



---

# Beatmung beim PARDS

Süha Demirakca  
Klinik für Neonatologie und pädiatrische Intensivmedizin  
Universitätsmedizin Mannheim  
[Sueha.demirakca@umm.de](mailto:Sueha.demirakca@umm.de)

---

# PARDS Definition:

- **Akuter Beginn:** innerhalb 7 Tagen nach klinischem Insult:
- **Rö-Thorax:** neue Infiltrate, vereinbar mit akuter Parenchymerkrankung der Lunge.
- **Ursache des Ödems:** nicht komplett durch kardiales Versagen oder Flüssigkeitsüberladung erklärbar, (Echokardiografie):
- Spezielle Populationen bei Kindern:  
zyanotische Herzfehler, chron. Lungenerkrankungen, linksventrikuläre Dysfunktion

PARDS Consensus 2015 PCCM 2015;16 (Supplement)

AWMF S2k Leitlinie 2021

# Oxygenierungsstörung

P/F Ratio vs.  $OI = \text{MAP} \times \text{FiO}_2 \times 100 / \text{PaO}_2$

$OSI = \text{MAP} \times \text{FiO}_2 \times 100 / \text{SpO}_2$

## *Erwachsene*

- mild:  $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$  bei  $\text{PEEP} \geq 5 \text{ mbar}$
- moderat:  $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$  bei  $\text{PEEP} \geq 5 \text{ mbar}$
- schwer:  $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$  bei  $\text{PEEP} \geq 5 \text{ mbar}$

## *Kinder*

- mild:  $4 \leq OI \leq 8$  oder  $5 \leq OSI \leq 7,5$  unter NIV :  $\text{S/F Ratio} < 264$
- moderat:  $8 \leq OI \leq 16$  oder  $7,5 \leq OSI \leq 12,3$   $\text{PEEP} \geq 5 \text{ mbar}$   $\text{P/F Ratio} < 300$
- schwer:  $OI \geq 16$  oder  $OSI \geq 12,3$

PARDS Consensus 2015 PCCM 2015;16 (Supplement)

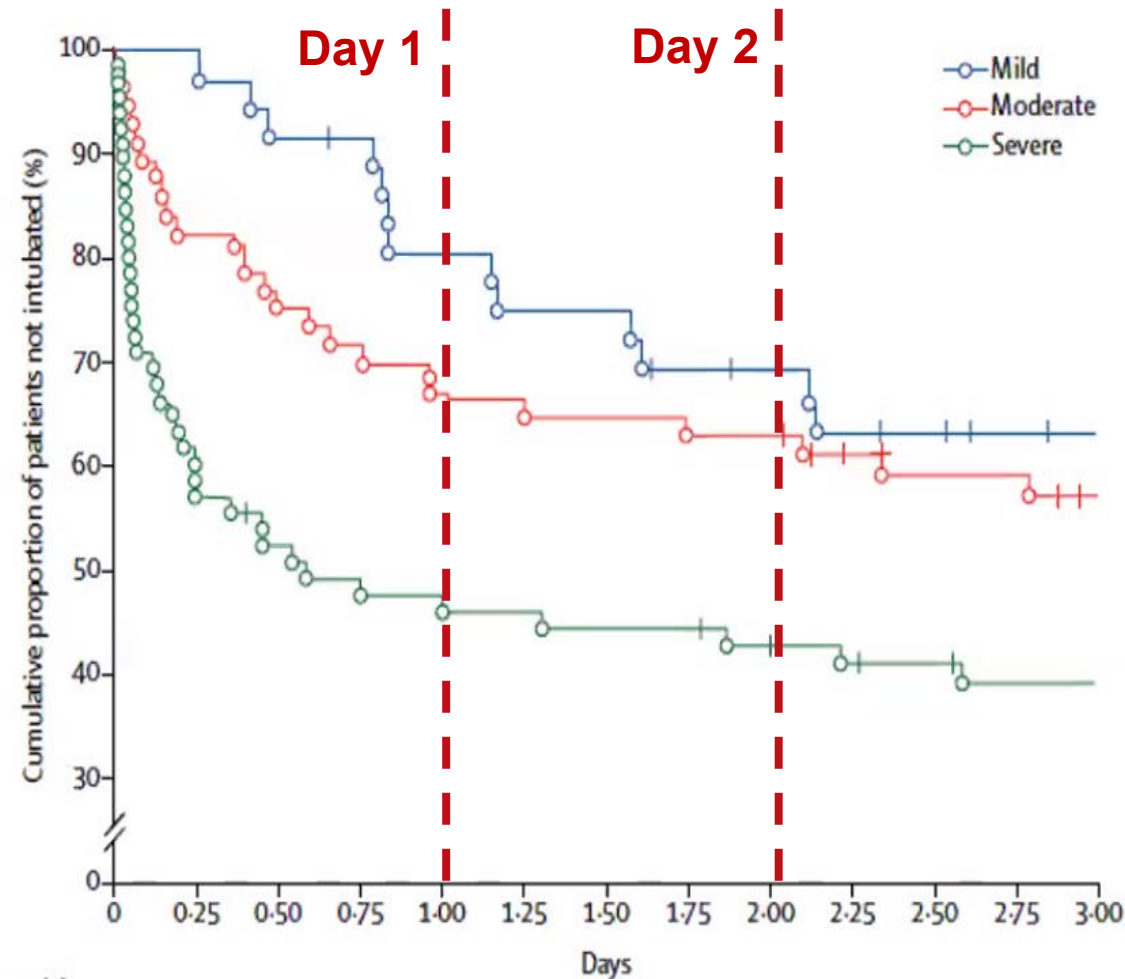
AWMF S2k Leitlinie 2021

# Paediatric acute respiratory distress syndrome incidence and epidemiology (PARDIE): an international, observational study

Robinder G Khemani, Lincoln Smith, Yolanda M Lopez-Fernandez, Jeni Kwok, Rica Morzov, Margaret J Klein, Nadir Yehya, Douglas Willson, Martin C J Kneyber, Jon Lillie, Analia Fernandez, Christopher J L Newth, Philippe Jouviet, Neal J Thomas, on behalf of the Pediatric Acute Respiratory Distress syndrome Incidence and Epidemiology (PARDIE) Investigators\* and the Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) Network

