caution! Consult
accompanying
documents!

CE

3. Mirar en **Medido 1**, cual es la PIM de trabajo que necesita el VM para dar ese Volumen objetivo (esta varía según Distensibilidad).
4. Luego fijar la PIM en la zona de alarmas 5-10 puntos más a la PIM de trabajo

Trigger | -10 | 0 | | 20 | | 40 | | 60 | Paw | Alarm



man. Insp.

PIM 20 cmH2O UM 0.21 L/min
PEEP 5 cmH2O UT 4.1 mL
SIMV + VG
FI02 53 % Fugas 42 %
Ptot espont 36 %
MEDIDO 1

OK

Cal. Config.



O2-Vol%
50 60
40 70
30 80
25 90
21 100

Ti
0,4 0,6 0,8
0,3 1,0
0,2 1,5
0,1 2 s

TE
1,0 2
0,8 5
0,6 15
0,4 30 s

Vent. Mode

Vent. Option

Insp. Flow \dot{V}
6 8
4 10
2 20
1 30 L/min

P_{insp}
40 50
20 60
10 70
5 80 mbar

PEEP/CPAP
6 10
0 25 mbar

Caution! Consult accompanying documents!



- **En este caso la PIM de trabajo es 20 cm de H₂O, por lo tanto fijar una PIM en setting de respaldo de 25 cm de H₂O.**
- **PIM máxima 30 cm de H₂O**
- **Si no se fija correctamente, se activará alarma de Volumen bajo!**

Principales estudios que evalúan:

Modos aislados

VS

Combinaciones

Combinaciones de modos

- SIMV vs SIMV+VG
- SIMV vs PSV+VG
- AC vs AC+VG
- PSV vs PSV+VG
- SIMV+VG vs AC+VG
- SIMV+VG vs PSV+VG

1.

**Effects of Volume-Guaranteed Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation
in Preterm Infants Recovering From Respiratory Failure**

Carmen M. Herrera, Tilo Gerhardt, Nelson Claire, Ruth Everett, Gabriel Musante,

Carlos Thomas and Eduardo Bancalari

Pediatrics 2002;110:529-533

DOI: 10.1542/peds.110.3.529

- **Compara SIMV vs SIMV+VG**
- **Outcome: WOB, hipercapnia**
- **2 objetivos de VG = 3 y 4.5 ml x kg**
- **N= 17**
- **Con VG 3ml x k hubo > hipercapnia y > WOB**
- **Hay Beneficios con 4.5 ml x k : < riesgo de hipercapnia y disminuye WOB**

2.

Is there an Advantage of Using Pressure Support Ventilation with Volume Guarantee in the Initial Management of Premature Infants with Respiratory Distress Syndrome? A pilot study

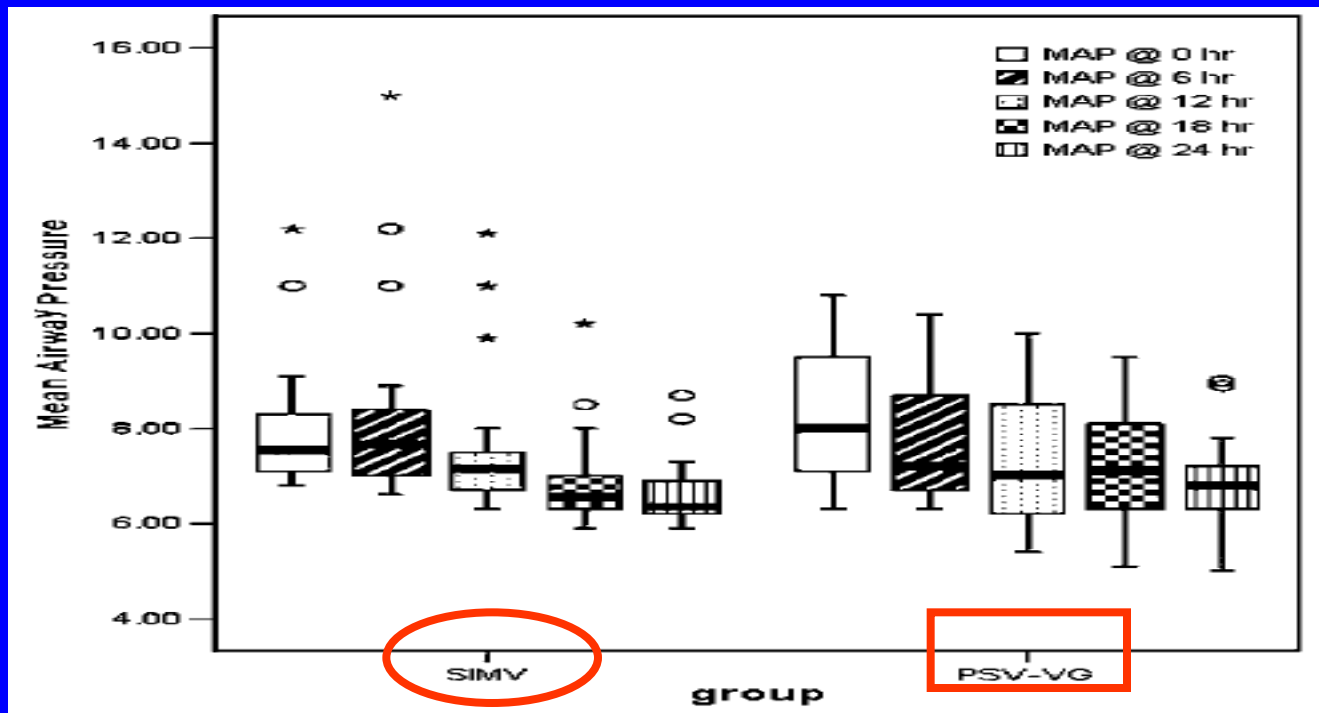
Nafday, Journal of Perinatology 2005;25:193-197

- **Compara: SIMV vs PSV + VG**
- **SDR inicial post surfactante**
- **Outcome: PMVA**
- **N:16**
- **Las PMVA alcanzadas fueron más altas en PSV+VG vs SIMV (ver fig.)**
- **Al inicio de SDR: precaución con modo PSV+VG**

Is there an Advantage of Using Pressure Support Ventilation with Volume Guarantee in the Initial Management of Premature Infants with Respiratory Distress Syndrome? A pilot study

Nafday, Journal of Perinatology 2005;25:193-197

Sin ventajas con uso de PSV+VG durante fase aguda del SDR



3.

