

## II – Lélegeztetés

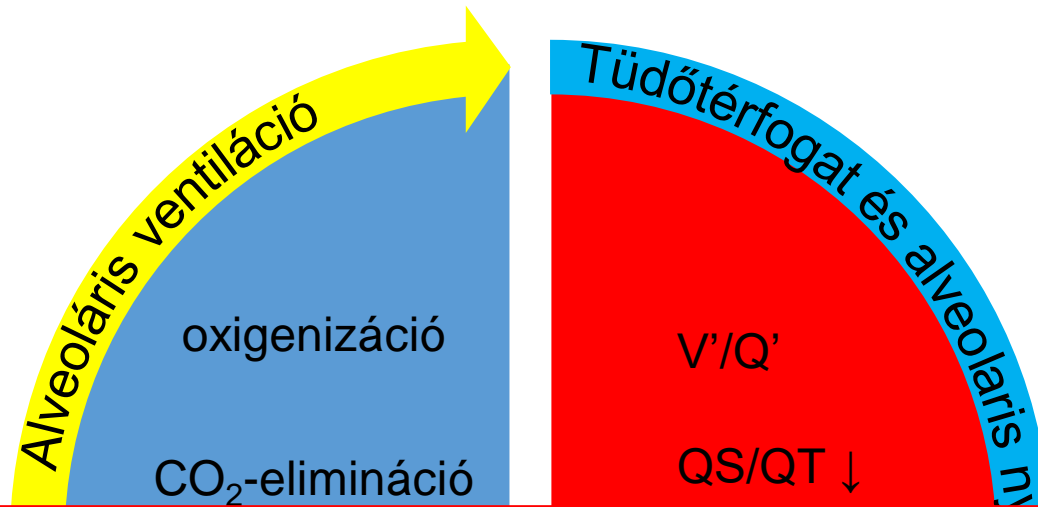
### CPAP-tól az APRV-ig

Ruszkai Zoltán, Leiner Tamás, Tánczos Krisztián, Molnár Zsolt

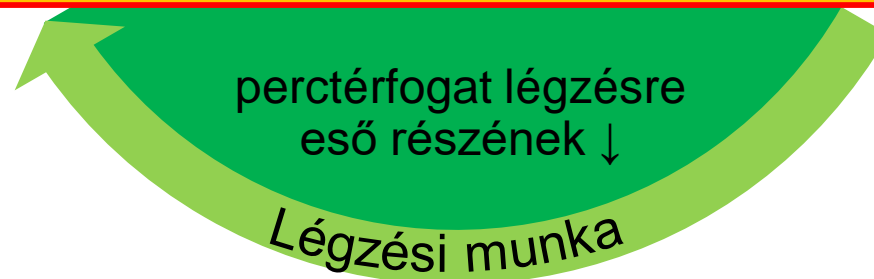


KORONAVÍRUS  
ELLENI TRANSZLÁCIÓS  
LAKOSSÁGTÁMOGATÓ  
AKCIÓ- ÉS KUTATÓCSOPORT

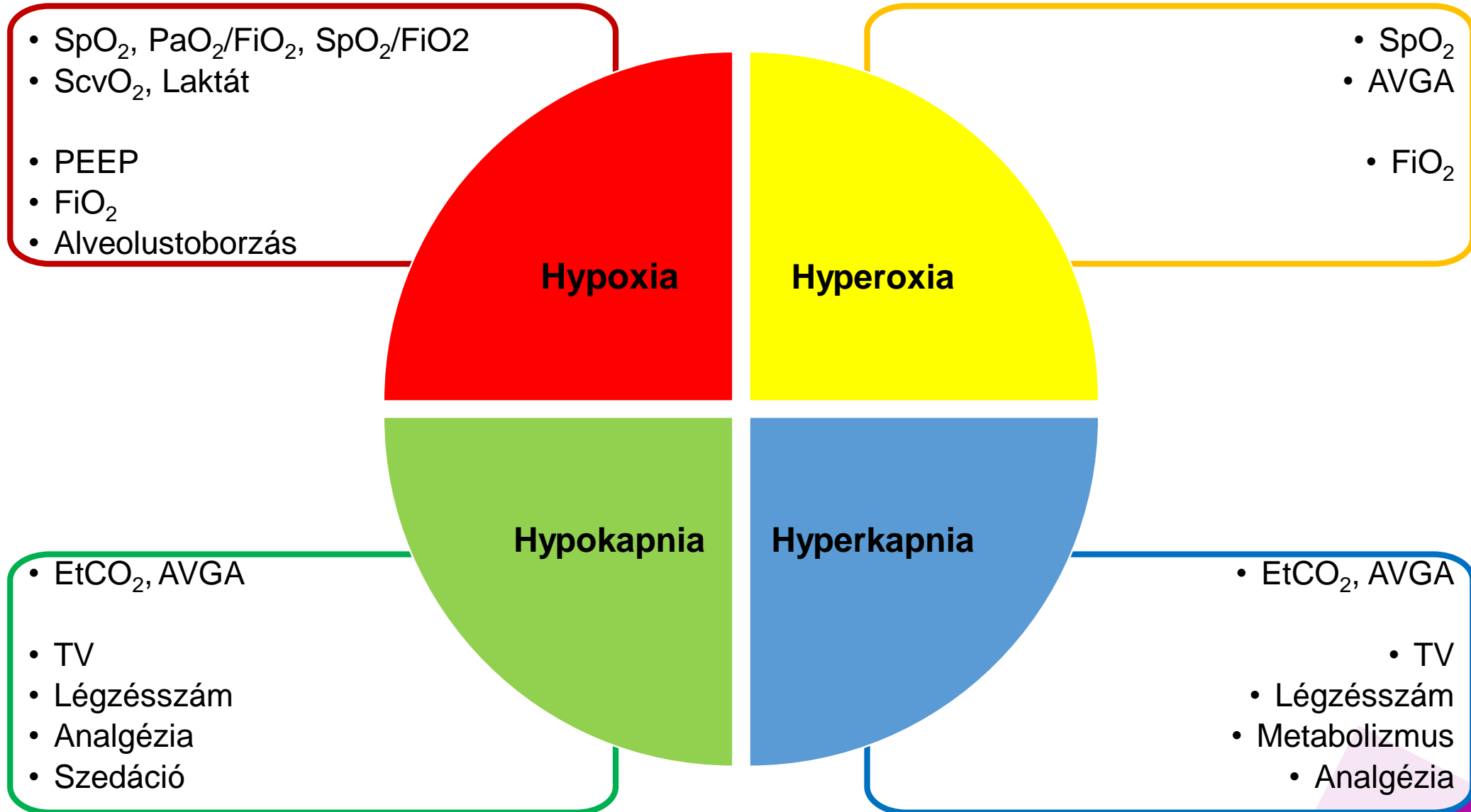
# A gépi lélegeztetés céljai



Mellékhatások, szövődmények megelőzése,  
minimalizálása



# Patofiziológia és klinikum



## Intensive Care Medicine

DOI: 10.1007/s00134-020-06022-5

### GUIDELINES

Un-edited accepted proof\*

## Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)

### Authors

Waleed Alhazzani<sup>1,2</sup>, Morten Hylander Møller<sup>3,4</sup>, Yaseen M. Arabi<sup>5</sup>, Mark Loeb<sup>1,2</sup>, Michelle Ng Gong<sup>6</sup>, Eddy Fan<sup>7</sup>, Simon Oczkowski<sup>1,2</sup>, Mitchell M. Levy<sup>8,9</sup>, Lennie Derde<sup>10,11</sup>, Amy Dzierba<sup>12</sup>, Bin Du<sup>13</sup>, Michael Aboodi<sup>6</sup>, Hannah Wunsch<sup>14,15</sup>, Maurizio Cecconi<sup>16,17</sup>, Younsuck Koh<sup>18</sup>, Daniel S. Chertow<sup>19</sup>, Kathryn