Lancet Respiratory Medicine 2018

NIV in  
PARDS

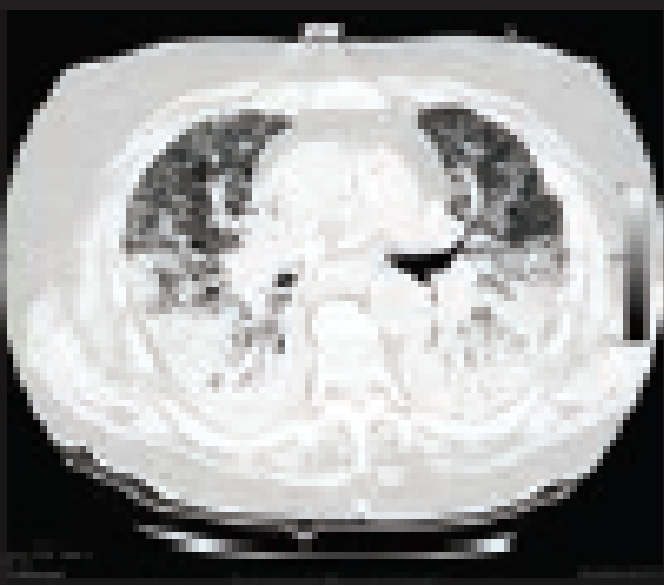


# Einstellung der Beatmungsparameter: **PEEP**



# PEEP Effekt auf Öffnung und Verschluss der Alveolen

End expiration / low PEEP



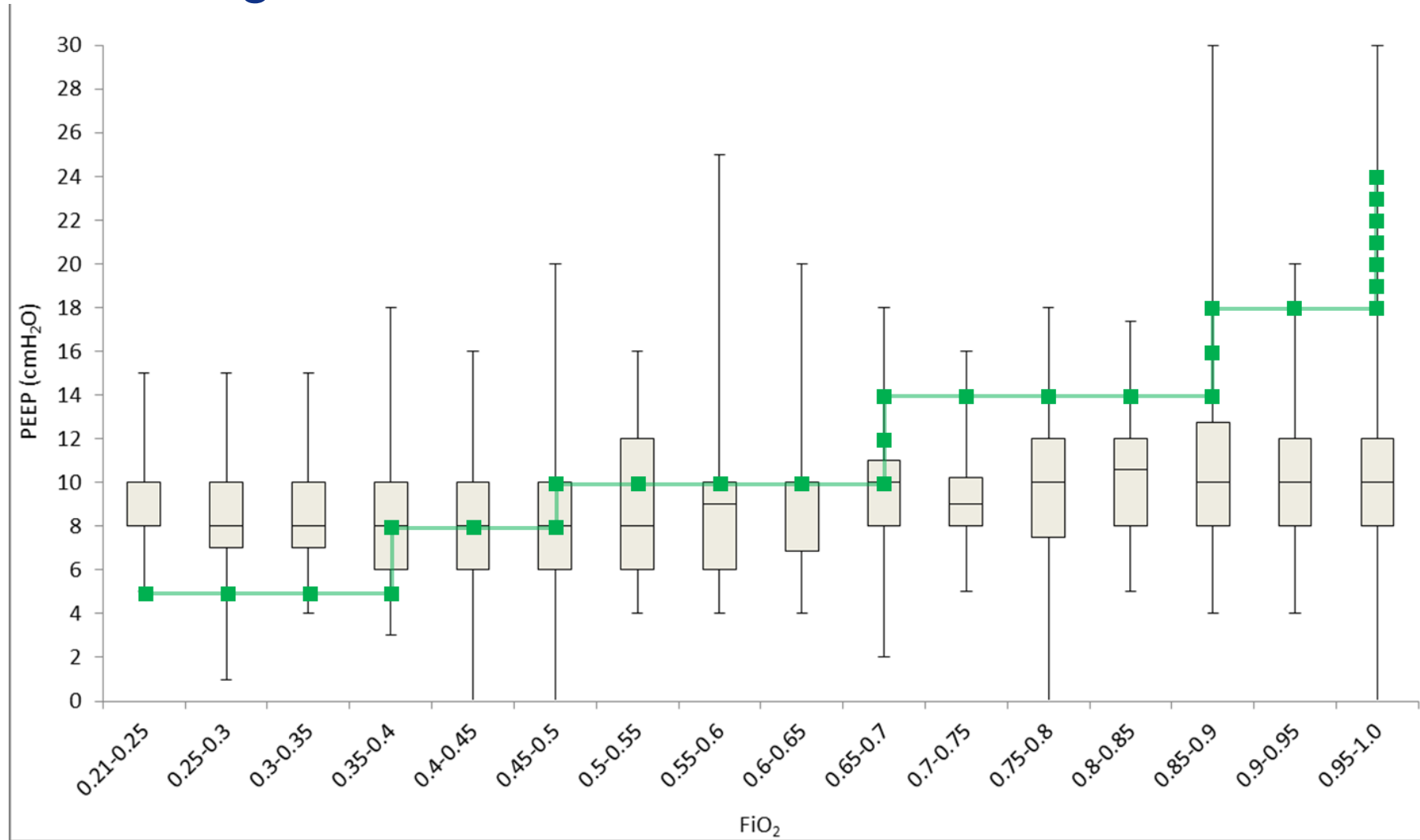
End inspiration / low PEEP



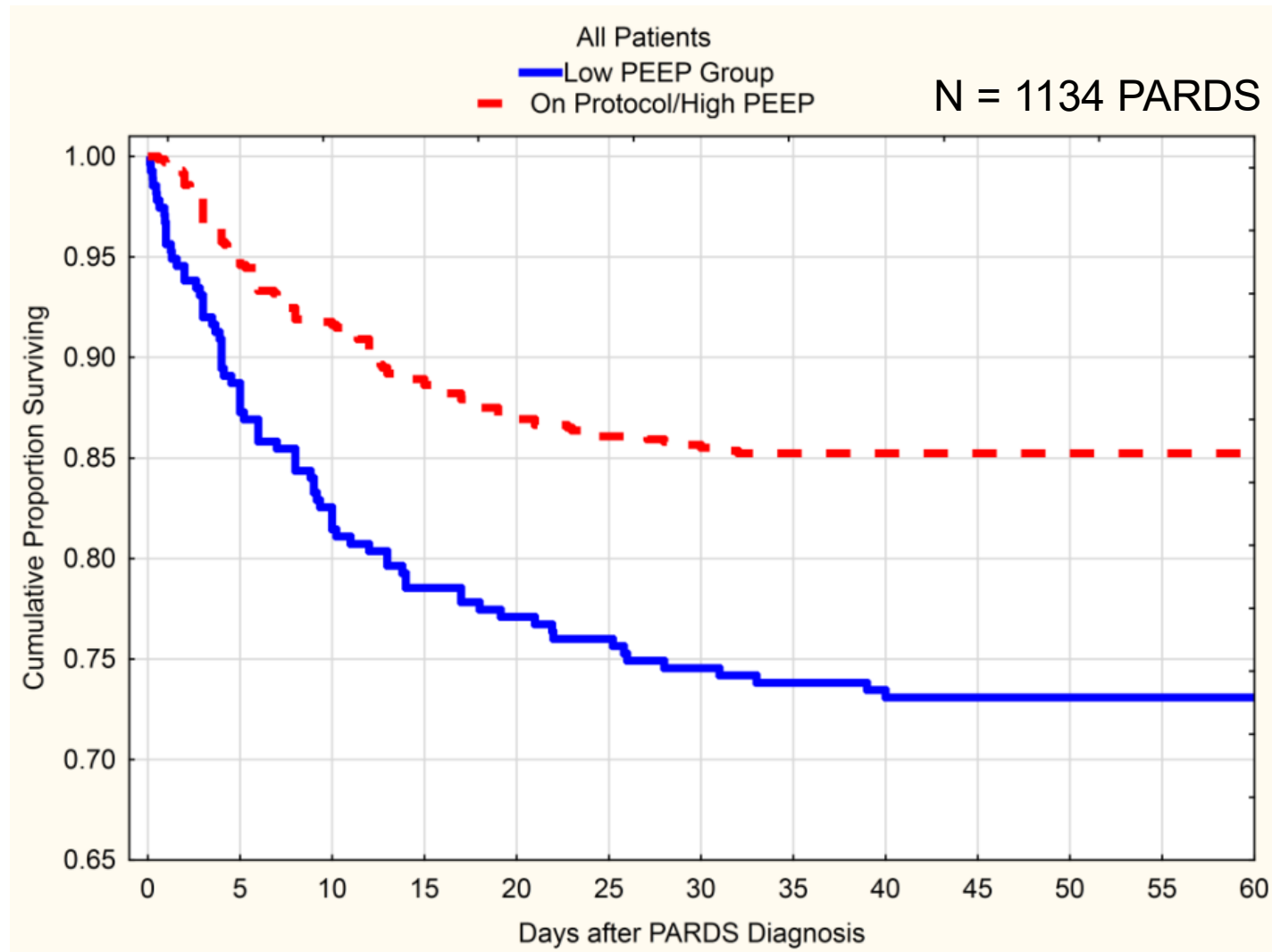
## Cycling opening and closing

Stress and shearing forces at points of micromechanical heterogeneity

# PEEP Einstellung vs. ARDSnet Tabelle



# Niedriger PEEP erhöht Mortalität beim PARDS



Khemani R et al *AJRCCM* 2018



# PEMVECC / PALICC – PEEP in restrictive disease / PARDS

- **PEEP titration** should be attempted in order **to improve oxygenation**.
- There is not a defined method to set the best PEEP.
- In **paediatric ARDS high levels of PEEP (> 15 mbar)** may be needed  
*strong agreement*

Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). Kneyber MCJ et al. Intensive Care Med. 2017  
PALICC PCCM 2015,

- Orientierung an der niedrigen ARDSnet Tabelle sinnvoll

AWMF S2k Leitlinie 2021

# PARDS: 10 mon (7900g)



↓ 10 cmH2O

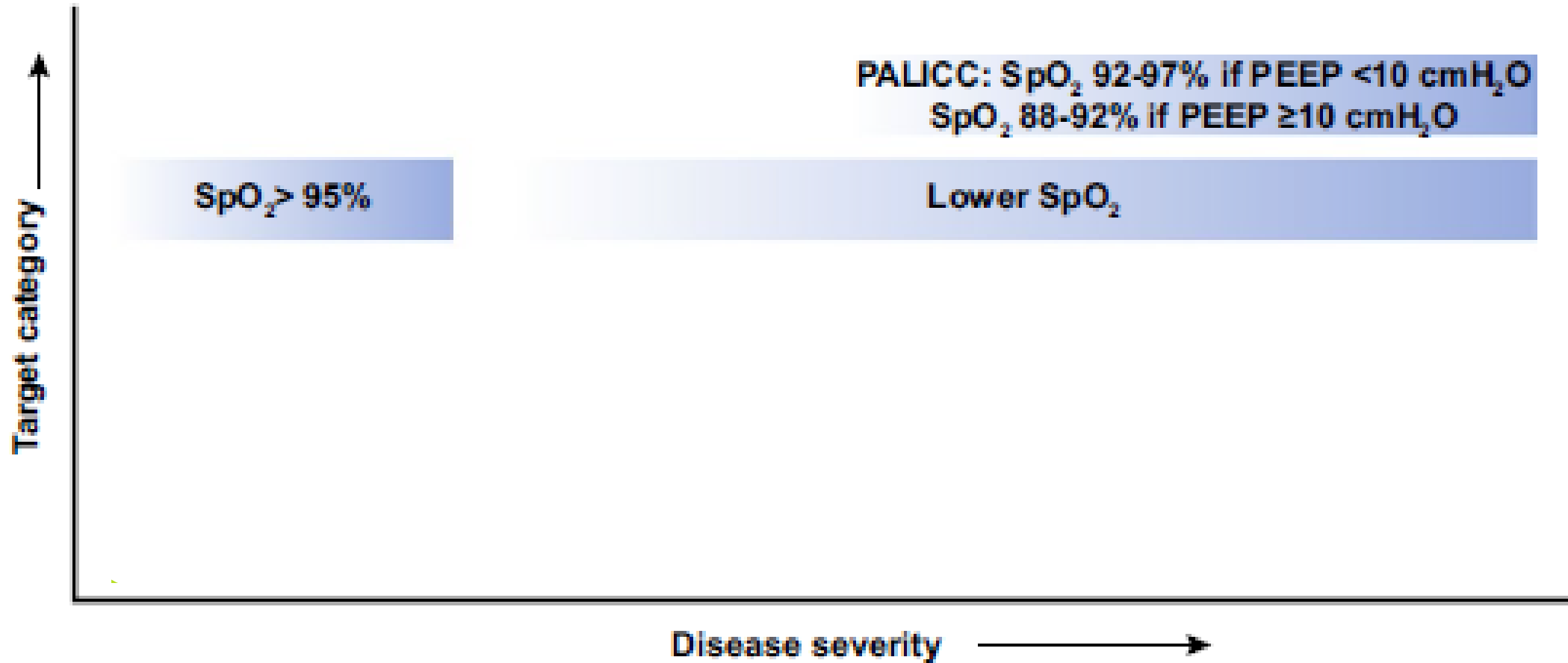
↑ 16 cmH2O



$\Delta P_L = 8 \text{ cmH}_2\text{O}$   
 $V_t = 4.5 - 5 \text{ ml/kg}$



# Ziele der Oxygenierung



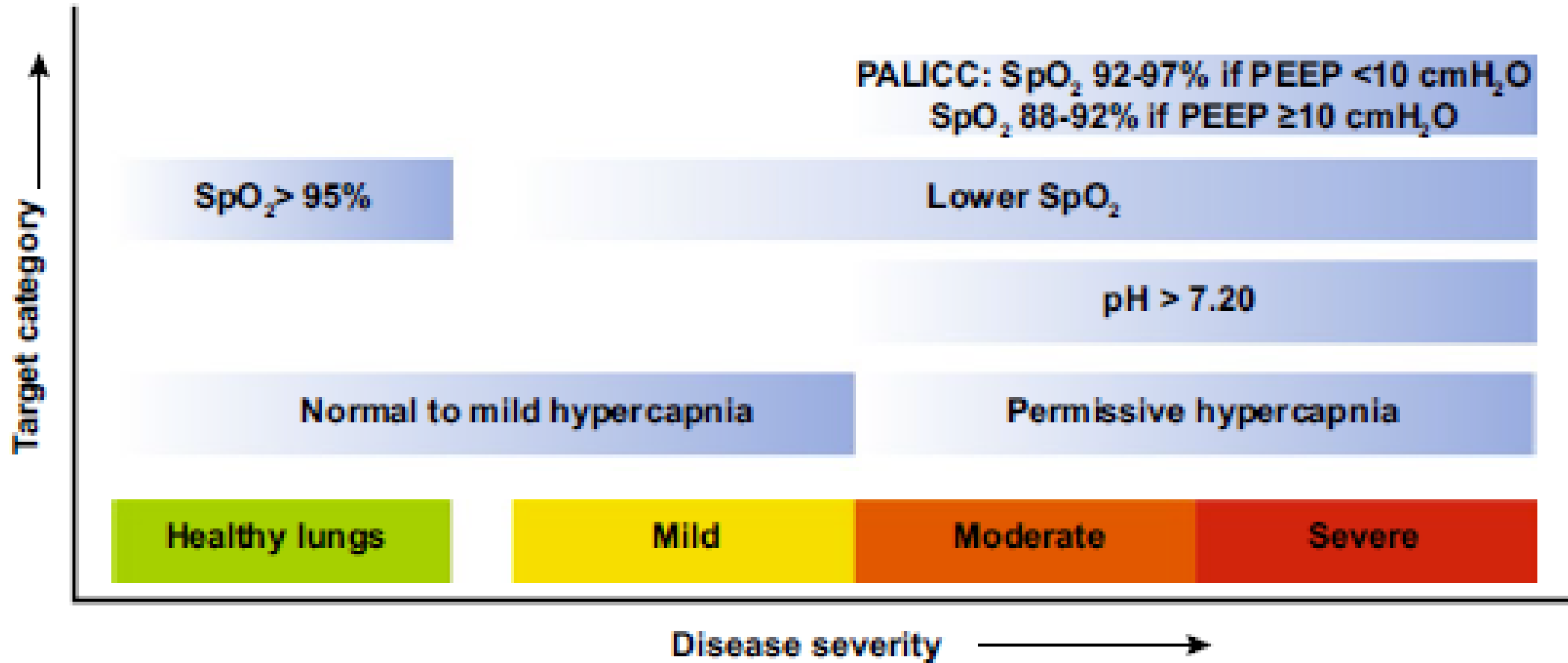
Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). Kneyber MCJ et al. Intensive Care Med. 2017

# Einstellung der Beatmungsparameter:

Vt oder  $\Delta P$  ?

