

# Perioperační medicína

## *optimální stav ventilace*

Jan Máca

kongres ČSARIM, Brno, 2019



- **epidemiologie**
- **pooperační plicní komplikace (PPC) + jejich predikce**
- **perioperační protektivní ventilace**
- **specifické situace (abdominální chirurgie, ventilace jedné plíce, obezita)**
- **pooperační opatření k redukci PPC**

**epidemiologie**

# epidemiologie

230 milionů (elektivní i emergentní) chirurgických výkonů/rok

lokoregionální vs. **celková anestezie**

všeobecná chirurgie má až v **5%** pooperační plicní komplikace (**PPC**)

**1 z 5** pacientů s PPC **zemře** do **30** dnů po výkonu

postoperační **plicní poškození** (lung injury)  $\approx$  chirurgická mortalita **cca**  
**19%**

**pooperační plicní komplikace (PPC)**

Soubor potenciálně fatálních a nefatálních událostí, které vzniknou v pooperačním období (do 5-7 dnů)

není úplná shoda, které události tam jednoznačně patří a které ne

- ✓ **respirační selhání**
- ✓ **plicní poškození**
- ✓ **pneumonie**
- ✓ **protrahovaná nebo neplánovaná UPV nebo intubace**
- ✓ **hypoxémie**
- ✓ **atelektáza**
- ✓ **bronchospasmus**
- ✓ **pleurální výpotek**
- ✓ **pneumothorax**
- ✓ **ventilační útlum**
- ✓ **aspirace/aspirační pneumonitis**

- ✓ **respirační selhání**
- ✓ **plicní poškození**
- ✓ **pneumonie**
- ✓ **protrahovaná nebo neplánovaná UPV nebo intubace**
- ✓ **hypoxemie**
- ✓ **atelektáza**
- ✓ **bronchospasmus**
- ✓ **pleurální výpotek**
- ✓ **pneumothorax**
- ✓ **ventilační útlum**
- ✓ **aspirace/aspirační pneumonitis**

## Rizikové faktory pro PPC

Patient Characteristics	Preoperative Testing	Surgery	Anesthetic Management
Age Male sex ASA class $\geq 3$ Previous respiratory infection Functional dependency Congestive heart failure COPD Smoking Renal failure Gastroesophageal reflux disease Weight loss	Low albumin Low SpO <sub>2</sub> ( $\leq 95\%$ )  Anemia (Hb $< 10$ g/dl)	Open thoracic surgery Cardiac surgery  Open upper abdominal surgery Major vascular surgery  Neurosurgery Urology Duration of surgery $> 2$ h Emergent surgery	General anesthesia High respiratory driving pressure ( $\geq 13$ cm H <sub>2</sub> O) High inspiratory oxygen fraction High volume of crystalloid administration Erythrocyte transfusion Residual neuromuscular blockade Nasogastric tube use



Faktory pacienta a klinického stavu

neovlivnitelné nebo obtížně ovlivnitelné (50%)



Faktory související s chirurgickým zákrokem nebo anestezií

některé jsou potenciálně ovlivnitelné (50%)



# PPC

## Postoperative pulmonary complication

byla prokázána přímá souvislost mezi PPC a klinickým výsledkem pacientů  
(chirurgická mortalita a délka pobytu v nemocnici)



**prevence a terapie PPC  
je nezbytná**

Cílem by měla být komplexní snaha o zlepšení klinického výsledku, **ne korekce jednoho fyziologického parametru** (hypoxémie, resoluce atelektázy)

## Predikce PPC

**Table 1 - Assess Respiratory Risk in Surgical Patients in Catalonia predictive scores**

Variables	Scoring
<b>Age (years)</b>	
≤ 50	0
51 - 80	3
> 80	16
<b>Preoperative SpO<sub>2</sub> (%)</b>	
≥ 96	0
91 - 95	8
≤ 90	24
<b>Respiratory infection in the last month</b>	
No	0
Yes	17
<b>Preoperative anemia (Hemoglobin ≤ 10g/dL)</b>	
No	0
Yes	11
<b>Surgical incision</b>	
Peripheral	0
Abdominal	15
Intrathoracic	24
<b>Duration of surgery (hours)</b>	
< 2	0
2 - 3	16
> 3	23
<b>Emergency surgery</b>	
No	0
Yes	8

SpO<sub>2</sub> - pulse oximetry; Low risk < 26 points: predicted rate of postoperative pulmonary complications of 0.87%; intermediate risk 26 - 44 points: predicted rate of postoperative pulmonary complications of 7.82%; high risk ≥ 45 points: predicted rate of postoperative pulmonary complications of 38.1%.<sup>(4)</sup>