Maitland<sup>20</sup>, Fayez Alshamsi<sup>21</sup>, Emilie Belley-Cote<sup>1,22</sup>, Massimiliano Greco<sup>16,17</sup>, Matthew Laundry<sup>23</sup>, Jill S. Morgan<sup>24</sup>, Jozef Kesecioglu<sup>10</sup>, Arrington<sup>28</sup>, Hammond<sup>34</sup>

18 ajánlásból  
11 gyenge, 6 erős, 1 BPS

# „Akikre” számíthatunk...

- Keringés
  - HR, BP, EKG, Laktát, ScvO<sub>2</sub>, dCO<sub>2</sub>
- Légzés
  - RR, dyspnoe, légzési distressz jelei
- Tudat
  - GCS, tolerancia, komfort
- Gázcsere
  - SpO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>), EtCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, (a-Et)PCO<sub>2</sub>
- Ventilátor paraméterek
  - RR, V, áramlás-, nyomásgörbék és hurkok
  - Compliance
  - $\Delta P$

... és a józan ész

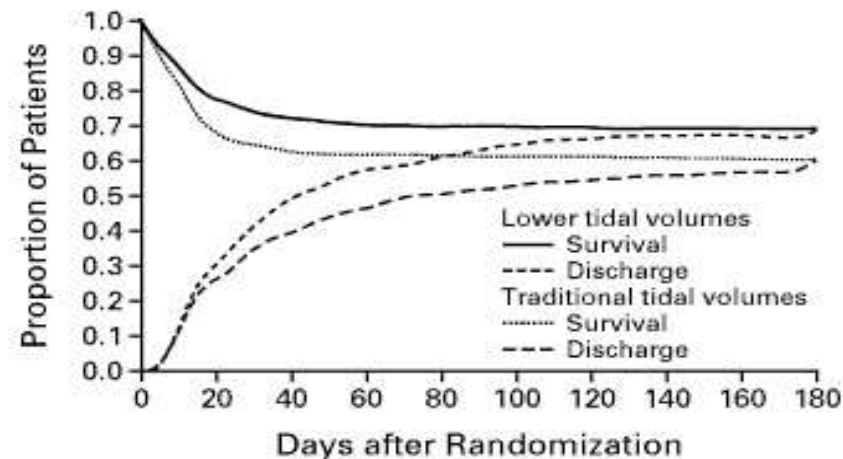
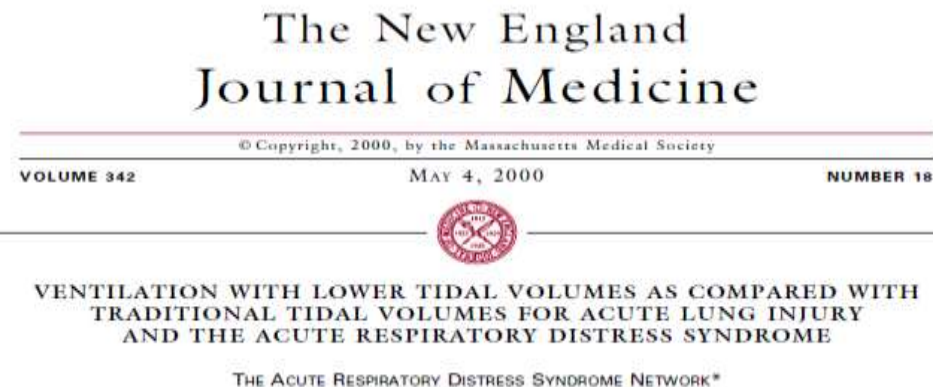
# Tüdőprotektív gépi lélegeztetés Légzéstérfogat

## Recommendation:

30. In mechanically ventilated adults with COVID-19 and ARDS, low tidal volume (Vt) ventilation (Vt 4-8 mL/kg of predicted body weight) is recommended (strong recommendation, moderate quality evidence).