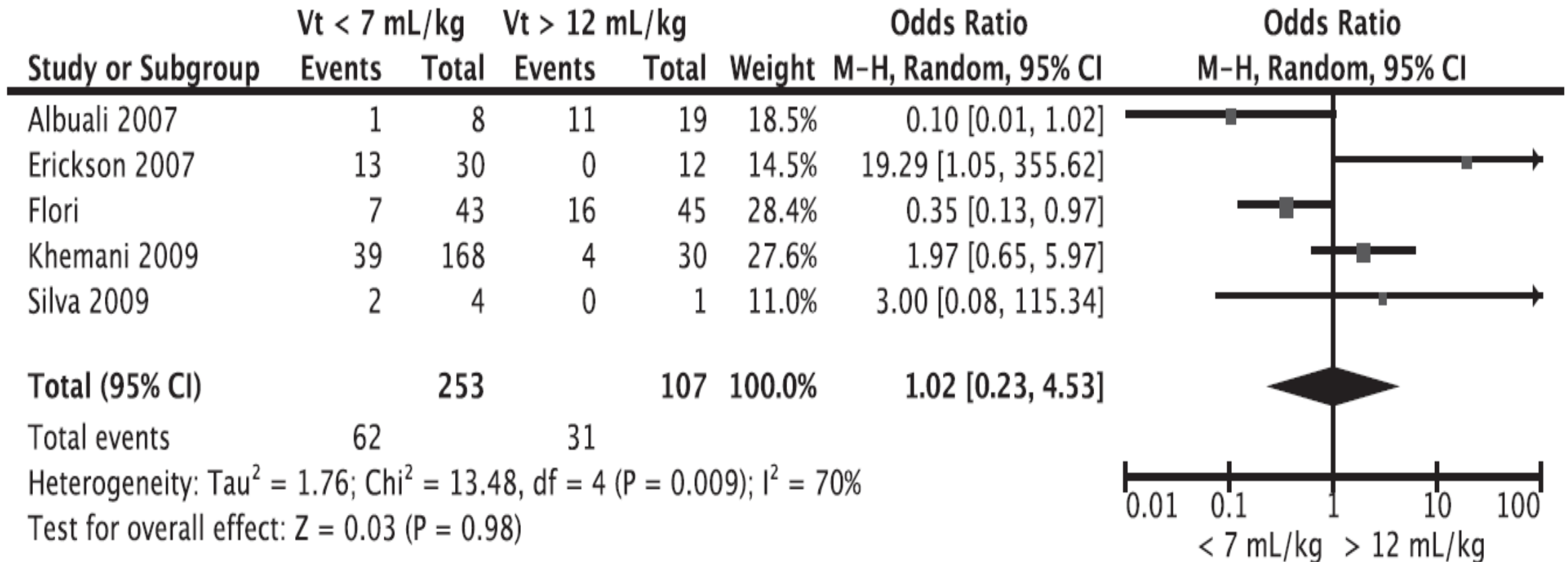


# Ziele der Oxygenierung und Ventilation

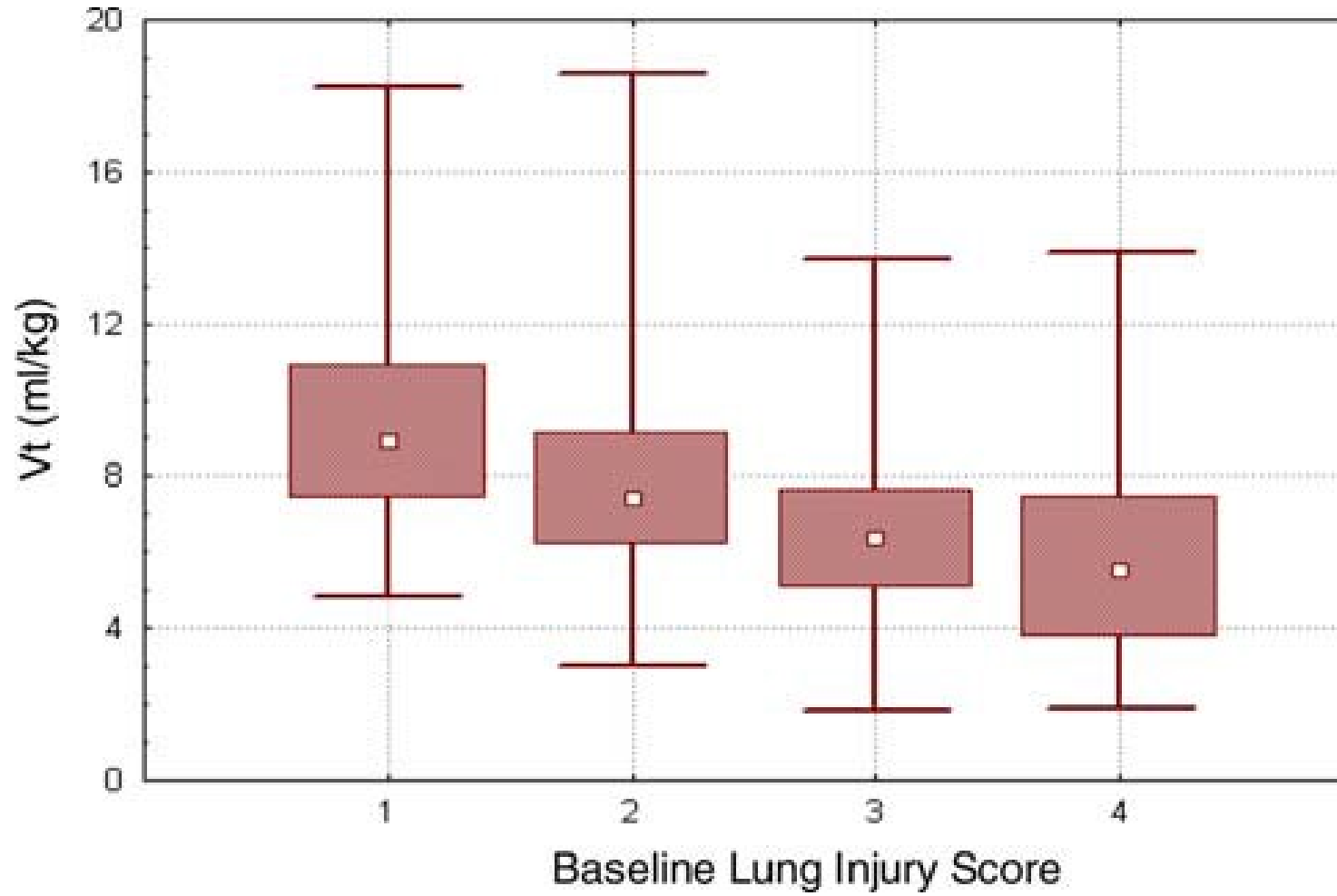


Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). Kneyber MCJ et al. Intensive Care Med. 2017