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

Valentina Polimeni Nelson Claure Carmen D'Ugard Eduardo Bancalari
Division of Newborn Medicine, Department of Pediatrics, University of Miami School of Medicine,
Miami, Fla., USA

Biol Neonate 2006;89:50-55

- Comparación de **SIMV vs SIMV + VG**
- Outcome: Frecuencia y severidad de los episodios de hipoxemia
- RN > 28 días (en vías de DBP)
- N: 32 EG: 24 sem
- Se usaron 2 objetivos Vt 4.5 y 6 ml/k.

Beneficios con 6 ml x k

4.

Martin Keszler.2004

“Stability of tidal volume and incidence of hipocarbia”.

- AC Versus AC+VG
- **Outcome: variabilidad de VC, Niveles de CO2**
- Babylog 8000 plus
- 18 RNPT < 34 sem

VC sobre rango normal

AC+VG 15,1%
AC 25,4% (p<0,001)

VC bajo rango normal

AC+VG 21,7%
AC 35,7% (p<0,001)

VC fuera rango normal

AC+VG 36,8%
AC 61% (p<0,0001)

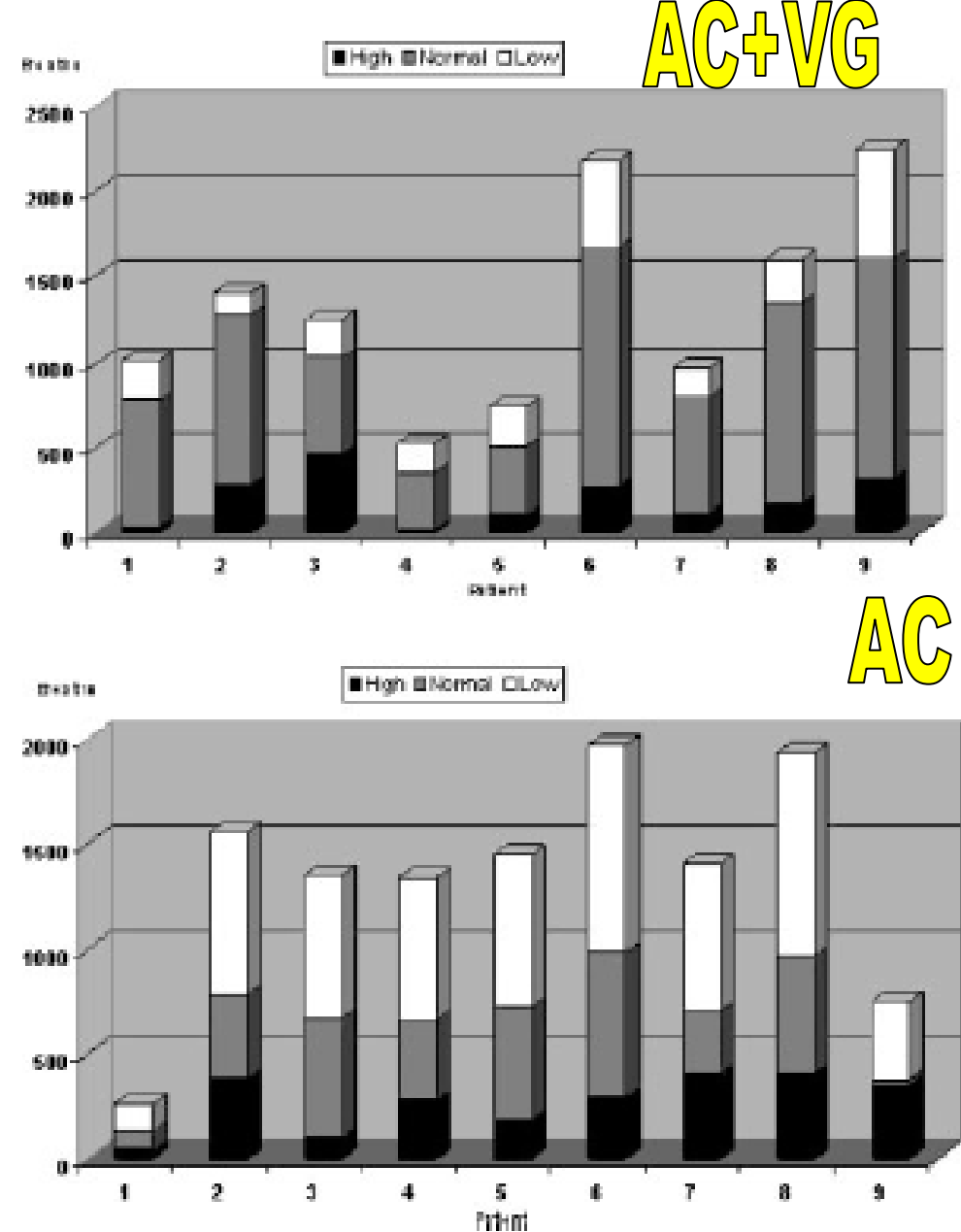


Fig. 1. Distribution of breaths with low, normal, or high V_T for individual patients. Top: Infants on A/C + VG. Bottom: Those on AC alone.

NIVEL DE CO2

- **paCO2 bajo rango :**

AC+VG	20,1%	
AC	36,3%	(p<0,05)
- **paCO2 sobre rango :** **sin diferencia**

Ventajas de AC+VG

- **AC+VG** permite :
- **Mejor estabilidad de los VC**
- **< riesgo de hipocapnia**

Precaución con usar modo AC dado efectos adversos.

5.