## Rationale:

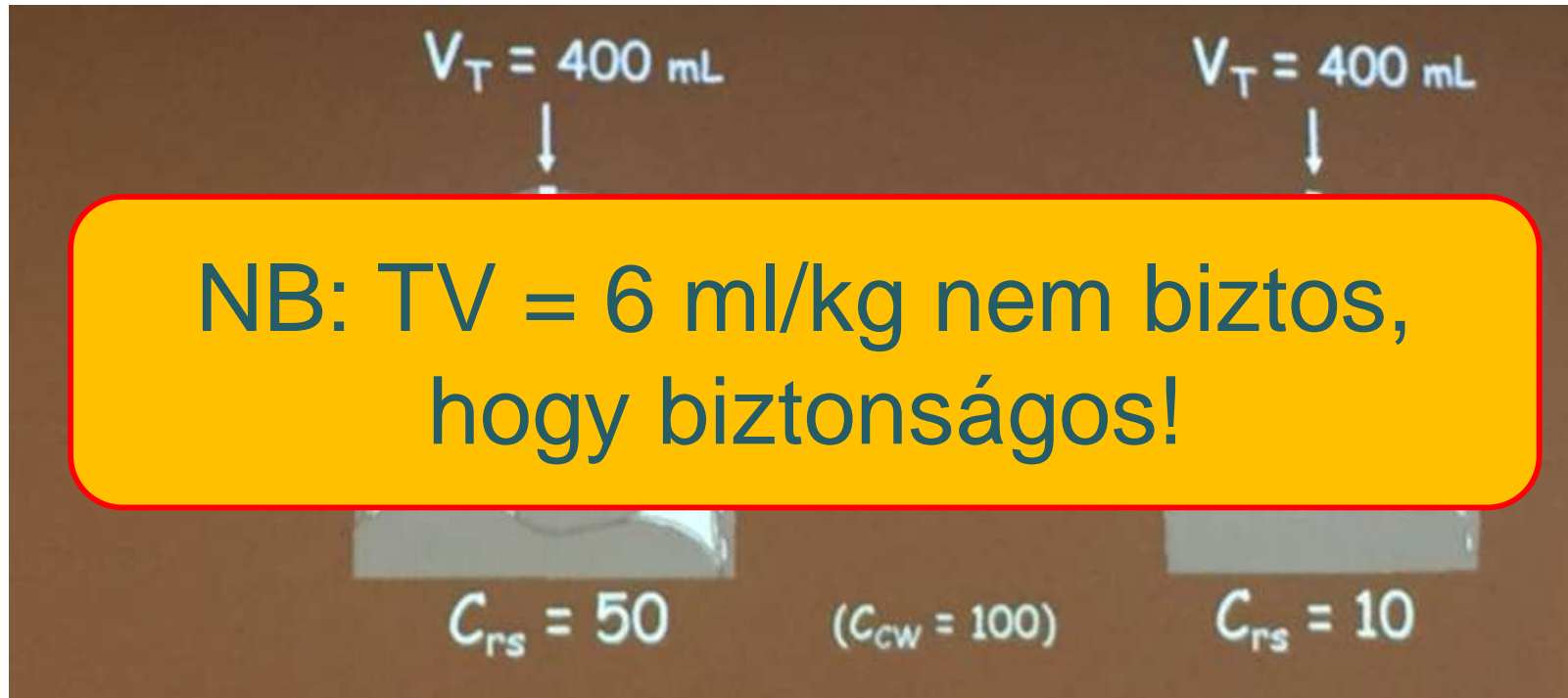
Currently there are no studies addressing mechanical ventilation specifically for COVID-19. However, the panel of experts believes that mechanically ventilated patients with COVID-19 are similar to other patients with acute respiratory failure in the ICU.



## 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.

N Engl J Med 2015;372:747-55.  
DOI: 10.1056/NEJMsa1410639



(With permission of M. Amato)



# Tüdőprotektív gépi lélegeztetés Platónyomás és driving pressure ( $\Delta P$ )

## Recommendation:

31. For mechanically ventilated adults with COVID-19 and **ARDS**, we recommend targeting plateau pressures ( $P_{plat}$ ) of  $< 30$  cm  $H_2O$  (strong recommendation, moderate quality evidence).

## Practical considerations:

The ARDSNet study protocol set the initial  $V_t$  at 6 ml/kg, and then measured  $P_{plat}$  (after a 0.5 second inspiratory pause) [95]. If the  $P_{plat} > 30$  cm $H_2O$ ,  $V_t$  could be reduced in 1 mL/kg (to 4 mL/kg) steps until  $P_{plat}$  was within range.

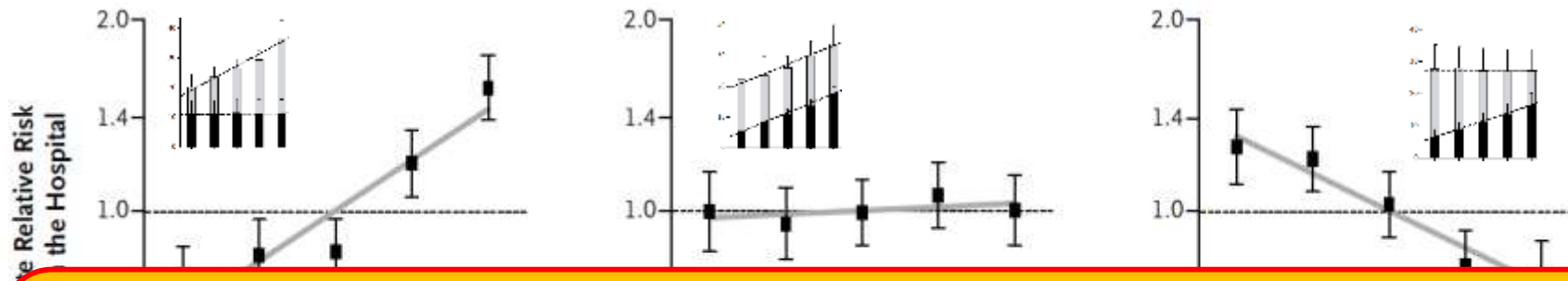


## Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome

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.