ARISCAT 2010

risk of PPC

points

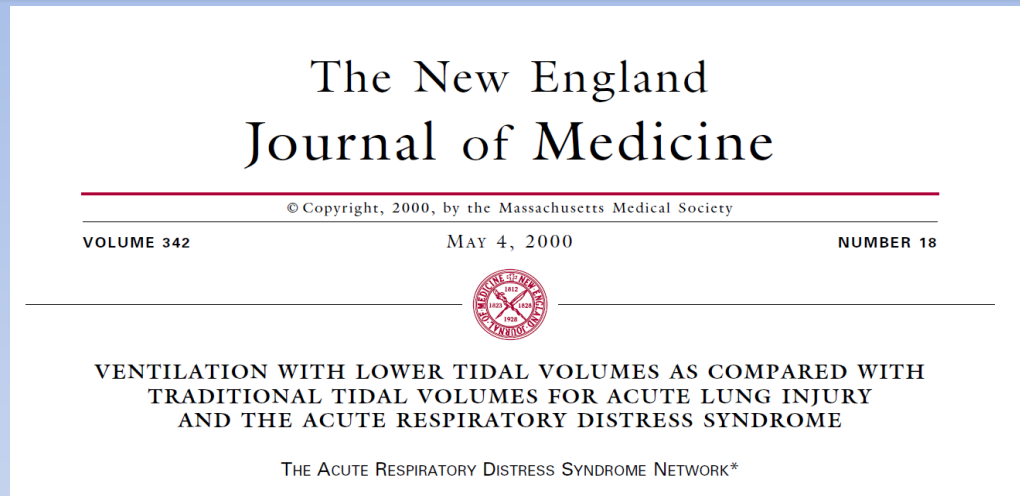
Low (1%)	<26
Intermediate (8%)	26-44
High (38%)	≥ 45

AUC 0.9

**perioperační (intraoperační) protektivní ventilace**

# perioperační protektivní ventilace

## 1. koncept přebraný z intenzivní péče (ARDS)



## 2. i zdravá plíce může být poškozena UPV

**Association Between Use of Lung-Protective  
Ventilation With Lower Tidal Volumes  
and Clinical Outcomes Among Patients  
Without Acute Respiratory Distress Syndrome**