*Impact of targeted-volume ventilation on lung inflammatory response in preterm infants with respiratory distress syndrome.
Lista, 2004*

- **PSV versus PSV +VG**
- **Outcome: PMVA, dur. VM, respuesta inflamatoria (IL)**
- **Babylog 8000 plus**
- **N : 53 EG: 25-32 sem**
- **Beneficios con el uso de PSV+VG**

Conclusión

- **El uso de PSV+VG vs PSV**
 - 1. Logra presiones más bajas PIM y PMVA**
 - 2. Retiro de VM más rápido**
 - 3. Podría disminuir la respuesta inflamatoria (IL 6 , IL 8)**

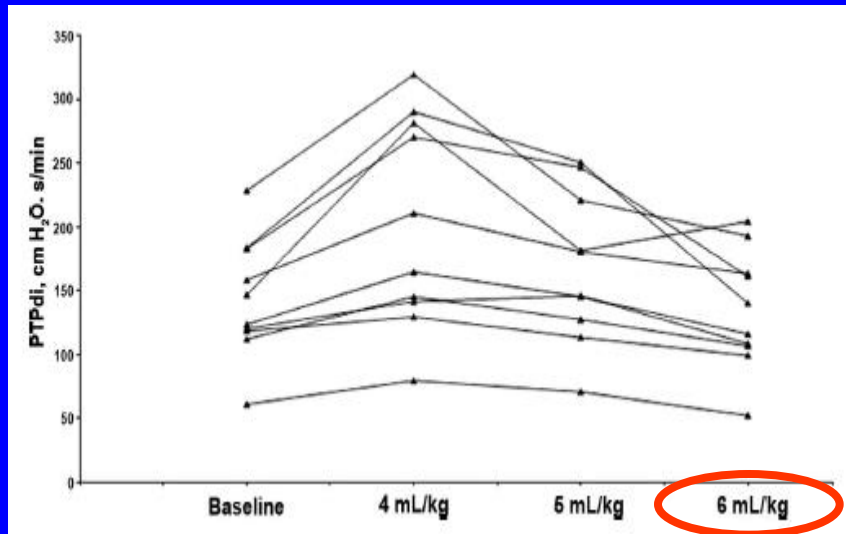
6.

Work of Breathing and Different Levels of Volume-Targeted Ventilation
Deena-Shefali Patel, Atul Sharma, Michael Prendergast, Gerrard F. Rafferty and Anne Greenough
Pediatrics 2009;123:e679-e684; originally published online Mar 2, 2009;
DOI: 10.1542/peds.2008-2635

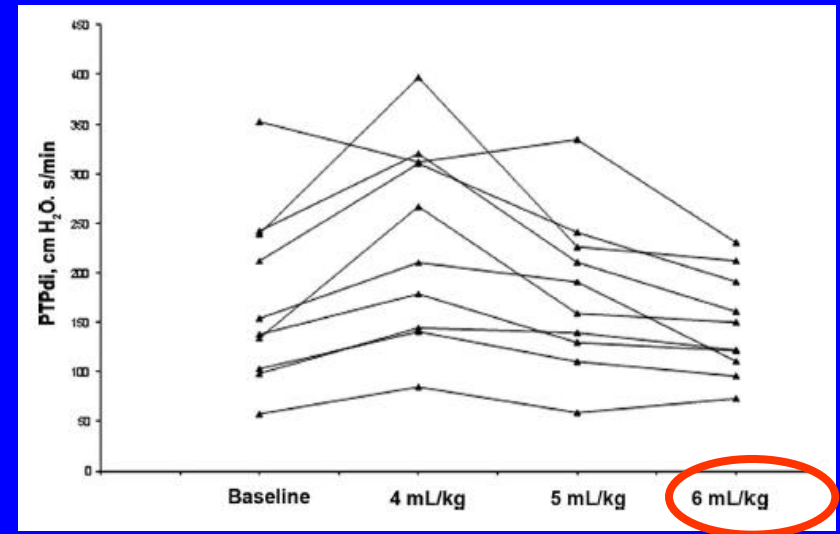
- **Comparación SIMV+VG vs AC+VG**
- **Se evaluaron 3 obj de VG (4 – 5 - 6 ml x k)**
- **Outcome: Trabajo respiratorio**
- **RN 28 sem EG**
- **> 28 días de vida (en vias de DBP)**
- **N:20**

Work of Breathing and Different Levels of Volume-Targeted Ventilation
Deena-Shefali Patel, Atul Sharma, Michael Prendergast, Gerrard F. Rafferty and Anne Greenough
Pediatrics 2009;123:e679-e684; originally published online Mar 2, 2009;
DOI: 10.1542/peds.2008-2635

AC+VG



SIMV+VG



< WOB con 5 y 6 ml x k

Work of Breathing and Different Levels of Volume-Targeted Ventilation
Deena-Shefali Patel, Atul Sharma, Michael Prendergast, Gerrard F. Rafferty and Anne
Greenough
Pediatrics 2009;123:e679-e684; originally published online Mar 2, 2009;
DOI: 10.1542/peds.2008-2635

- **Conclusiones:**
- **Hubo < Trabajo respiratorio con**
5 y 6 ml x k de VG en ambos modos
- **Recordar Ventaja en RN con DBP con**
uso VG cercano a 6 ml x k

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

Kezler, Journal of Perinatology 2005; 1-5

- **Comparación AC + VG vs SIMV + VG**
- **Outcome: PIM, PMVA, WOB**
- **RN 24 - 33 sem EG, estables**
- **N: 12.**
- **AC + VG hubo:**
 - < **fluctuación en la entrega de PIM y PMVA.**
 - < **trabajo respiratorio**

Ventaja de AC+VG

8.

Evolution of tidal volume requirement during the first 3 weeks of life in infants <800 g ventilated with Volume Guarantee

M Keszler, S Nassabeh-Montazami and K Abubakar

Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2009 94: F279-F282 originally published online December 5, 2008

- **Evaluación del VG necesario para niveles de Hipercapnia permisiva**
- **Durante primeras 3 semanas de vida**
- **RN < 800g**
- **N: 26**

RN < 800 g

Table 2 Progression of respiratory variables during the first 3 weeks of life

	Days 1–2	Days 5–7	Days 14–17	Days 18–21
Paco ₂ (mm Hg)	44.0 (5.4)	46.3 (5.2)	53.9 (6.8)*	53.9 (6.2)*
V _T , set (ml/kg)	5.12 (0.70)	5.05 (0.80)	5.21 (0.98)†	5.62 (1.17)*
V _T , measured (ml/kg)	5.15 (0.62)	5.24 (0.71)	5.63 (1.0)*	6.07 (1.4)*
MV (ml/kg/min)	287 (46)	279 (46)	318 (60)*	337 (67)†
PIP limit (cm H ₂ O)	21.8 (3.8)	21.4 (3.1)	26.3 (5.8)‡	26.6 (5.6)‡
Working PIP (cm H ₂ O)	17.7 (4.5)	17.8 (4.1)	21.7 (6.4)	20.5 (5.4)

Values are expressed as mean (SD).

*p<0.01, †p<0.05, ‡p<0.001 compared with days 1–2.

MV, minute ventilation; Paco₂, partial pressure of arterial carbon dioxide; PIP, peak inspiratory pressure; V_T, tidal volume.