# Metaanalyse Vt und Überleben bei Kindern



# Vt beim pediatriischen ARDS



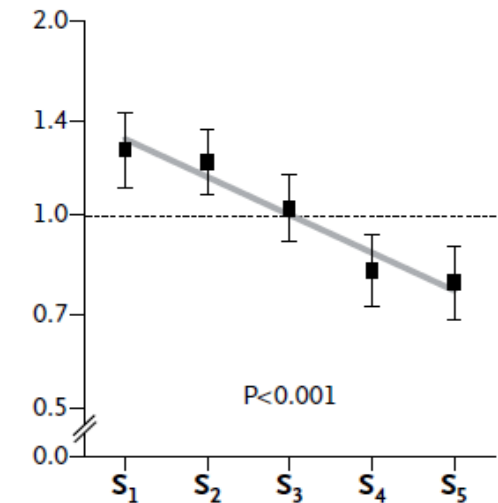
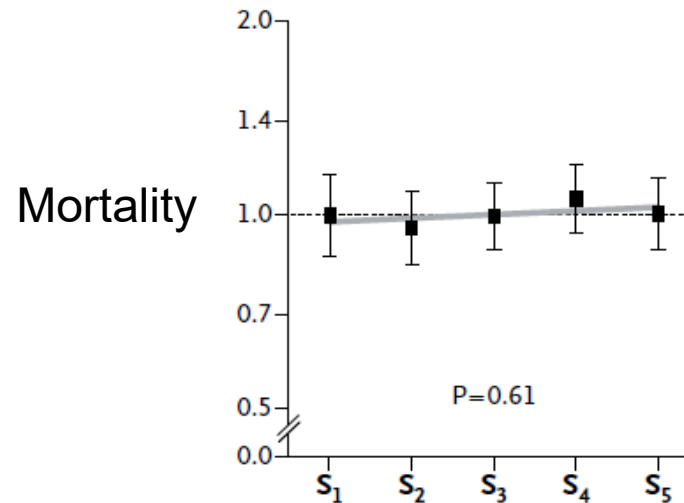
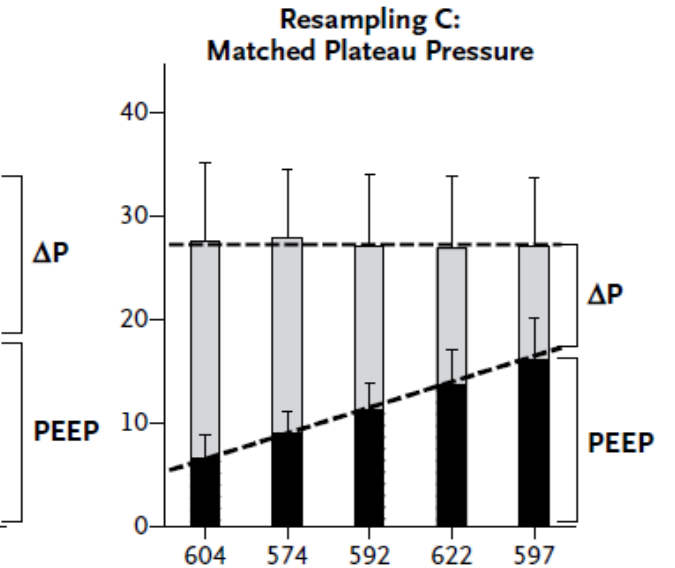
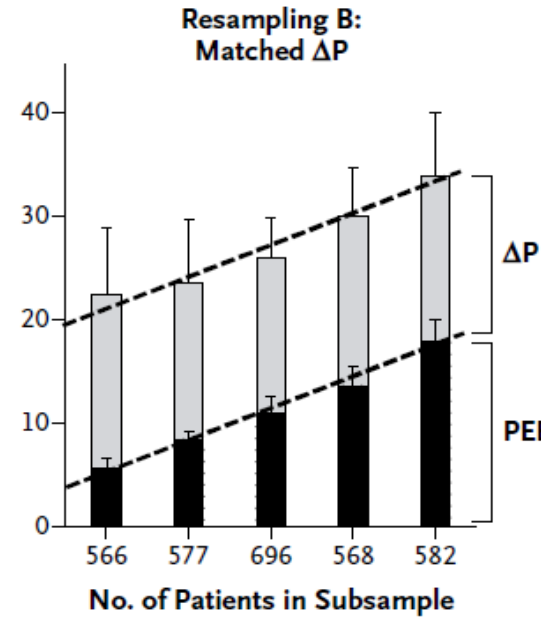
$V_t / C_{stat}$   
= driving P

# PEEP Titration:

hoher PEEP

nur effektiv wenn der

driving P gesenkt werden kann



Amato MBP et al NEJM 2015; 372:747-55





# “Driving pressure” and survival!

$\Delta P$  as an independent variable associated with survival

$$\text{Strain} = V_T / \text{EELV}$$

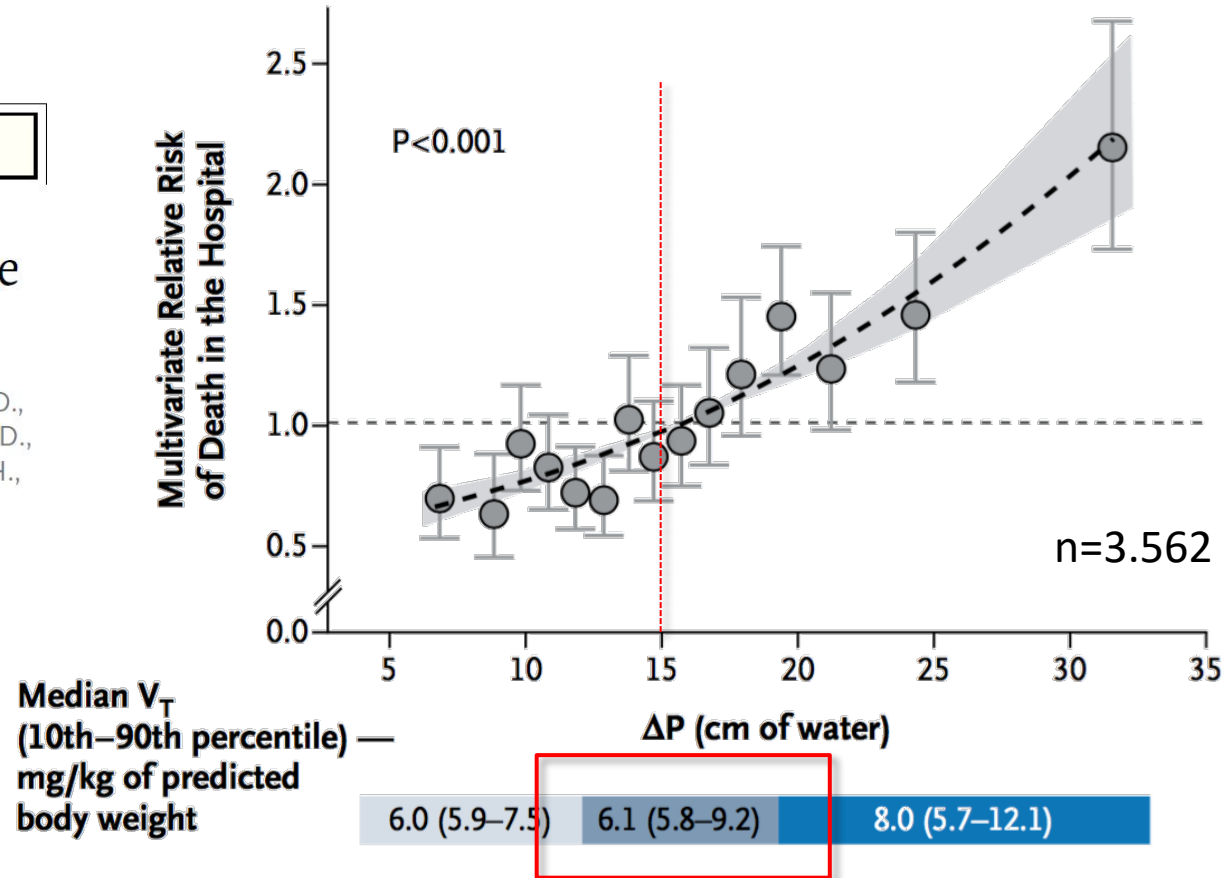
$$\approx V_T / C_{\text{STAT}} = \Delta P$$