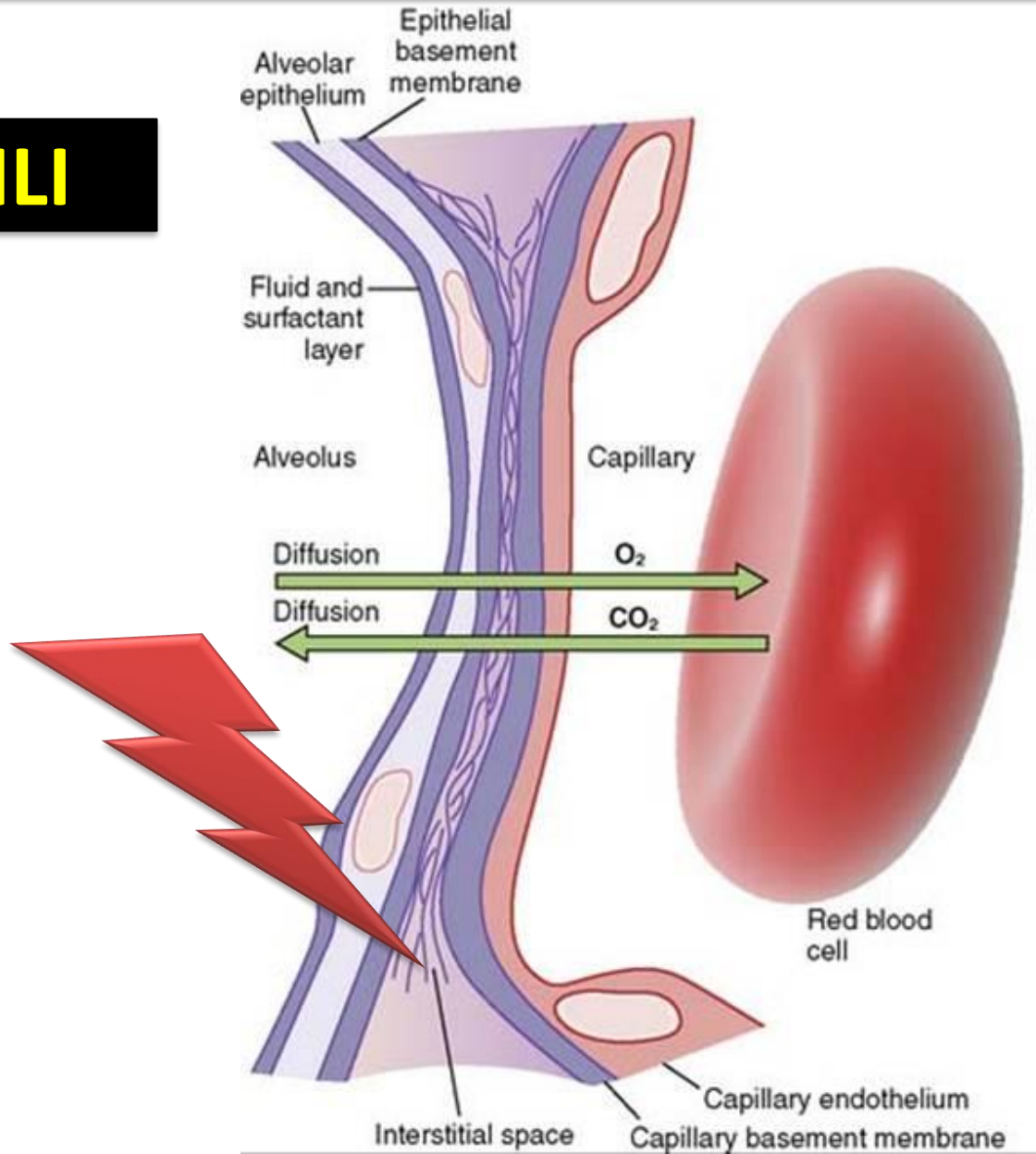
A Meta-analysis

JAMA, October 24/31, 2012

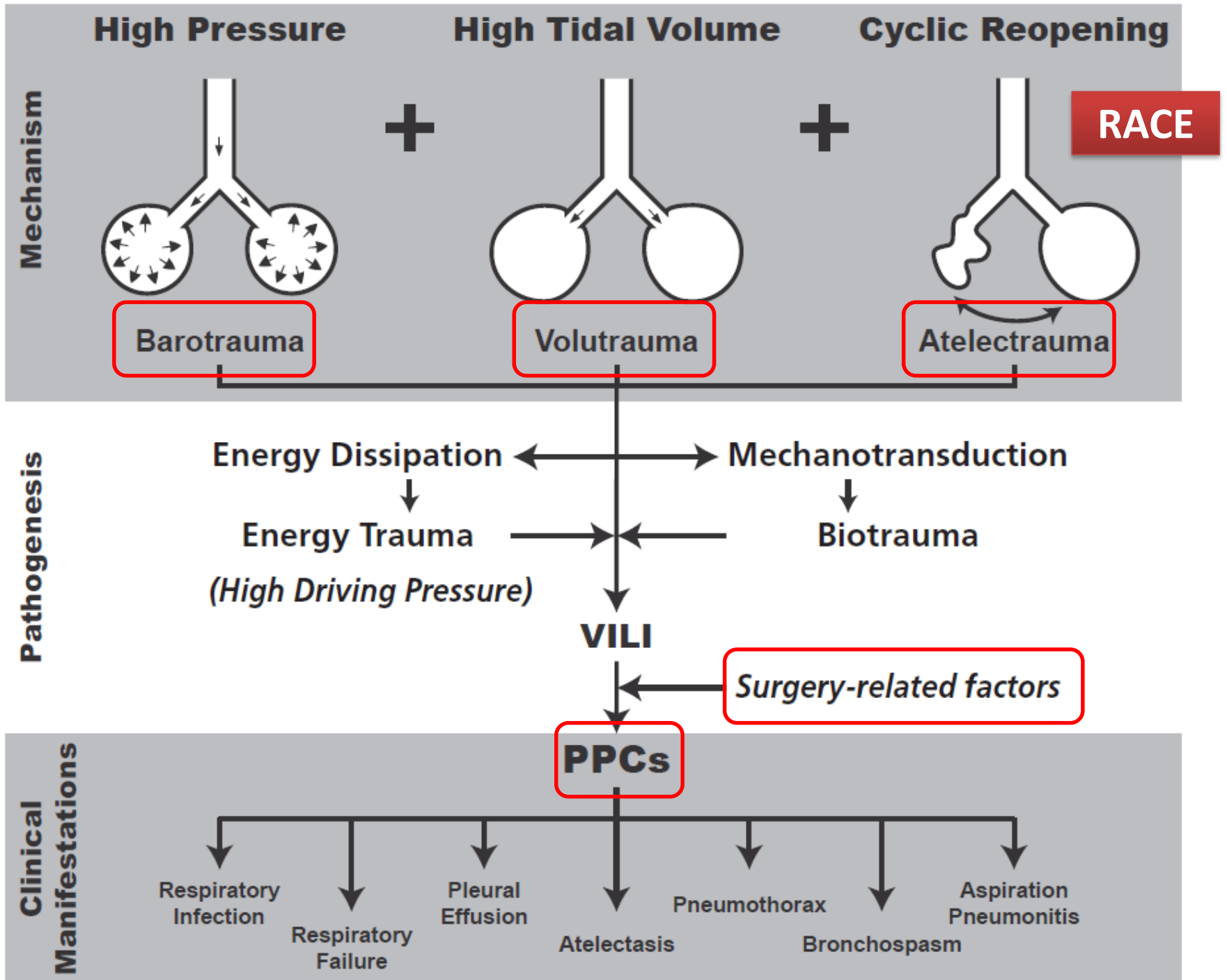
Ary Serpa Neto, MD, MSc

# perioperační protektivní ventilace

**VILI**



1. epitel
2. ECM
3. endotel



# perioperační protektivní ventilace

## role

- dechový objem, tidal volume ( $V_t$ )
- DF (RR)
- PEEP
- RM
- ventilační mód (PCV vs. VCV)
- $\Delta P$  + mechanická energie
- $FiO_2$

# Vt

Study	N.	Surgical Procedures	Tidal volume (intervention vs. control, mL/kg PBW)	PEEP (intervention vs. control, cmH <sub>2</sub> O)	Findings
Futier <i>et al.</i> <sup>45</sup>	400	Abdominal	6-8 vs. 10-12	6-8 vs. 0	Reduction of PPCs with protective ventilation
Severgnini <i>et al.</i> <sup>46</sup>	55	Abdominal	7 vs. 9	10 vs. 0	Improved pulmonary function with protective ventilation
Shen <i>et al.</i> <sup>44</sup>	101	Thoracic	5 vs. 8	5 vs. 0	Reduction of PPCs with protective ventilation
Sundar <i>et al.</i> <sup>43</sup>	149	Cardiac	6 vs. 10	Titrated on the ARDSnetwork table	Reduction of re-intubation rate with protective ventilation
Ge <i>et al.</i> <sup>47</sup>	60	Spinal	6 vs. 10-12	10 vs. 0	Reduction of PPCs with protective ventilation
PROVHILO <sup>48</sup>	894	Abdominal	8 vs. 8	12 vs. 0-2	No difference between higher vs lower PEEP in PPCs, but higher incidence of intraoperative hypotension