Aumento del VC en la 3^a semana

- Podría ser por crec. en vía aérea mayor y aumento del espacio muerto
- RN en fase tardía (después de la tercera sem) recomendable uso de VG:

5,5 - 7 ml x k

9.

Volume Targeted Ventilation (Volume Guarantee) in the Weaning Phase of Premature Newborn Infants

F. Scopesi, MD,^{1*} M.G. Calevo, PhD,² P. Rolfe, PhD,³ C. Arioni, MD,¹ C. Traggiati, MD,¹ F.M. Riso, MD,¹ and G. Serra, MD¹

Comparación de 3 modalidades:

SIMV + VG

AC + VG

PSV + VG

Outcome: - Variabilidad de los VC
- Resistencia v.a

Variabilidad de VC

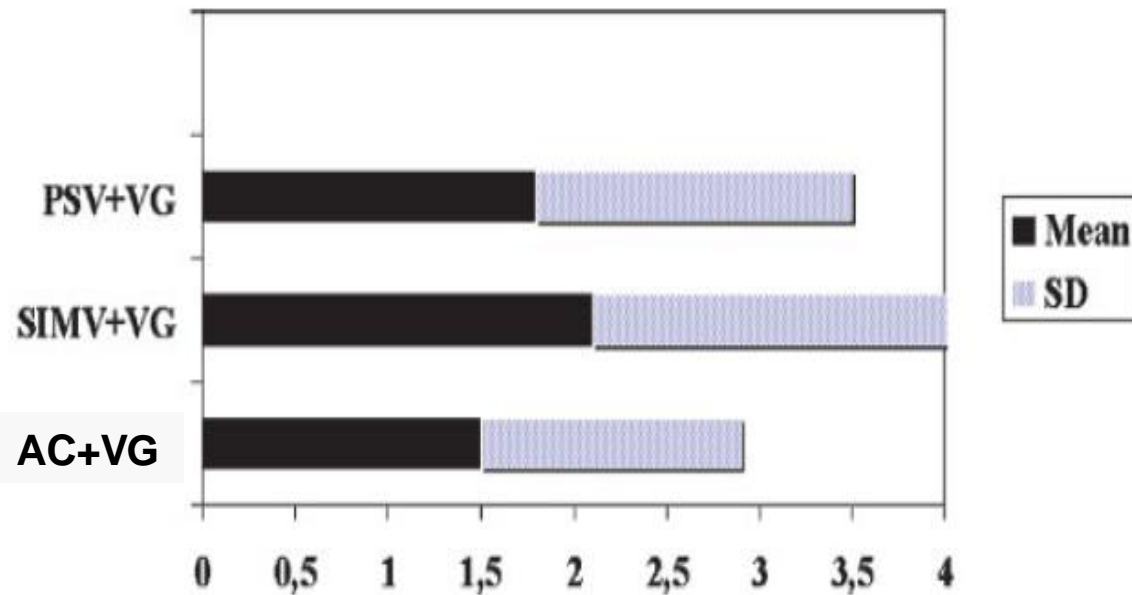


Fig. 1. Variation (absolute value) of tidal volume from target tidal volume in the three ventilation modes (mean \pm SD).

Volume Targeted Ventilation (Volume Guarantee) in the Weaning Phase of Premature Newborn Infants

F. Scopesi, MD,^{1*} M.G. Calevo, PhD,² P. Rolfe, PhD,³ C. Arioni, MD,¹ C. Traggiai, MD,¹ F.M. Rizzo, MD,¹ and G. Serra, MD¹

Conclusiones: AC+VG y PSV+VG

- Mejor estabilidad de VC
- Menor Resistencia vía aérea
- Menor WOB

AC+VG y PSV+VG

son mas beneficiosos que SIMV+VG

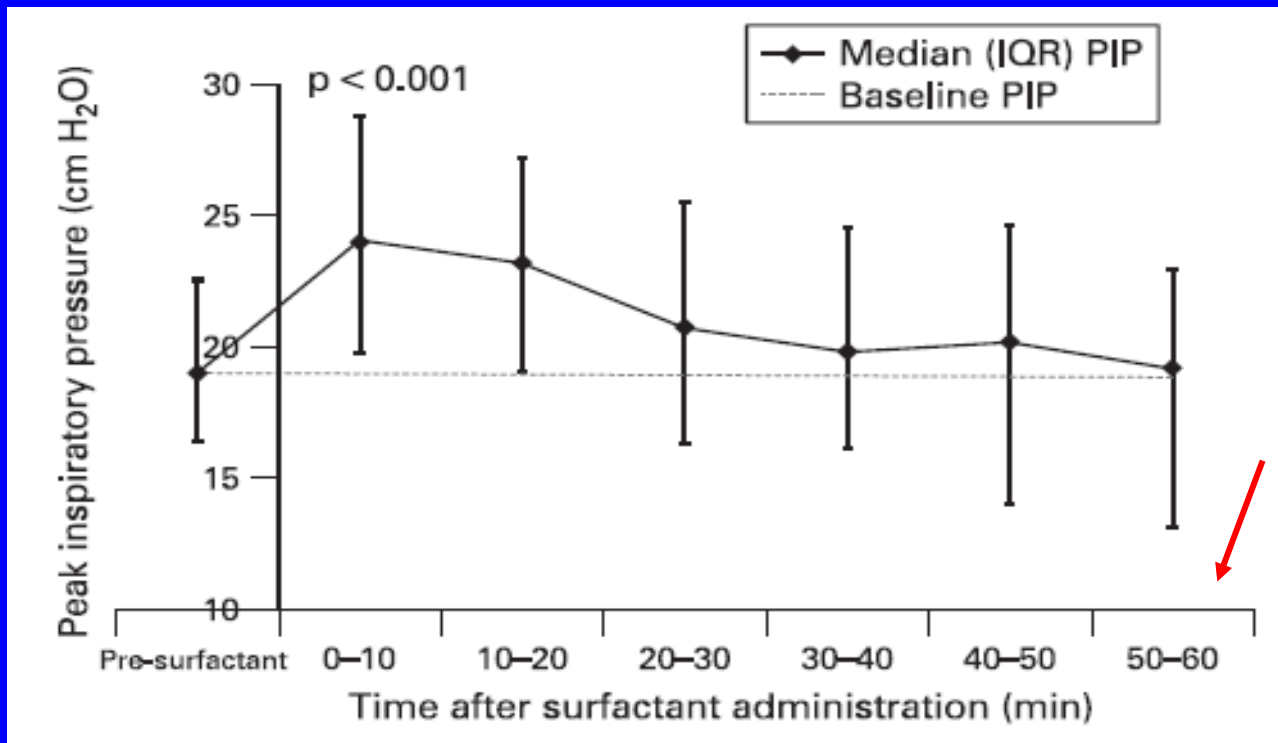
10.