N Engl J Med 2015;372:747-55.

DOI: 10.1056/NEJMsa1410639



Korábbi ARDS vizsgálatok:  
nem a PEEP, hanem a magas  $\Delta P$  ami árthat

# Milyen lélegeztetési módot válasszunk?

- „Amiben a leginkább gyakorlott vagyok”
- COVID-19 webinar: VCV (Gattinoni, Camporota)
- Amint lehetséges, törekedjünk a spontán légzés megtartására...

*Intensive Care Med* (2016) 42:699–711  
DOI 10.1007/s00134-016-4325-4

## REVIEW

### The standard of care of patients with ARDS: ventilatory settings and rescue therapies for refractory hypoxemia



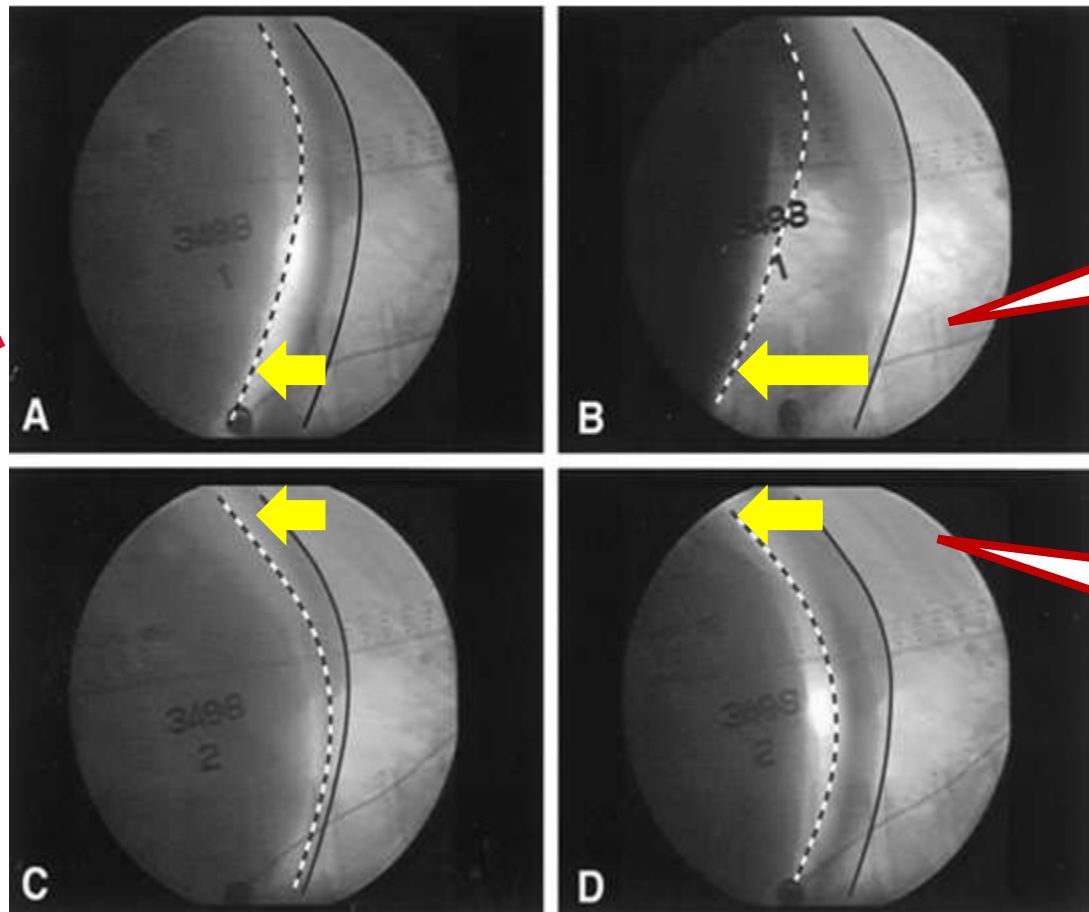
Thomas Bein<sup>1\*</sup>, Salvatore Grasso<sup>2</sup>, Onnen Moerer<sup>3</sup>, Michael Quintel<sup>3</sup>, Claude Guerin<sup>4,5</sup>, Maria Deja<sup>6</sup>, Anita Brondani<sup>7</sup> and Sangeeta Mehta<sup>7</sup>

#### Volume- or pressure-controlled mode

Whether pressure-controlled ventilation (PCV) can reduce ventilator-associated lung injury (VALI) compared to volume-controlled (VCV) ventilation is a matter of debate. A meta-analysis [14] of three randomized controlled trials (RCTs) concluded that PCV was not superior to VCV, with a relative risk of hospital and ICU mortality for PCV versus VCV of 0.83 (95 % CI 0.67–1.02;  $p = 0.08$ ) and 0.84 (95 % CI 0.71–0.99;  $p = 0.04$ ),

# Spontán légzés potenciális előnyei

Ventral ↑



**Spontán légzés**  
Dependens területeken  
atelectasia ↓  
V/Q javul

**IPPV**  
Ventiláció ventrális  
redisztribúciója  
Non-dependens  
területek „lélegeztetése”

# A spontán légzés veszélyei: P-SILI (Patient Self-Inflicted Lung Injury)

- Legveszélyeztetettebb betegek:  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$  Hgmm
- Mechanizmus
  - transpulmonális nyomás változása → **lung stress**
  - nagy TV → a **légtartó tüdőrészek túlfeszülése**
  - transvasculáris nyomás emelkedés → **tüdőoedema**
  - rekeszizom sérülés
- Megelőzés
  - PEEP emelés
  - Térfogat-vezérelt lélegeztetési mód választása
  - P 0.1 rendszeres ellenőrzése →  $< 2$  H<sub>2</sub>Ocm
    - airway occlusion pressure = lezárt légút mellett a belégzés első 0.1 mp-e alatt generált negatív nyomás

## Lélegeztetési célértékek:

- $SpO_2 = 90-94\%$
- $PaO_2 > 60$  Hgmm
- $PaCO_2 < 45$  Hgmm
- $pH > 7.3$
- $P_{plat} < 28$  H<sub>2</sub>Ocm

## INTUBÁCIÓ + MV VCV

TV = 8 ml/kg IBW  
PEEP = 8 H<sub>2</sub>Ocm

Légzésszám EtCO<sub>2</sub> 30-37Hgmm

$\Delta P < 15$  H<sub>2</sub>Ocm?