**PROVHILO**

redukce PPC při použití low Vt versus high Vt

kontroverzní nastavení PEEP



Vt

6-8 ml/kg PBW

predicted (ideal) body weight



kalkulátor

<https://www.mdcalc.com/ideal-body-weight-adjusted-body-weight>

**velikost plíce koreluje s výškou a pohlavím, ne s aktuální váhou**

**RR**

**při low Vt titrace RR k EtCO<sub>2</sub> 35-45 mmHg**

# PEEP

Positive end-expiratory pressure improves end-expiratory lung volume but not oxygenation after induction of anaesthesia

Article in *European Journal of Anaesthesiology* - June 2010

Emmanuel Futier

**PEEP 10 cmH<sub>2</sub>O** redukuje intraoperační atelektázy, zlepšení Crs, udržení EELV (FRC) při CA u obézních i neobézních pacientů

**High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial**

The PROVE Network Investigators\* Clinical Trial Network of the European Society of Anaesthesiology

Low (2 cmH<sub>2</sub>O) vs. High PEEP (12 cm H<sub>2</sub>O)

abdominal surgery

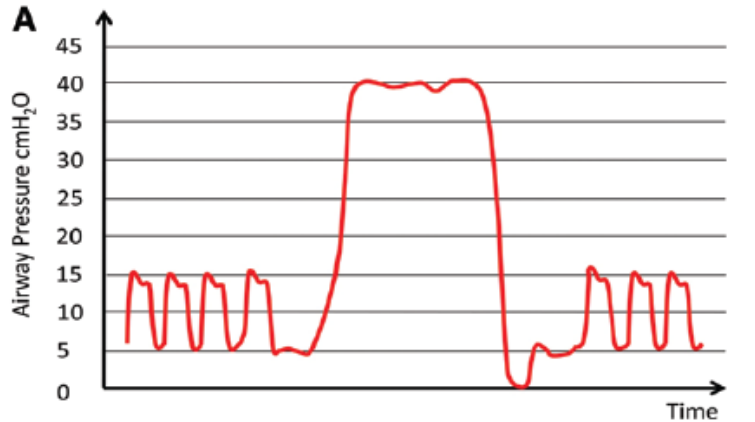
large MC RCT

**frekvence PPC obdobná mezi skupinami**  
↑ hemodynamická instabilita u high PEEP skupiny

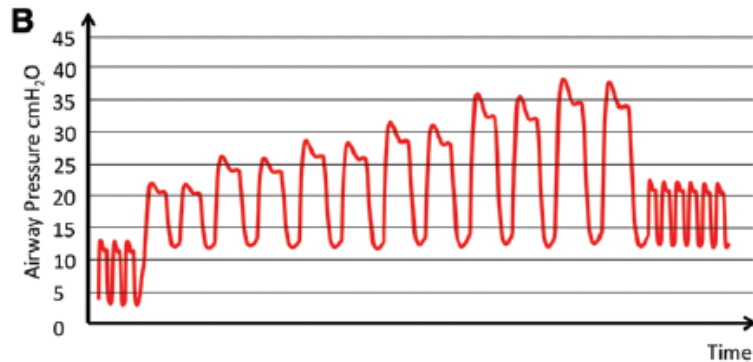
# PEEP

**neobezní pacient** nízká až střední hladina PEEP 5-10 cmH<sub>2</sub>O  
**obezní pacient** vyšší hladina  $\geq 10$  cmH<sub>2</sub>O