Assist control volume guarantee ventilation during surfactant administration

K I Wheeler, P G Davis, C O F Kamlin, et al.

Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2009 94: F336-F338 originally published online February 4, 2009

- **Modo evaluado : AC+VG , durante uso de surfactante**
- **Outcome: niveles de PIM alcanzados**
- **RN < 32 sem**
- **N = 22**
- **Se produjo un aumento del PIM 8 ptos que demoró 30-60 min en retornar a valores basales**



Conclusión:

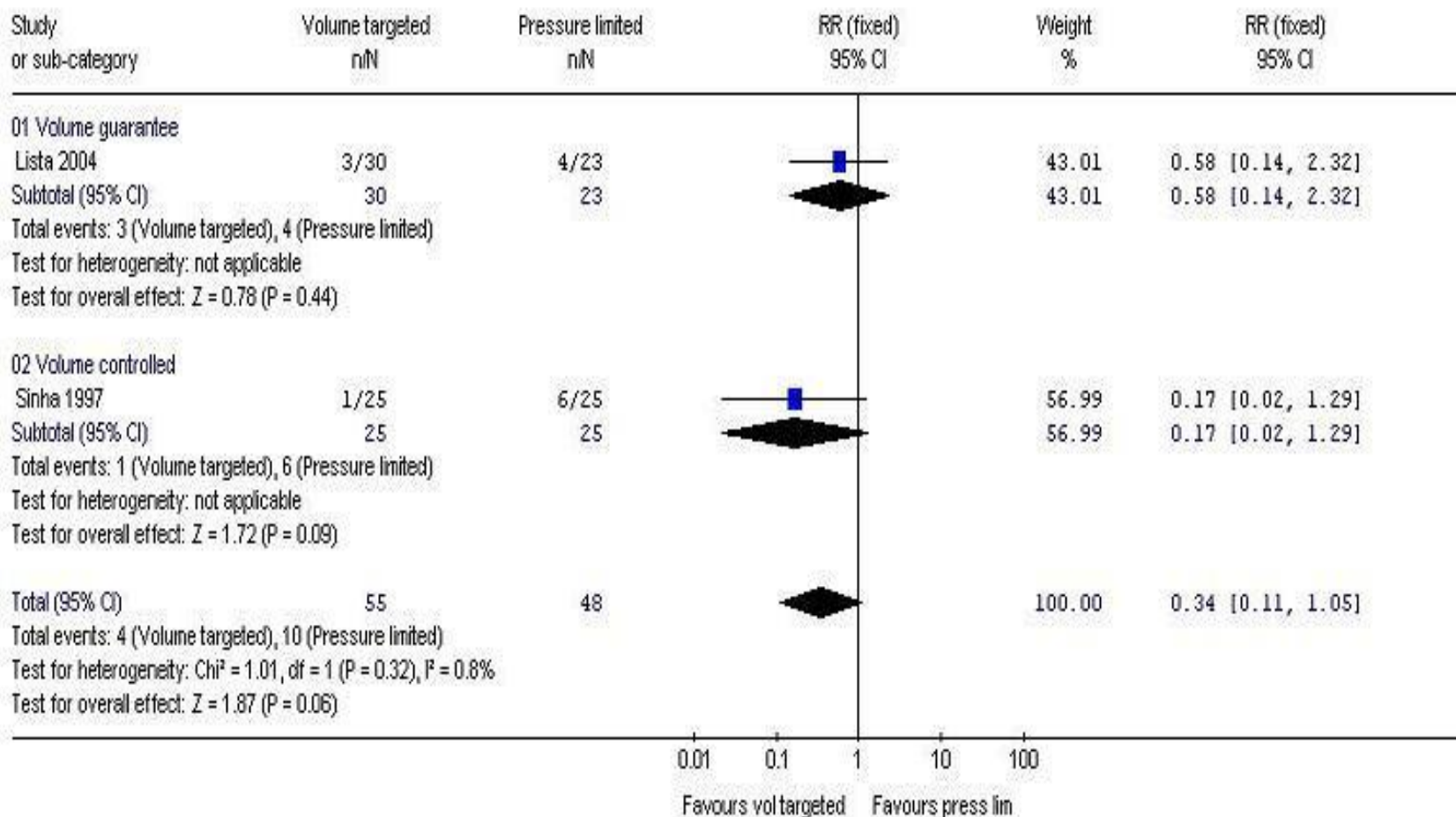
Precaución con modo AC+VG durante la administración de Surfactante, dado PIM elevado

Cochrane neonatal

**Estrategia de volumen versus
SIMV**

OUTCOME : SÓLO DBP

Review: Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in the neonate
 Comparison: 01 Volume-targeted vs pressure limited ventilation
 Outcome: 14 BPD (supplemental oxygen at 36 weeks)



**SIN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
 EN EL LÍMITE DE LA SIGNIFICANCIA ESTADISTICA**

Cochrane neonatal

**Estrategia de volumen versus
SIMV**

OUTCOME COMBINADO : Muerte y DBP

- La Ventilación con Objetivo de volumen
ES :