NEM

IGEN

Csökkentsd a  
légzéstérfogatot  
TV = 6 ml/kg  
IBW

Ne változtasd a  
légzéstérfogatot  
TV = 8 ml/kg  
IBW

$\Delta P = TV/C_{stat}$   
vagy  
 $\Delta P = P_{plat} - PEEP$



# Adaptáció

Gattinoni L. et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatment for different phenotypes? (2020) *Intensive Care Medicine*; DOI: 10.1007/s00134-020-06033-2

## Lélegeztetési célértékek:

- $SpO_2 = 90-94\%$
- $PaO_2 > 60$  Hgmm
- $PaCO_2 < 45$  Hgmm
- $pH > 7.3$
- $P_{plat} < 30$  H<sub>2</sub>Ocm
- $\Delta P \leq 15$  H<sub>2</sub>Ocm

$TV / (P_{plat} - PEEP)$

$SpO_2 \leq 90\%$   $FiO_2 > 0.7$  ellenére

NMBA

Emeld a PEEP-et 2 H<sub>2</sub>Ocm-enként  
15 H<sub>2</sub>Ocm-ig

$SpO_2 \leq 90\%$   $FiO_2 > 0.7$  ellenére

Compliance?

Perctérfogat

Szívfunkció  
Kontraktilitás  
Falmozgászava?

ECHO?

PiCCO?

Tüdőoedema  
EVLWI, PVPI

Volumenstátusz



# Adaptáció

## Lélegeztetési célértékek:

- $SpO_2 = 90-94\%$
- $PaO_2 > 60 \text{ Hgmm}$
- $PaCO_2 < 45 \text{ Hgmm}$
- $pH > 7.3$
- $P_{plat} < 30 \text{ H}_2\text{Ocm}$
- $\Delta P \leq 15 \text{ H}_2\text{Ocm}$

**Compliance  $< 40 \text{ ml/H}_2\text{Ocm}$  ?**

**„ARDS-szerű” beteg**

**„Nyisd ki a tüdőt és tartsd nyitva!”**

**PEEP/ $FiO_2$**

**Alveolustoborzási manőverek**

**APRV**



# Mit mond erről az irányelv?

## Recommendation:

32. For mechanically ventilated adults with COVID-19 and moderate to severe ARDS, we **suggest** using a higher PEEP strategy, over a lower PEEP strategy (weak recommendation, low quality evidence).

**Remarks:** If using a higher PEEP strategy (i.e., PEEP > 10 cm H<sub>2</sub>O), clinicians should monitor patients for barotrauma.

Importantly, higher PEEP may result in higher P<sub>plat</sub>, which is associated with its own risks and benefits when P<sub>plat</sub> > 30 cmH<sub>2</sub>O. Clinicians can use the ARDS Network protocol strategies to determine the optimal PEEP level. Other available strategies include decremental PEEP strategy, the esophageal balloon technique, and electrical impedance tomography. However, the effect of using these techniques on clinical outcomes is unknown.