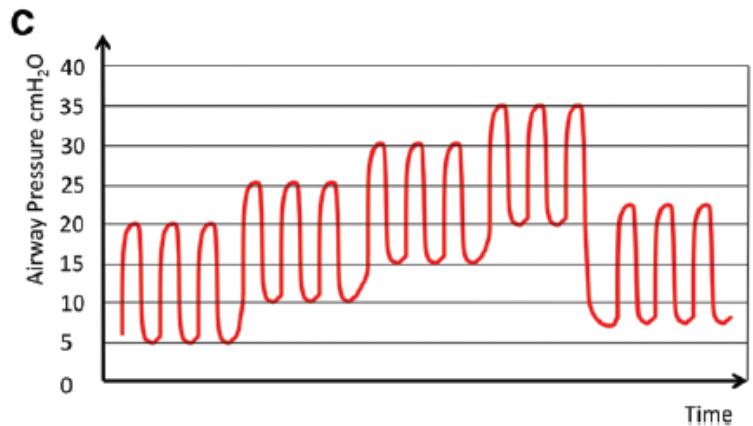
# RM



**Bag squeeze, regulační tlakový ventil**  
na 30- 40 cmH<sub>2</sub>O



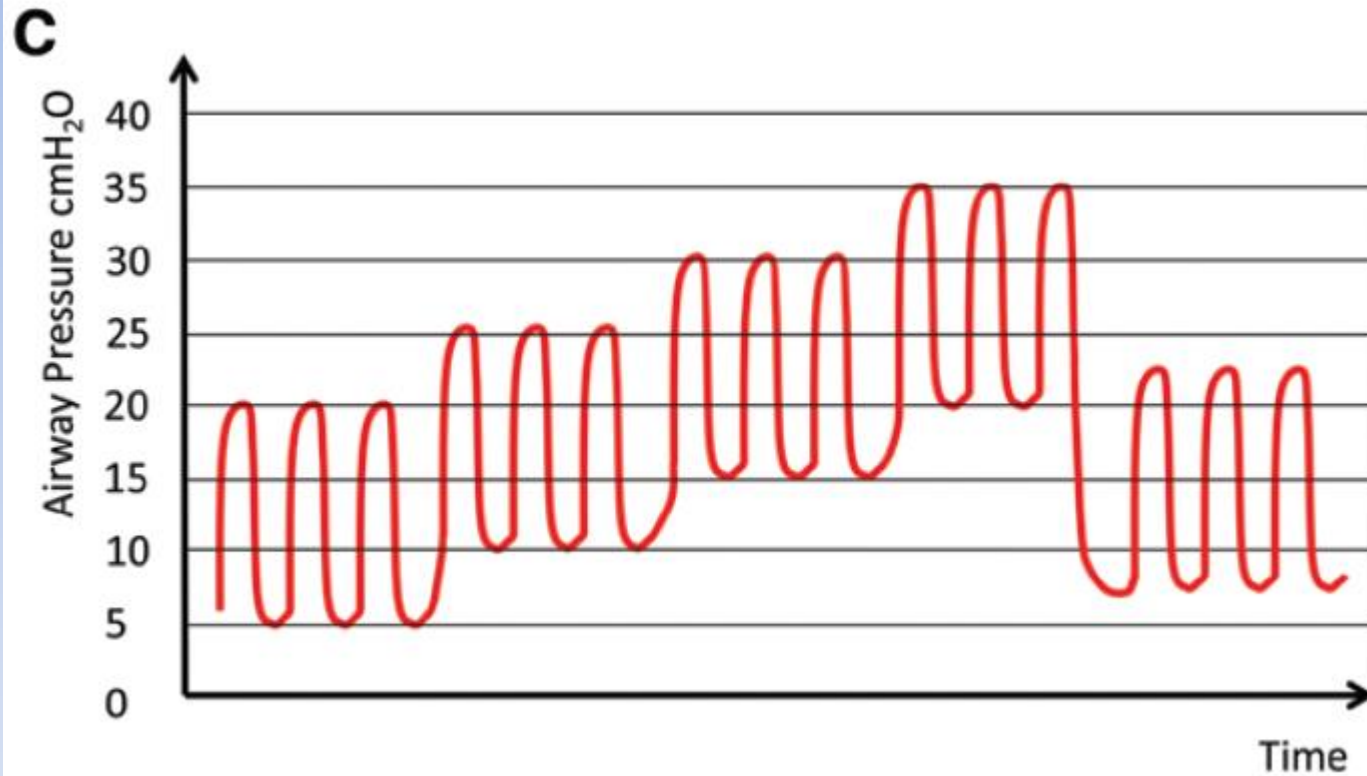
**Změna Vt, PEEP na 12, pak 8ml/kg, a**  
4ml/kg do PIP 30-40 cmH<sub>2</sub>O