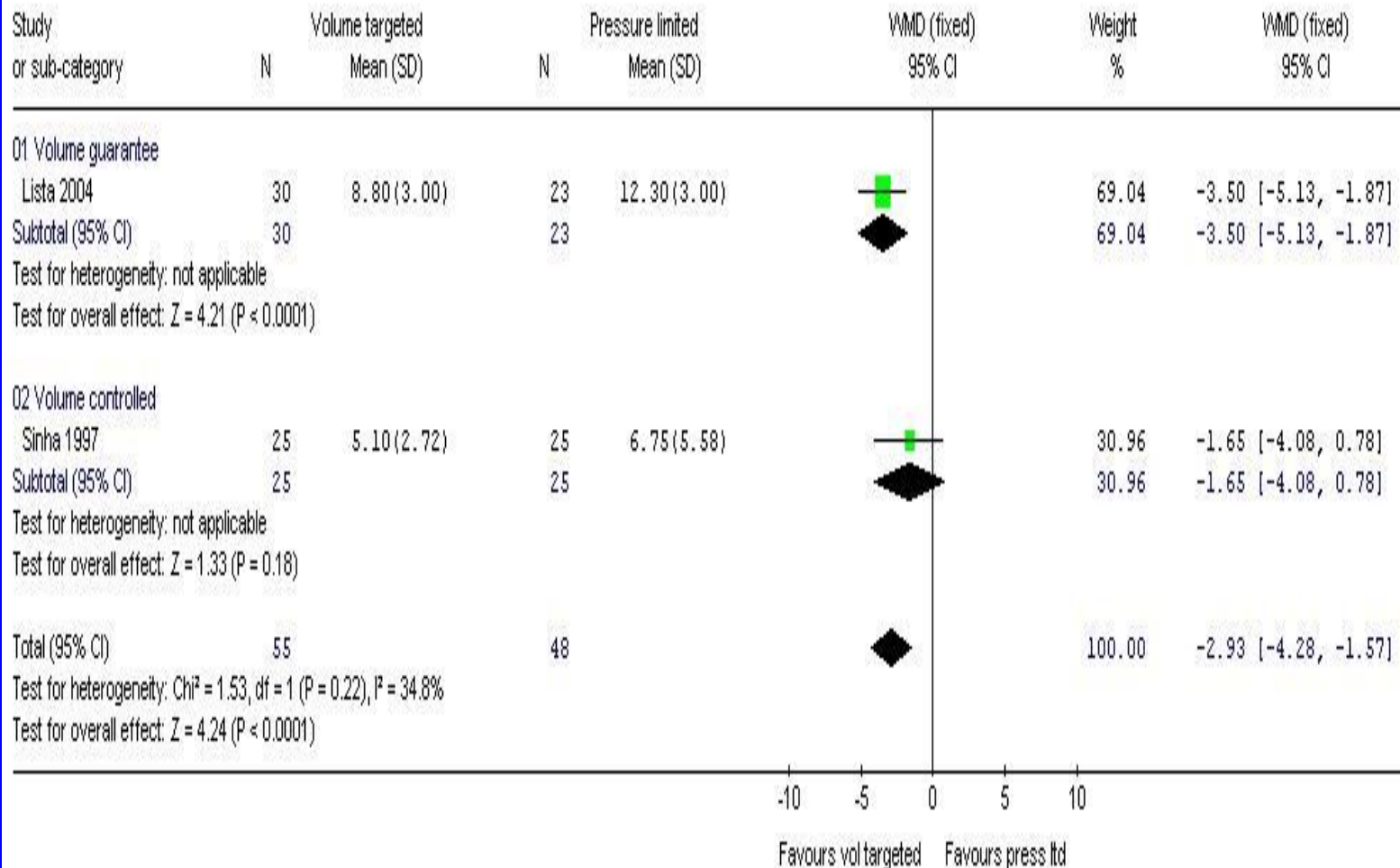
MEJOR que SIMV

Cochrane neonatal

**Estrategia de volumen versus
SIMV**

outcome: Duración VM

Review: Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in the neonate
 Comparison: 01 Volume-targeted vs pressure limited ventilation
 Outcome: 04 Duration of intermittent positive pressure ventilation (days)