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

SPECIAL ARTICLE

## Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome

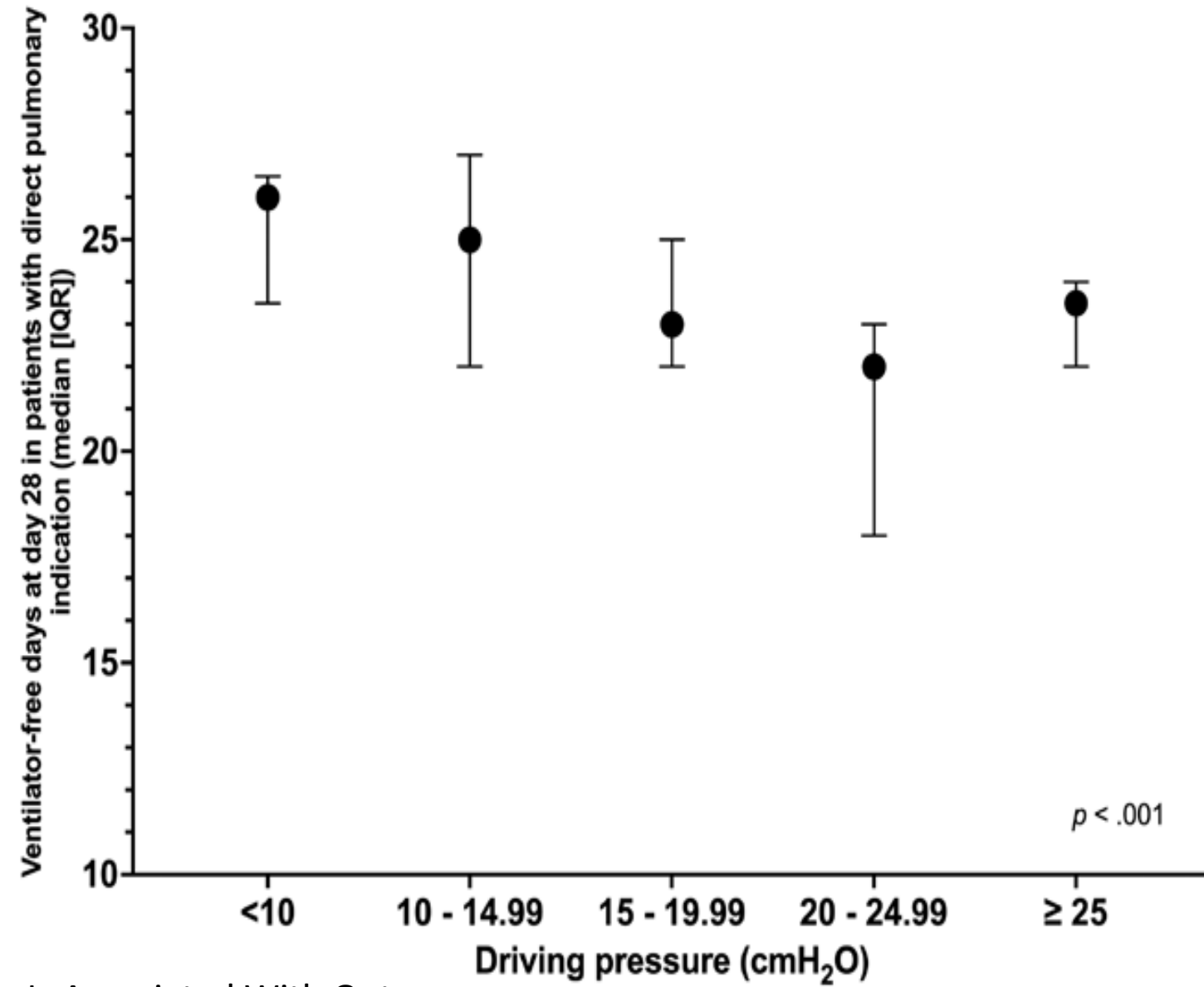
Marcelo B.P. Amato, M.D., Maureen O. Meade, M.D., Arthur S. Slutsky, M.D.,  
Laurent Brochard, M.D., Eduardo L.V. Costa, M.D., David A. Schoenfeld, Ph.D.,  
Thomas E. Stewart, M.D., Matthias Briel, M.D., Daniel Talmor, M.D., M.P.H.,  
Alain Mercat, M.D., Jean-Christophe M. Richard, M.D.,  
Carlos R.R. Carvalho, M.D., and Roy G. Brower, M.D.



EELV: End Expiratory Lung Volume

# Driving Pressure bei Kindern

N = 222 children  
Median age 11 months



Driving Pressure Is Associated With Outcome  
in Pediatric Acute Respiratory Failure. Van Schelven et al PCCM 2021

# Dynamic driving pressure in PARDS

Outcome	Low $\Delta P$ ( <i>n</i> = 47)	High $\Delta P$ ( <i>n</i> = 54)	<i>P</i>
ARDS, <i>n</i>	29	36	
Duration of ventilation, d			
Total	5 (4–6)	8 (6–11)	< .001
ARDS	6 (4–7)	9 (6–12)	< .001
Ventilator-free days at day 28, d			
Total	23 (20–24)	17 (0–22)	< .001
ARDS	22 (19–23)	16 (0–21)	< .001
ICU length of stay, d			
Total	6 (5–8)	12 (7–15)	< .001
ARDS	7 (6–9)	14 (7–15)	< .001
Hospital length of stay, d			
Total	11 (7–14)	18 (13–25)	< .001
ARDS	12 (8–15)	19 (13–25)	< .001
In-hospital mortality, %			
Total	17	24	.38
ARDS	18	25	.33

Rauf A et al *RESPIRATORY CARE*  
MARCH 2021 66:3



# Zusammenfassung: Beatmung beim PARDS :

Einstellung der Drücke und Vt - PEMVECC / PALICC / AWMF Empfehlungen:

- Plateau Druck (Pplat)  $\leq 28$  cmH<sub>2</sub>O
- bei erniedrigter Thorax Compliance  $\leq 29\text{--}32$  cmH<sub>2</sub>O.
- $\Delta P$  (driving pressure) möglichst niedrig wie bei Erwachsenen mit ARDS ( $< 15$  mbar)
  - *MV mit höheren Frequenzen ausgleichen !*
  - *Permissive Hyperkapnie je nach Schweregrad der Erkrankung – pH  $> 7,2$*
- PEEP Titration nach niedriger ARDSnet Tabelle oder bester Oxygenierung
  - PEEP  $> 15$  mbar durchaus möglich
- Keine Empfehlung zur Einstellung des Vt
  - Vt  $> 10$  ml/kg vermeiden
  - Bei Lungenhypoplasie Vt entsprechend niedriger

# BAUCLAGE

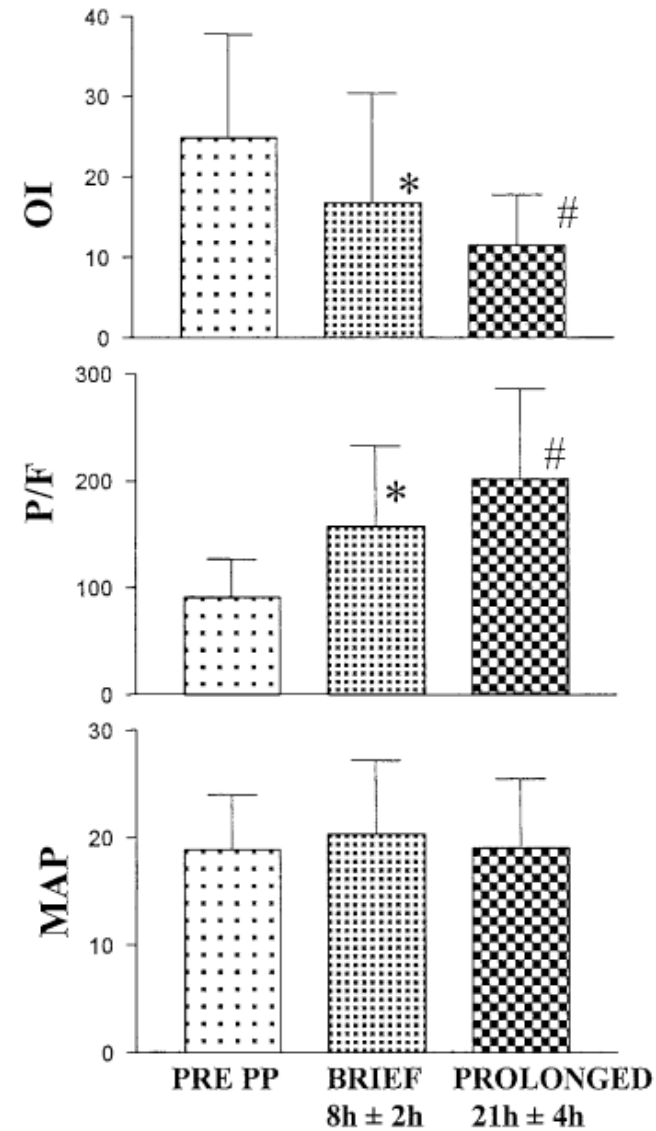
n=30 Kinder (1 Mo – 18 Jahre)

Pneumonie, Sepsis, Trauma

6-10 h versus 18-24 h Bauchlage

Beobachtungszeitraum: 24h nach  
Bauchlage

Keine Angabe zu Beatmungsdauer  
vor Bauchlage



Relvas et al. CHEST 2003; 124(1):269-274.