**Změna PEEP za konstantního  $\Delta P$**   
Do PIP 40 (u oběžných 50-60 cmH<sub>2</sub>O)

# RM

doporučeno

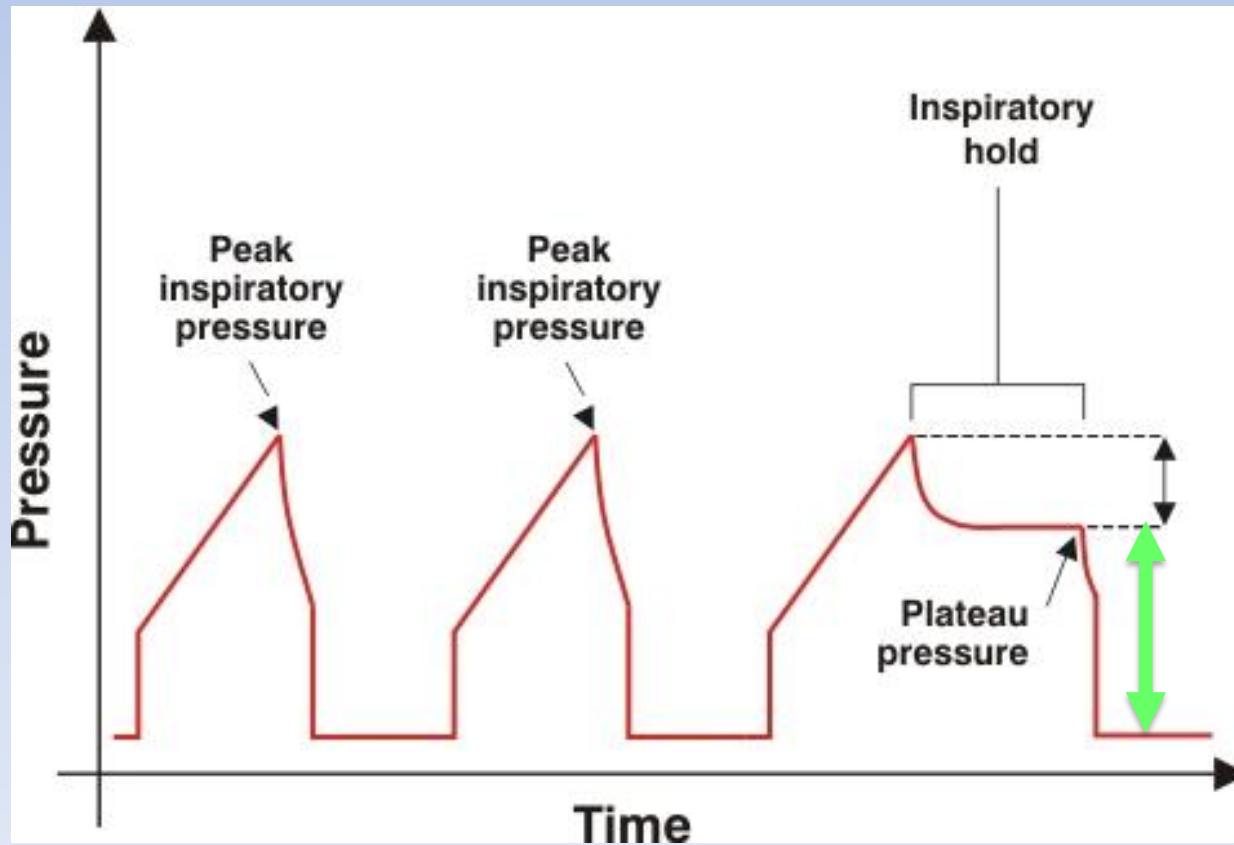


Změna PEEP za konstantního  $\Delta P$   
Do PIP 40 (u oběžných 50-60 cm H<sub>2</sub>O)

$\Delta P$

$$\Delta P = V_t / C_{rs}$$

$$\Delta P = P_{plat} - PEEP$$





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.