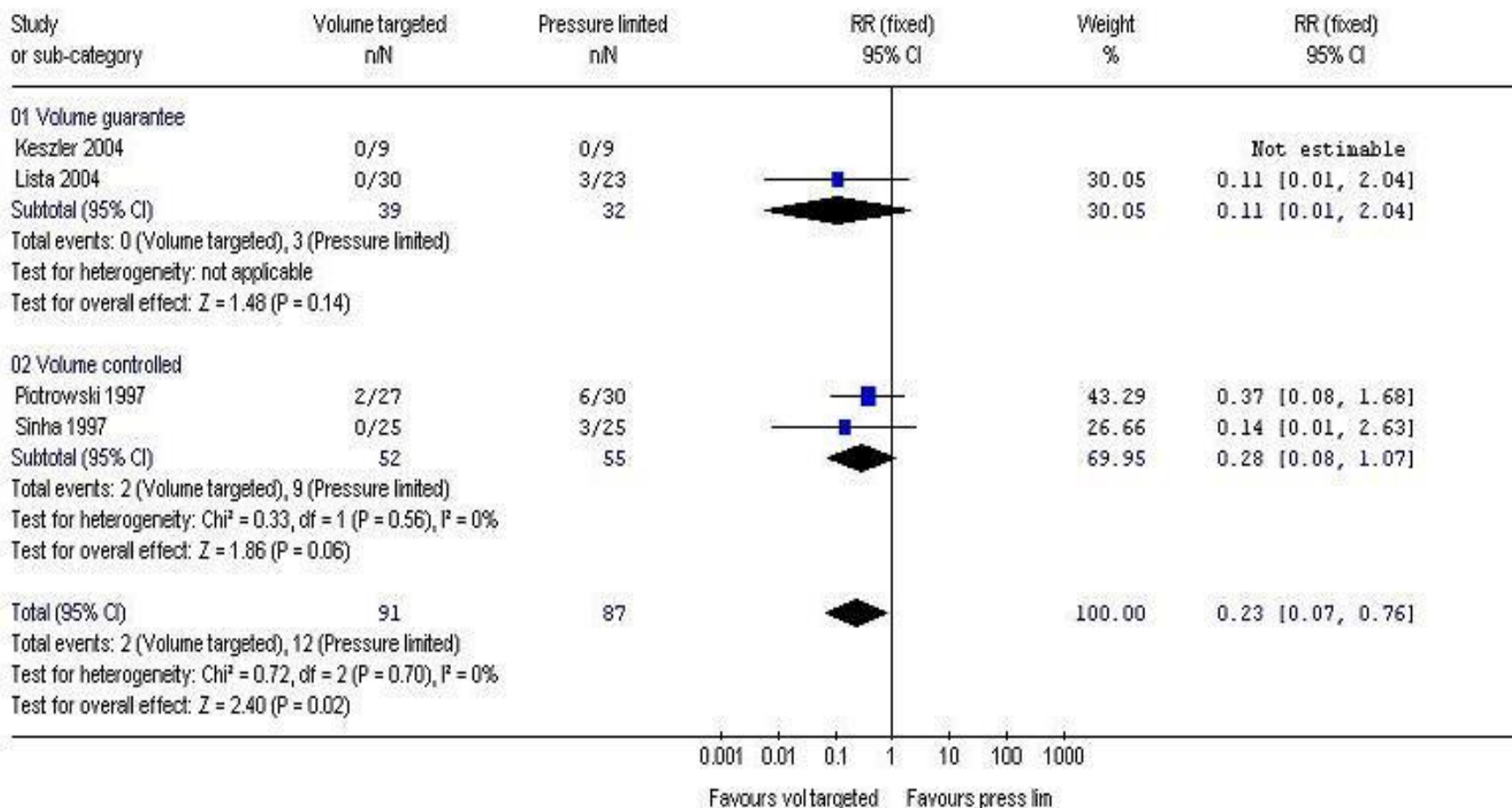
BENEFICIOS ESTRATEGIA DE VOLUMEN

Cochrane neonatal

**Estrategia de volumen versus
SIMV**

outcome: NEUMOTÓRAX

Review: Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in the neonate
 Comparison: 01 Volume-targeted vs pressure limited ventilation
 Outcome: 07 Pneumothorax



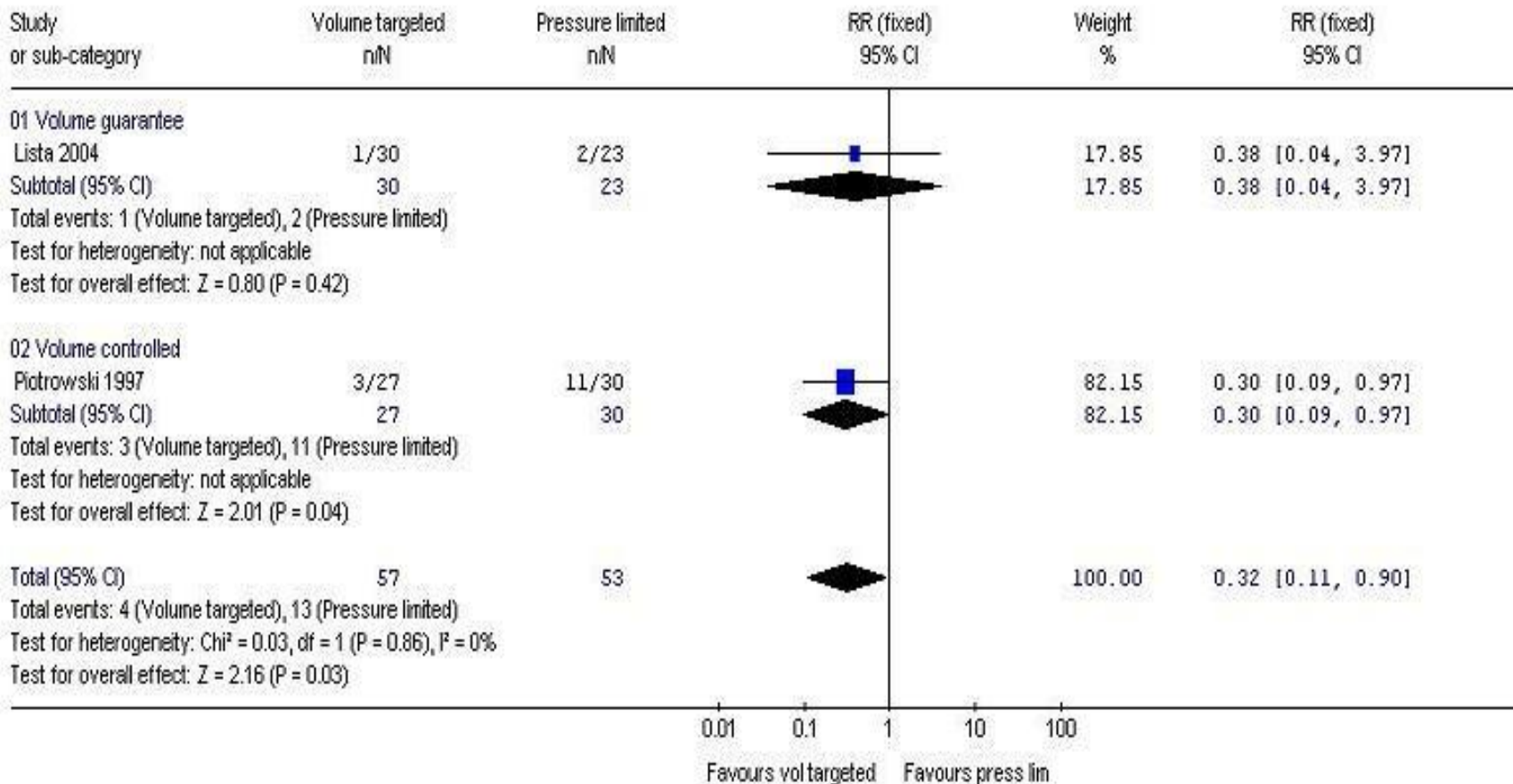
BENEFICIOS ESTRATEGIA DE VOLUMEN

Cochrane neonatal

**Estrategia de volumen vs
SIMV**

outcome: HIV Severa

Review: Volume-targeted versus pressure-limited ventilation in the neonate
 Comparison: 01 Volume-targeted vs pressure limited ventilation
 Outcome: 11 Severe IVH (grade 3 or 4)



BENEFICIOS ESTRATEGIA DE VOLUMEN

Cochrane neonatal

Estrategia de volumen vs SIMV

Outcome combinado: HIV Severa y LPV

- **Beneficios de la Ventilación por Objetivo de volumen**

Beneficios con el uso Estrategia de volumen

En base a Evidencia

Beneficios:

Estrategia de volumen

- < **Duración de VM**
- < **Riesgo de HIV severa y LPV**
- < **Riesgo de Neumotórax**
- < **Eventos hipoxémicos**
- > **Estabilidad de Volumen corriente**
- > **Estabilidad de gases**
- < **riesgo de Muerte y DBP**

Precauciones

Estrategia por Objetivo de volumen

Precaución ventilación usando estrategia de volumen

- **Al inicio del SDR**
(por aumento de la P_{aw})
- **Durante la administración de surfactante**
(por aumento mantenido de PIM)

**Precaución con ciertas
estrategias ventilatorias**

Precaución durante weaning previo a retiro de VM

- **Todas las estrategias que asocian VG:**
 - **SIMV+VG**
 - **PSV + VG**
 - **AC + VG**

Estrategia de volumen

- Se elije el modo: el SIMV + VG
- Se fija VG OBJETIVO
- Se visualiza en pantalla la presión que requiere el VM para entregar ese VG
- Chequeo permanente niveles de PIM (en medido 1).