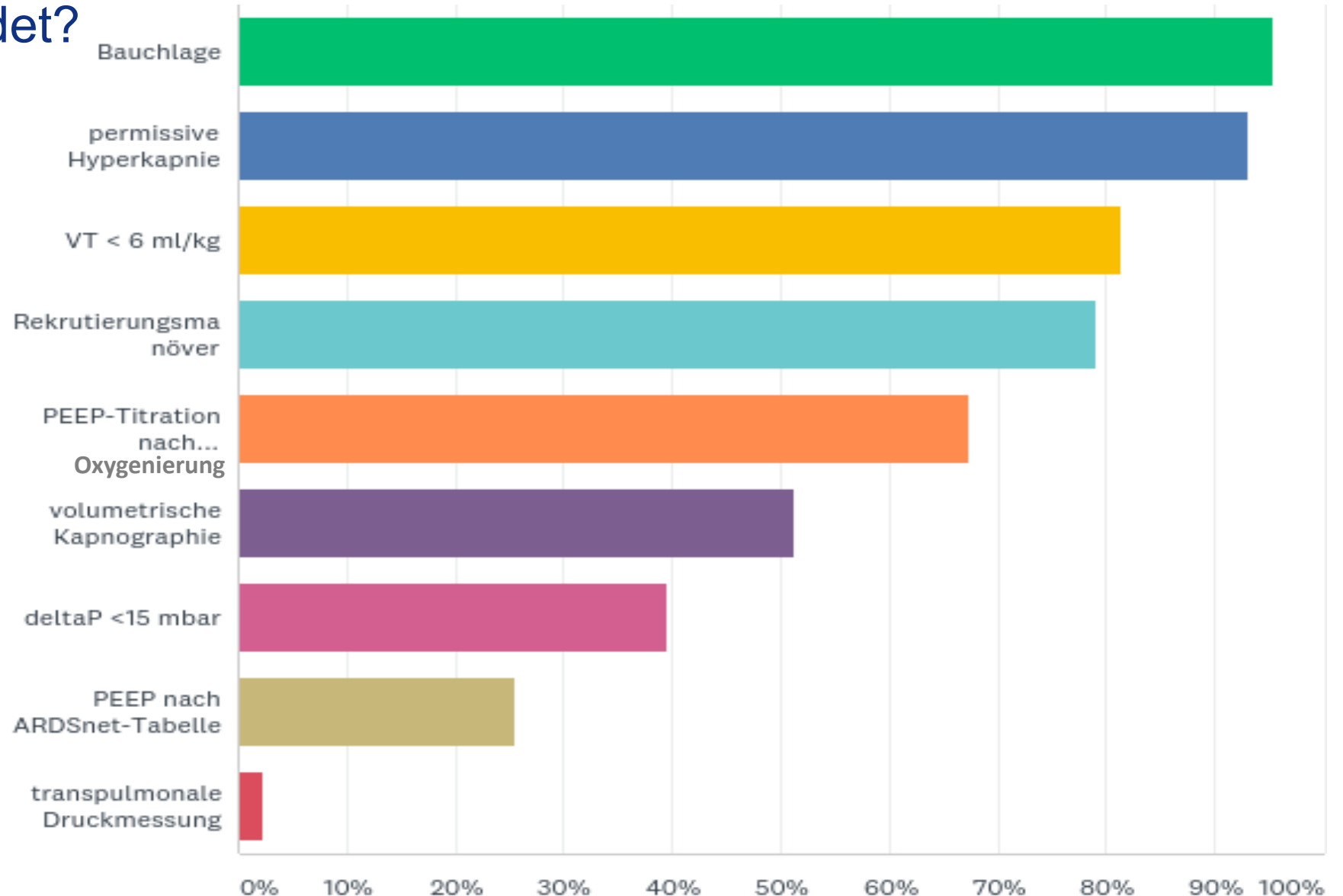
# Bauchlage





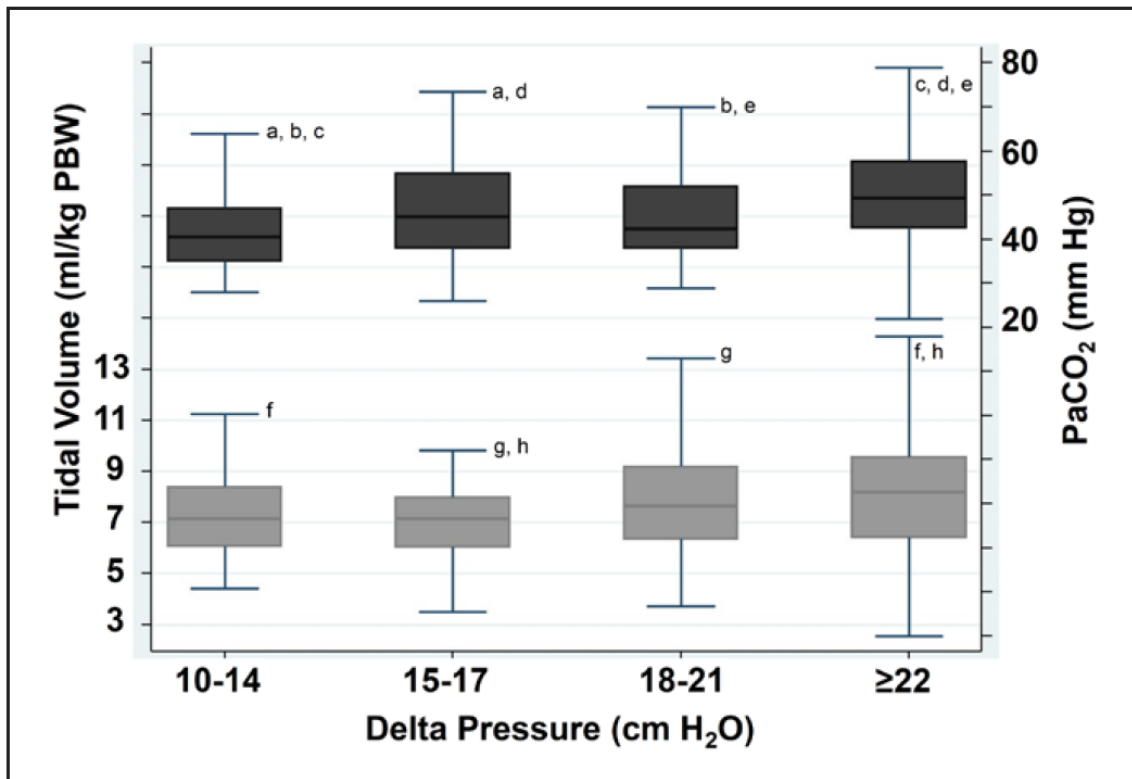
# Welche Verfahren werden auf Ihrer Station systematisch beim schweren PARDS angewendet?

- Umfrage D-A-CH
- N = 44 PICUs



# Adhärenz an Empfehlungen bei PARDS

N = 422 PARDS, Erhebung bei 71 PICUs (international)



Nichteinhaltung der Empfehlungen zu  $\Delta P$  und PEEP  
=  
höhere Sterblichkeit und längere Beatmungsdauer

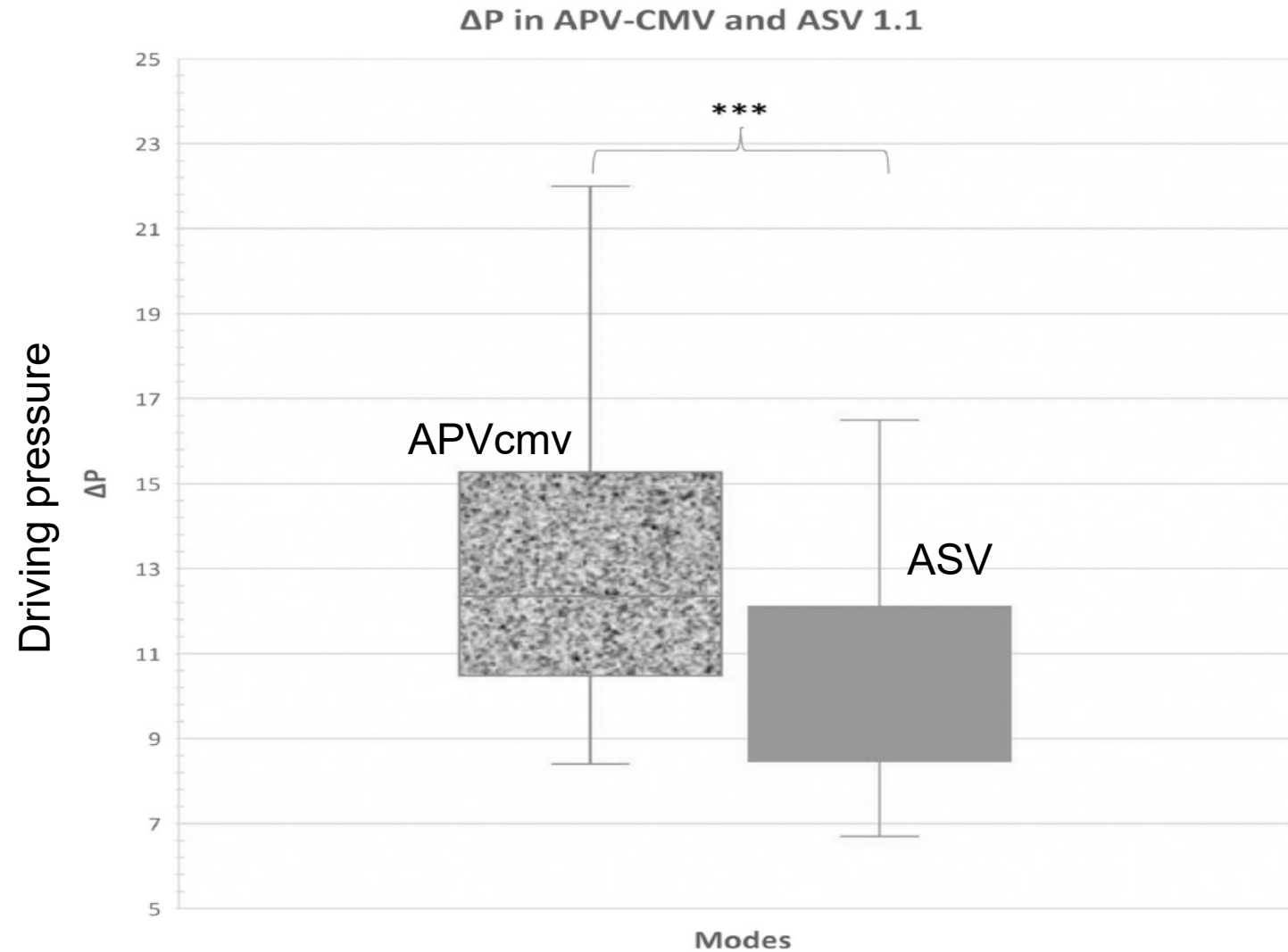
PEEP < PEEP/FiO<sub>2</sub> Tabelle 70% der Zeit

Plateau Druck wurde in 97% nicht gemessen

Median delta pressure  $\geq 18$  cmH<sub>2</sub>O für alle PARDS Grade.



# APVcmv vs. ASV in n = 26 children – randomized crossover trial (2 x 1h)



Ceylan G et al, Ped Pulmonology 2021

Vielen Dank!

[sueha.demirakca@umm.de](mailto:sueha.demirakca@umm.de)