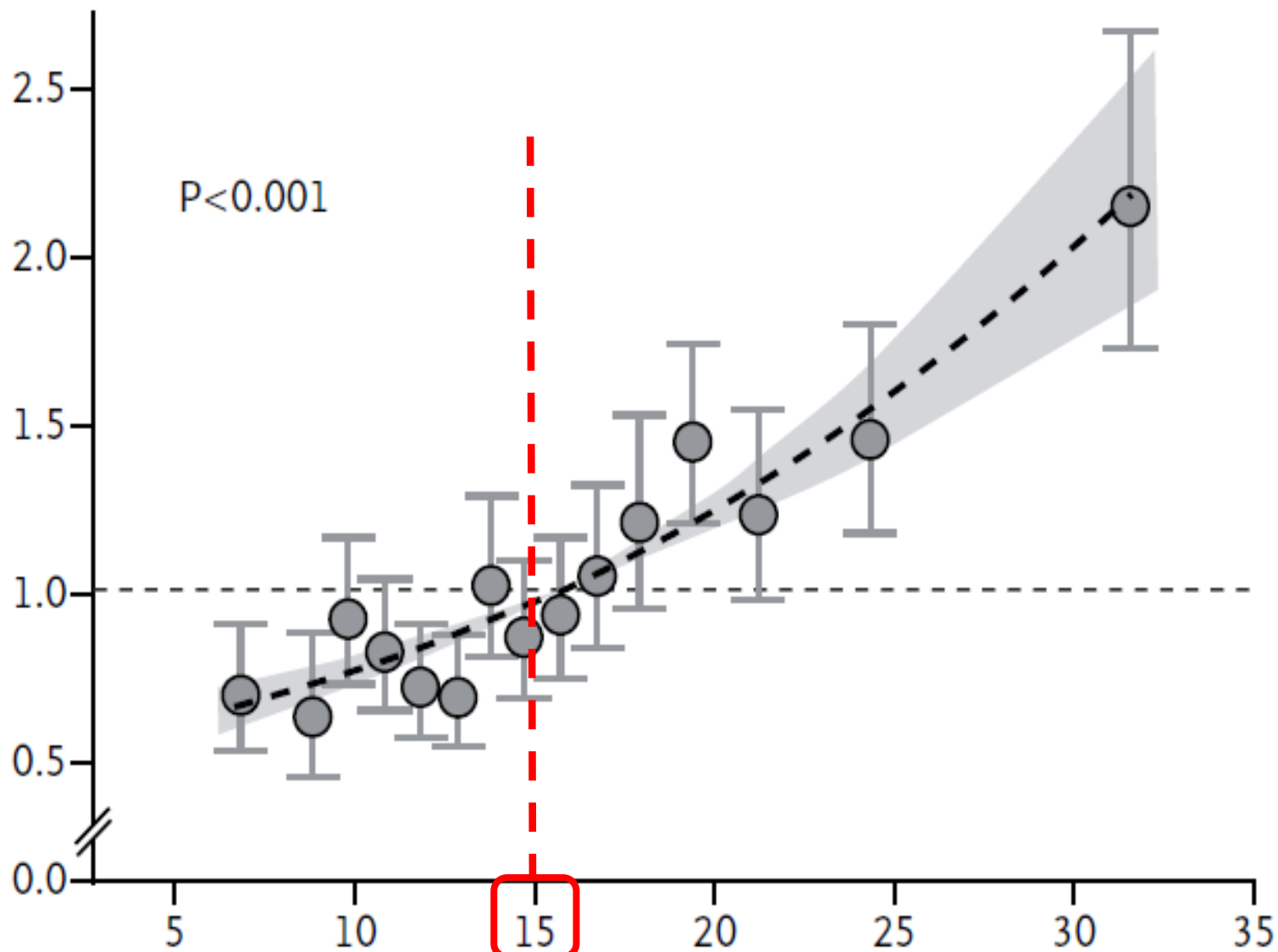
**9 studií, n = 3562**

**post hoc analysis**

**no inspiratory effort**



Multivariate Relative Risk  
of Death in the Hospital



Median  $V_T$   
(10th-90th percentile) —  
mg/kg of predicted  
body weight

6.0 (5.9-7.5)    6.1 (5.8-9.2)    8.0 (5.7-12.1)

# Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: hospital based registry study

Karim Ladha, research fellow, Marcos F Vidal Melo, associate professor, [...], and Matthias Eikermann, associate professor of anesthesia and critical care medicine, clinical director

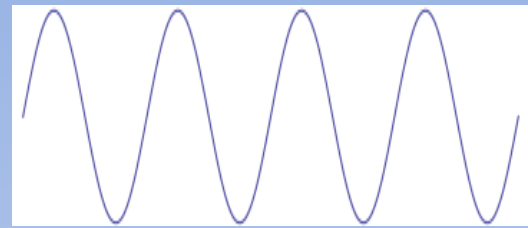
BMJ 2015

retrospektivní studie

intraoperační  
 $\Delta P > 13 \text{cm H}_2\text{O}$



↑ PPC (2x)



ORIGINAL



# Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

L. Gattinoni<sup>1\*</sup>, T. Tonetti<sup>1</sup>, M. Cressoni<sup>2</sup>, P. Cadringer<sup>3</sup>, P. Herrmann<sup>1</sup>, O. Moerer<sup>1</sup>, A. Protti<sup>3</sup>, M. Gotti<sup>2</sup>,  
C. Chiurazzi<sup>2</sup>, E. Carlesso<sup>2</sup>, D. Chiumello<sup>4</sup> and M. Quintel<sup>1</sup>

ICM 8/2016

$$\text{mechanical power} = \Delta P \times V_T \times RR$$

The mechanical power increases:

- $V_t$ ,  $\Delta P$ , and flow (exponentially, exponent = 2)
- RR (exponent = 1.4)
- PEEP (linearly)



**$\Delta P$  nejnižší možný**

elevace PEEP by neměla vést k navýšení  $\Delta P$

$\text{FiO}_2$

indukční fáze CA

užití  $\text{FiO}_2$  100%

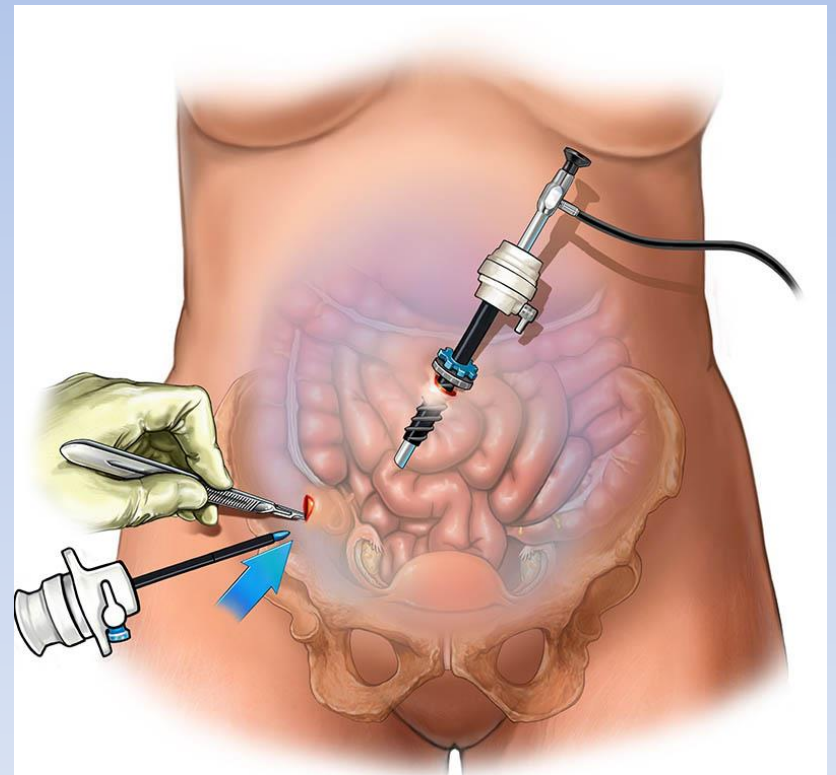
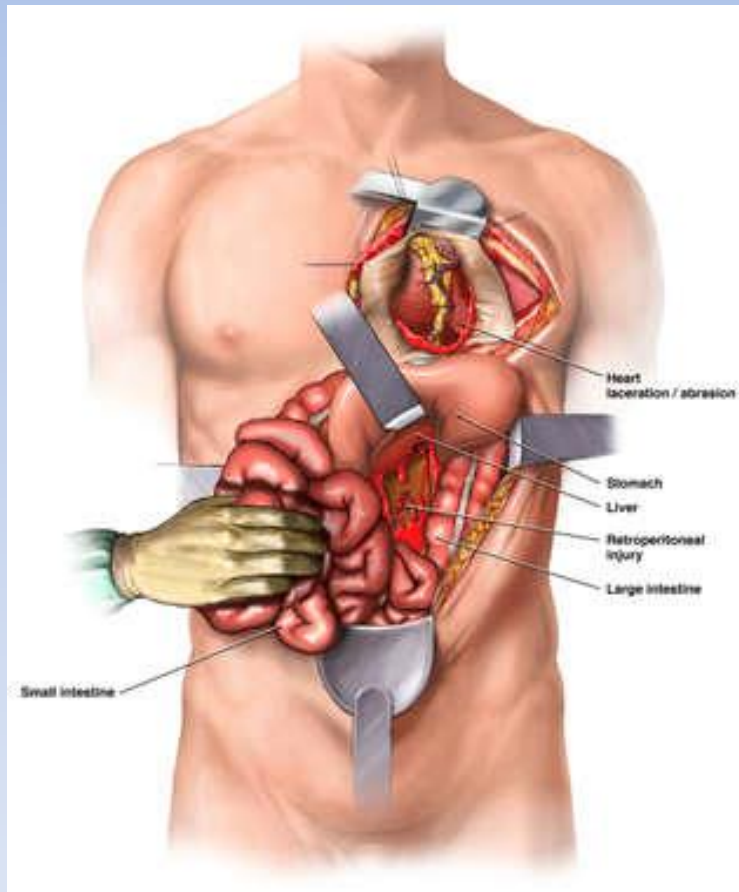
bezpečnost time-window do intubace > rizika atelektázy