Trigger | -10 | 0 | | 20 | | 40 | | 60 | Paw | Alarm



man. Insp.

PIM 18 cmH2O UM 0.21 L/min SIMV
Media 11 cmH2O UT 4.1 mL
PEEP 5 cmH2O Fugas 42 %
FiO2 53 % espont 36 %
f_{tot} 75 bpm
SIMV
+
VG

OK

Cal. Config.



O₂-Vol%

50 60 70 80 90 100
40 30 25 21

Ti

0.4 0.6 0.8 1.0 1.5 2.0
0.3 0.2 0.1

TE

0.8 1.0 2 5 15 30
0.6 0.4 0.2

Vent. Mode

Vent. Option

Insp. Flow \dot{V}

6 8 10 20 30
4 2 1

P_{insp}

40 50 60 70 80
30 20 10 5

PEEP/CPAP

6 10 25
0

Caution! Consult accompanying documents!



VER DELTA DE PRESION CON PIM 18 PEEP 5

Trigger -10 0 20 40 60 Paw mbar Alarm

man. Insp.



OK

Cal. Config.

Cal. Config. buttons

O₂-Vol%
50 60
40 70
30 80
25 90
21 100

Ti
0,4 0,6 0,8
0,3 1,0
0,2 1,5
0,1 2 s

TE
0,8 1,0 2
0,6 15
0,4 30 s

Vent. Mode

Vent. Option

Insp. Flow \dot{V}
6 8
4 10
2 20
1 30 L/min

P_{insp}
30 40 50
20 60
10 70
5 80 mbar

PEEP/CPAP
6 10
0 25 mbar

Consult Consult accompanying documents!

CE



- Al mejorar la distensibilidad, las presiones PIM requeridas ya no son tan altas para lograr ese VG.

- Si se cumple que la PIM requerida por el VM:
PIM es < 10- 12 cm de H2O en RN < 1 kg
PIM es < 12-15 cm de H2O en RN > 1 Kg
Suspende el VG, para evitar efecto de **CPAP** endotraqueal (**WOB aumenta**).
ej: PEEP 5 y PIM 9 cm de H2O ($\Delta P = 4$)
- Paciente en condiciones probables de extubación

Recomendaciones

Ventilación por objetivo de volumen

En base a evidencia

Peter Davis, Colin Morley , Journal of Perinatology, 2011

Weeler, Perinatology 2011

Kezler, NeoReviews ; 7; n5. 2006

Kezler, Clin Perinatol ;34 ,107-116 e4. 2007

Al usar VG

- Diferenciar:

¿Es un RN AGUDO o CRÓNICO?

VG en RN Agudo

- **Fase aguda** recomendable:
 - **RN ≥ 1000 g** usar **4.0 - 4.5 ml x k** inicial
 - **RN < 1000 g** usar *** 4.5 – 5.0 ml x k** inicial
- * Recordar que en < 1000 g se agrega 1 ml x k extra por el aumento de espacio muerto que se da con sensor de flujo**

VG en RN crónico (DBP)

- **Fase crónica recomendable:**
- **5 - 8 ml/k debido a:**
 - **Aumento del espacio muerto y crecim. de vía aérea**
 - **Además reduce eventos hipóxicos en RN con DBP**

En casos de Hernia Diafragmática

- Durante ventilación convencional
- En caso de intentar el uso de VG, recordar la hipoplasia pulmonar que conlleva esta patología para elegir el volumen
- Se sugiere Elegir 4 ml x k y FR altas

¿Cuándo subir el VG?

- Si pCO₂ alta, **SIN SOBREDISTENSIÓN**
Pulmonar subir en 0,5 ml x k

¿Cuándo subir el VG?

- Si FR del RN es > 80 x min, con pCO₂ normal, subir en 0,5 ml x k .
- Así se reduce el trabajo respiratorio

¿ Cuándo subir el VG?

- Si $FR > 80$ x min y PCO_2 BAJA:
- **No debe subir el VG**
- Considerar sedación en casos muy selectivos

Otras recomendaciones VG

- Nunca usar VG $< 0 =$ a 3 ml/k porque:
 - Aumenta el trabajo respiratorio
 - Mayor retención de CO₂
 - Aumenta la cascada inflamatoria

VG otras recomendaciones

- Se recomienda comenzar con PIM límite de 5-10 cm sobre la PIM de trabajo que requiere el VM para garantizar el VC
- Esto permite flexibilidad al VM para entregar el VG durante variables fugas a través del TET
- así evita alarma que dice volumen bajo!
- Máximo 25-30 cm de H₂O

Si la PIM de trabajo aumenta o es permanentemente alta (> 30) o la alarma volumen bajo persiste:

Considerar:

- Alta fuga a través del TET
- RN desacoplado, musculatura abdominal en contra de las inflaciones
- Empeoramiento de la mecánica pulmonar
- Escape aéreo
- Monointubación

Controlar con RX DE TÓRAX !

VG otras recomendaciones

- Permitir filtración $< 50\%$
- De lo contrario requerirá PIM excesivas para lograr garantizar el volumen
- El ventilador automáticamente realiza un ajuste de la PIM debido a la fuga

Trigger

- Se recomienda fijarlo en su más alta sensibilidad

FR de respaldo

- En los modos asistidos (AC y PSV) se recomienda dejar la FR de respaldo en 30 x Min, para poder mantener ventilaciones gatilladas por el paciente y evitar que se “ cuelgue del ventilador”.

FR de respaldo

- Durante modos asistidos usados en RN con un **pobre esfuerzo** respiratorio una FR de respaldo de 50-60 podría ser necesaria para mantener un volumen minuto adecuado.

RN con SDR de difícil manejo

- Se recomienda 3 modos de weaning usando estrategia de volumen:
- SIMV+VG (Babylog, ciclado por tiempo)
- PSV + VG (Babylog ,ciclado por flujo)
- AC + VG (Babylog, ciclado por tiempo)

Estrategia de Volumen

Conclusiones

Estrategia por objetivo de volumen: Beneficios

- < **Duración de VM**
- < **Riesgo de HILV severa y LPV**
- < **Riesgo de Neumotórax**
- < **Eventos hipoxémicos**
- > **Estabilidad de Volumen corriente**
- > **Estabilidad de gases**
- < **Riesgo de DBP y Muerte**

Gracias