# PEEP / FiO<sub>2</sub>



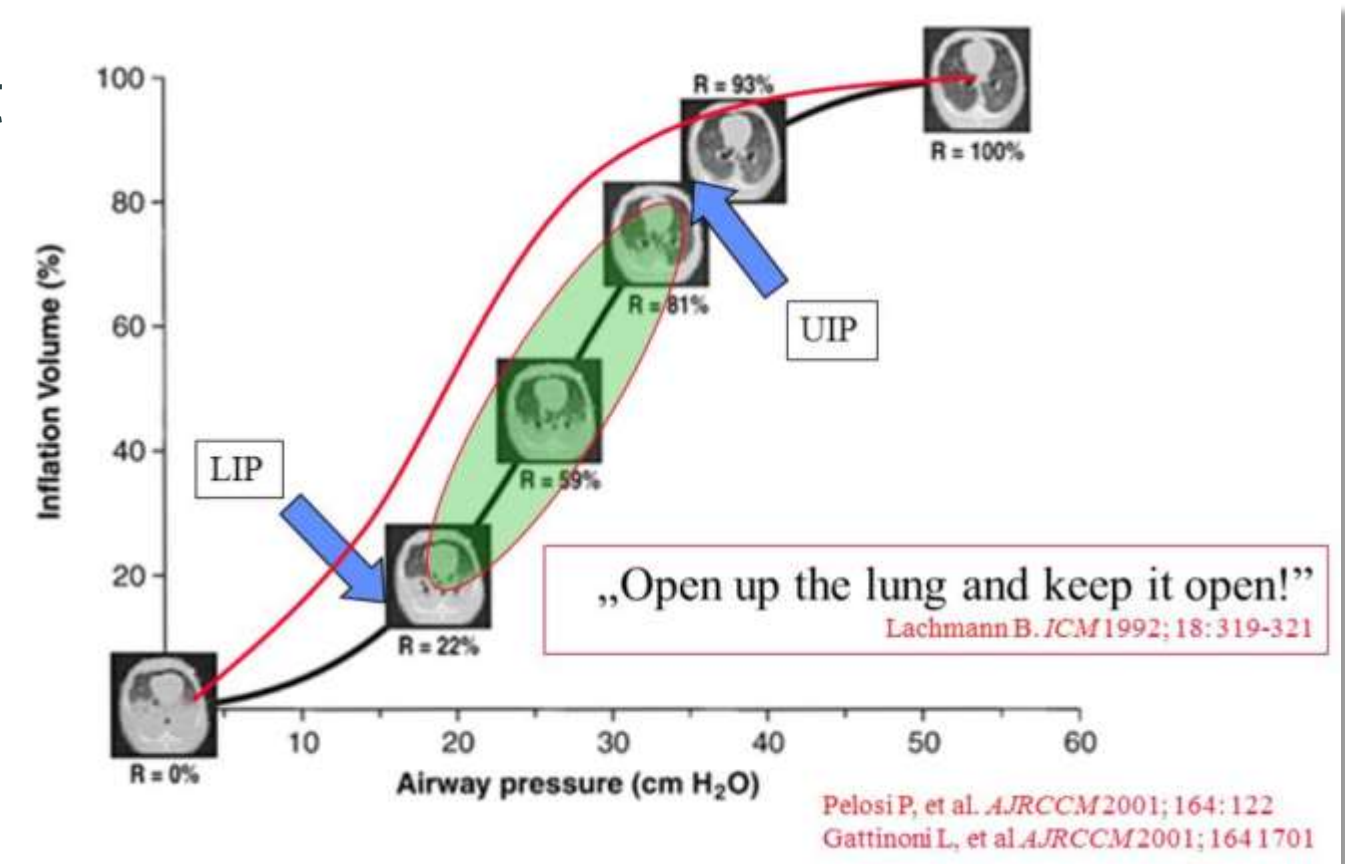
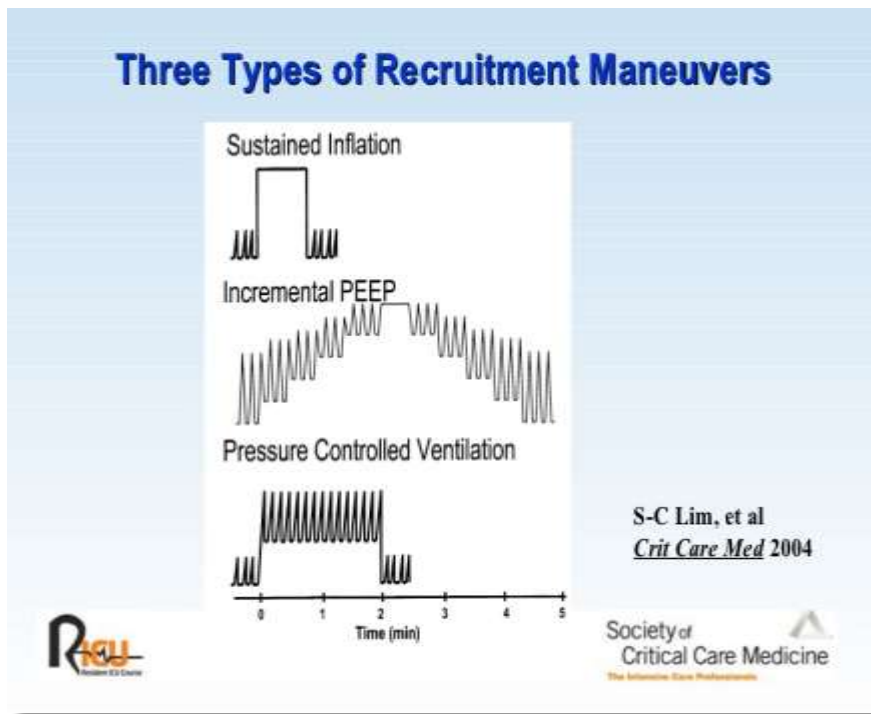
## Higher PEEP/lower FiO<sub>2</sub>

<b>FiO<sub>2</sub></b>	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
<b>PEEP</b>	5	8	10	12	14	14	16	16

<b>FiO<sub>2</sub></b>	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
<b>PEEP</b>	18	20	22	22	22	24

# Alveolustoborzás

- Transzpulmonális nyomás t kollabált alveolusok megnyí



# Alveolustoborzás Típusok és eredmények

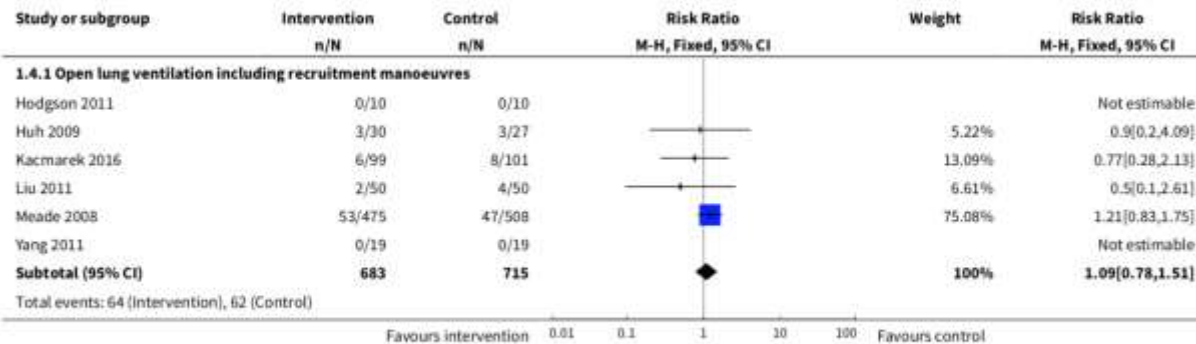


Cochrane Database of Systematic Reviews

## Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation (Review)

Hodgson C, Goligher EC, Young ME, Keating JL, Holland AE, Romero L, Bradley SJ, Tuxen D

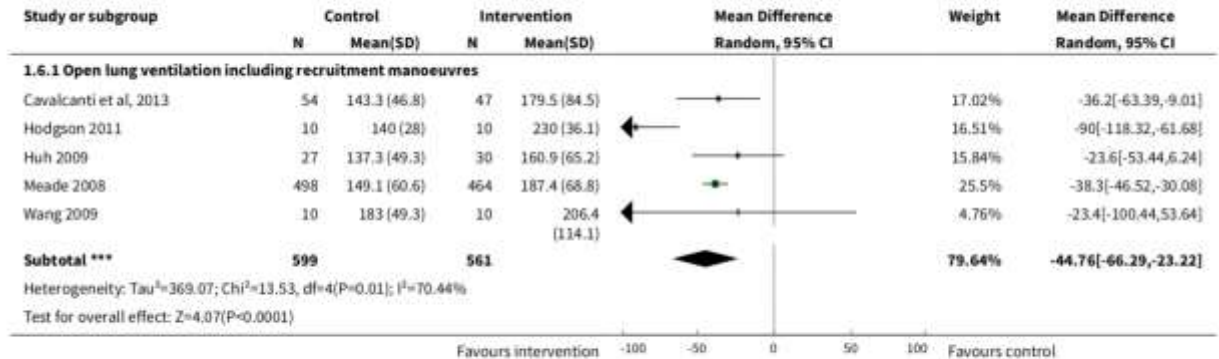
### Analysis 1.4. Comparison 1 Recruitment manoeuvres versus no recruitment manoeuvres, Outcome 4 Rate of barotrauma.



Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation (Review)  
Copyright © 2018 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

35

### Analysis 1.6. Comparison 1 Recruitment manoeuvres versus no recruitment manoeuvres, Outcome 6 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio at 24 to 48 hours.

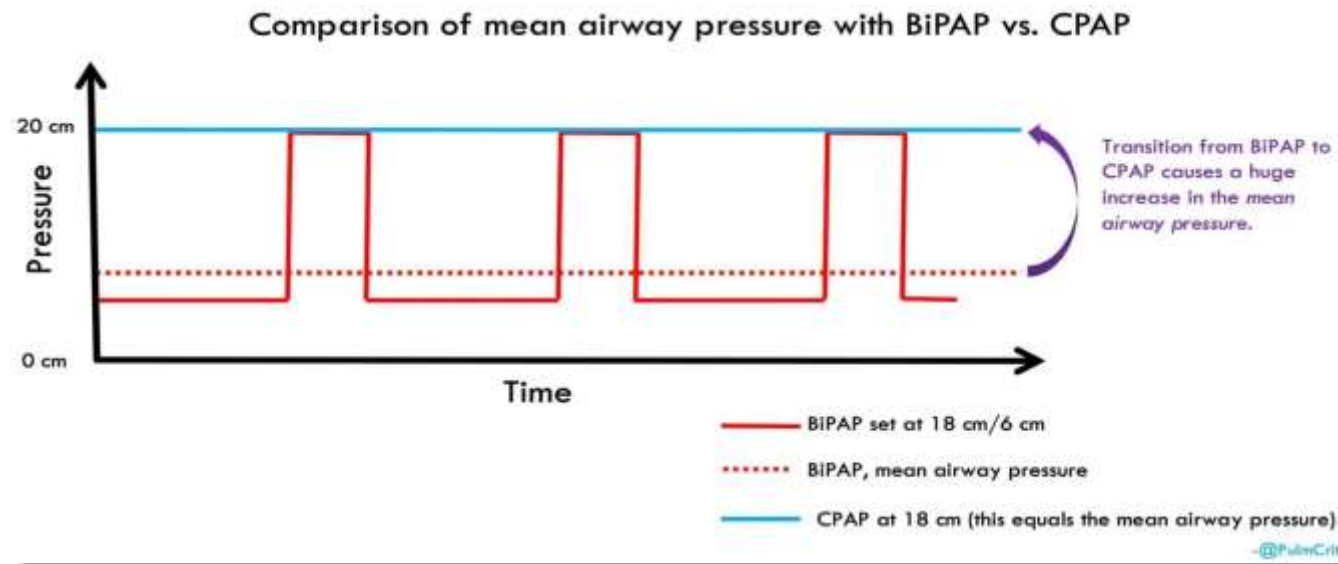


Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation (Review)  
Copyright © 2018 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

36

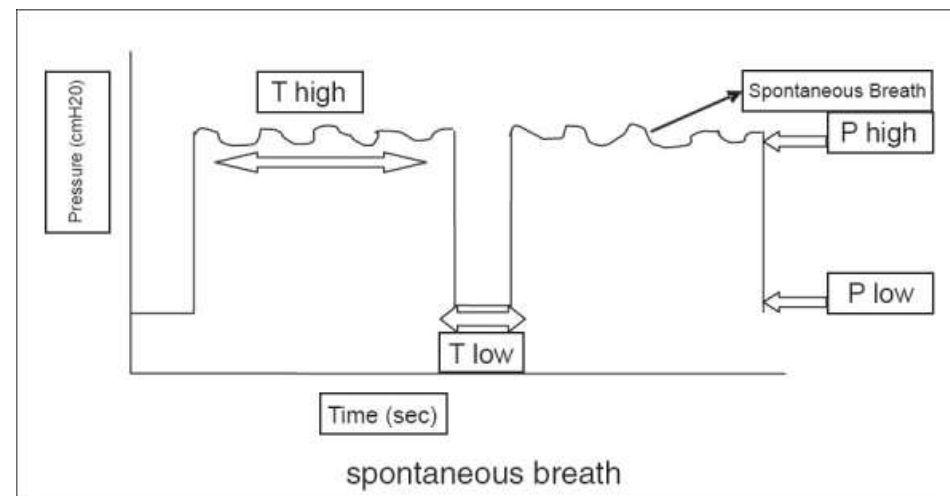
# Airway pressure release ventilation

- Downs MC, Stock DB. Airway pressure release ventilation: A new concept in ventilatory support. *Crit Care Med* 1987;**15**:459–61.
  - Alveolustoborzási manőver magas CPAP alkalmazásával, rövid ventilációs idővel (release period)



- $P_{\text{high}}$  = felső CPAP
- $P_{\text{low}}$  = alsó CPAP
- $T_{\text{high}}$  =  $P_{\text{high}}$  időtartama
- $T_{\text{low}}$  =  $P_{\text{low}}$  időtartama (release time)
- Spontán légzés a  $P_{\text{high}}$ -on

- **PEF** = kilégzési csúcsáramlás
- **EEF** = kilégzésvégi áramlás



Pressure-time curve for APRV.  
Daoud EG. Airway pressure release ventilation. *Ann Thorac Med.* 2007;2(4):176–179. doi:10.4103/1817-1737.36556



# APRV induló beállítások

- **P<sub>high</sub>**
  - 30 H<sub>2</sub>Ocm vagy
  - korábban mért P<sub>plat</sub> vagy
  - korábban mért P<sub>mean</sub> + 2-5 H<sub>2</sub>Ocm
- **P<sub>low</sub>** = 0 H<sub>2</sub>Ocm
- **T<sub>high</sub>** = 5 mp
- **T<sub>low</sub>** = 0.5 mp
- **FiO<sub>2</sub>** → SpO<sub>2</sub> 92-96% (cél FiO<sub>2</sub> < 50%)
- **ATC** = 100%



# Individualizált APRV $EEF/PEF \geq 0.75$


Jain et al. *Intensive Care Medicine Experimental* (2016) 4:11  
DOI 10.1186/s40635-016-0085-2

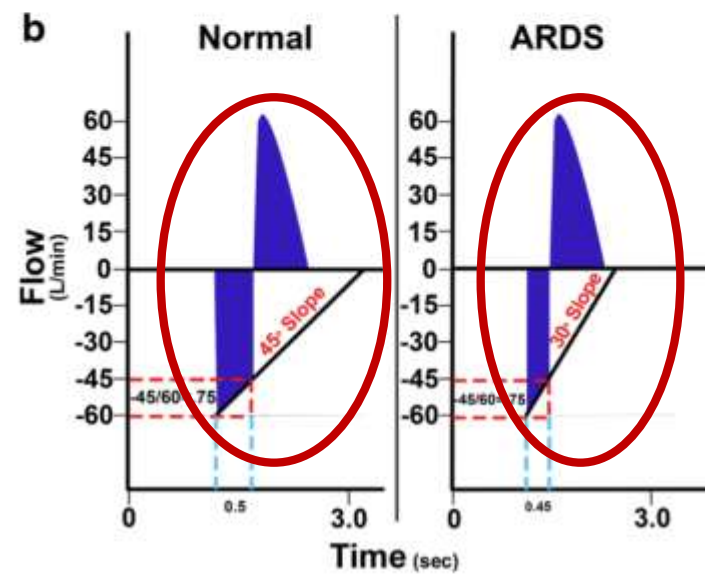
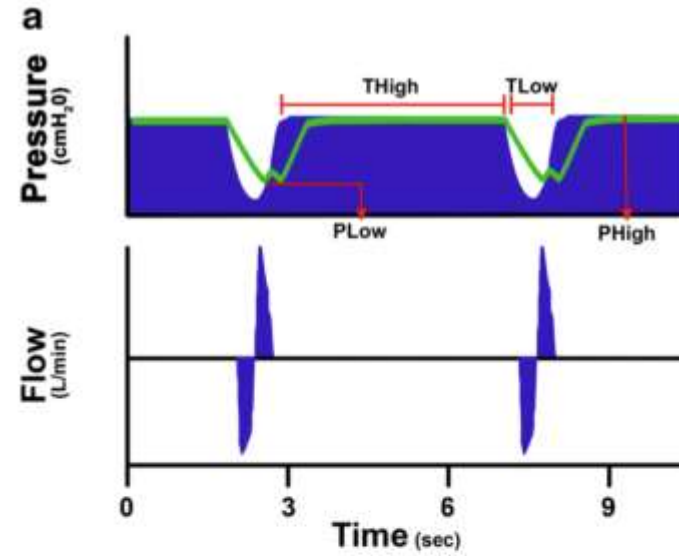
Intensive Care Medicine  
Experimental

REVIEW Open Access

The 30-year evolution of airway pressure release ventilation (APRV)

Sumeet V. Jain<sup>1</sup>, Michaela Kollisch-Singule<sup>1</sup>, Benjamin Sadowitz<sup>1</sup>, Luke Dombert<sup>1</sup>, Josh Satalin<sup>1\*</sup>, Penny Andrews<sup>2</sup>, Louis A. Gatto<sup>1,3</sup>, Gary F. Nieman<sup>1</sup> and Nader M. Habashi<sup>2</sup>





# APRV megkezdése a betegágy mellett



$$EEF/PEF = 24.6/68 = 0.36$$

$$\Delta P = 19.2 \text{ H}_2\text{Ocm (!)}$$

# APRV beállítása a betegágy mellett



$$EEF/PEF = 50.3/67.7 = 0.75$$

$$\Delta P = 7.5 \text{ H}_2\text{Ocm}$$

## Hypoxaemia

- $T_{low}$  0.05-0.1 mp ↓
  - Cél:  
EEF/PEF < 0.75
- $P_{high}$  1-2 H<sub>2</sub>Ocm ↑
- $T_{high}$  0.5-1 mp ↑
- $P_{low}$  1-2 H<sub>2</sub>Ocm ↑

## Hyperkapnia

- Szedáció ↓
- $P_{high}$  1-2 H<sub>2</sub>Ocm ↑
- $P_{low}$  1-2 H<sub>2</sub>Ocm ↓
- $T_{low}$  0.05-0.1 mp ↑

## Hypokapnia

- $P_{high}$  1-2 H<sub>2</sub>Ocm ↓
- $T_{high}$  0.5-1 mp ↑
- $T_{low}$  0.05-0.1 mp ↓

És, ha az eddigiek nem segítettek?

Mentő kezelések:

- Hason lélegeztetés
- ECMO
- ...