po intubaci

nejnižší možná  $\text{FiO}_2$   
k udržení  $\text{SpO}_2 \geq 92\%$

ke ↓ rizika **HALI**

# abdominální chirurgie



# Settings of volume-controlled mechanical ventilation in non-obese patients during open abdominal surgery

Non-injured lungs  
(no ARDS)

## Initial settings

- $V_T = 6-8$  mL/kg PBW
- $PEEP \leq 2$  cmH<sub>2</sub>O
- $FIO_2 \geq 0.4$  to  $SpO_2 \geq 92\%$
- RR to  $P_{ET}CO_2$  35-45 mmHg

No recruitment maneuvers

## Further settings

- If  $SpO_2 < 92\%$  set  $FIO_2/PEEP$ :  
0.5/2; 0.6/2; 0.6/3; 0.6/4; 0.6/5;  
0.7/5; 0.8/5; 0.8/6 (as sequence)

Consider single recruitment maneuver with stepwise  $V_T$  increase<sup>88</sup> if  $SpO_2 < 92\%$

Injured lungs  
(ARDS)

## Initial settings

- $V_T = 6$  mL/kg PBW
- $FIO_2$  /low PEEP table<sup>128</sup>  
to  $PaO_2 = 55-80$  mmHg or  
 $SpO_2 = 88-95\%$
- RR  $\leq 35$  to arterial pH = 7.30-7.45

No recruitment maneuvers

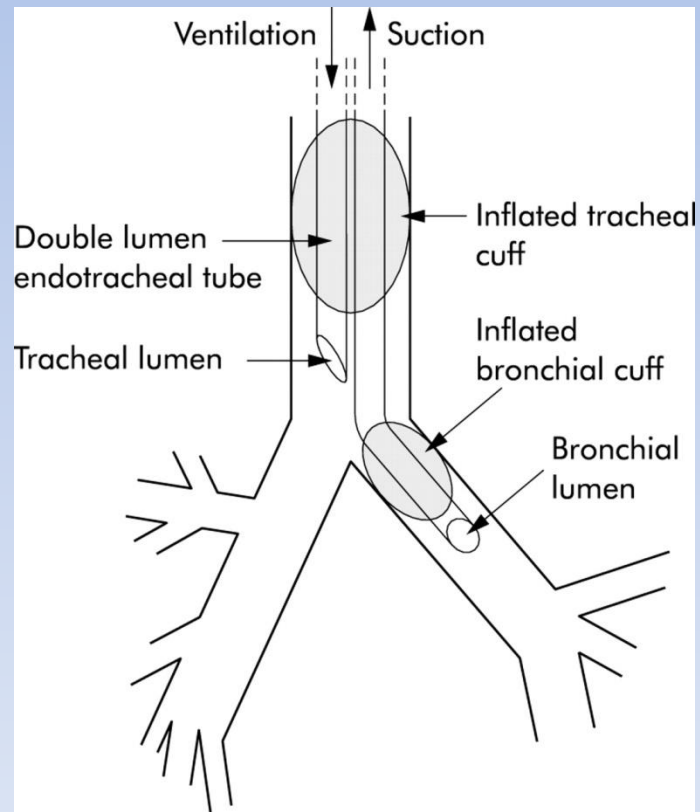
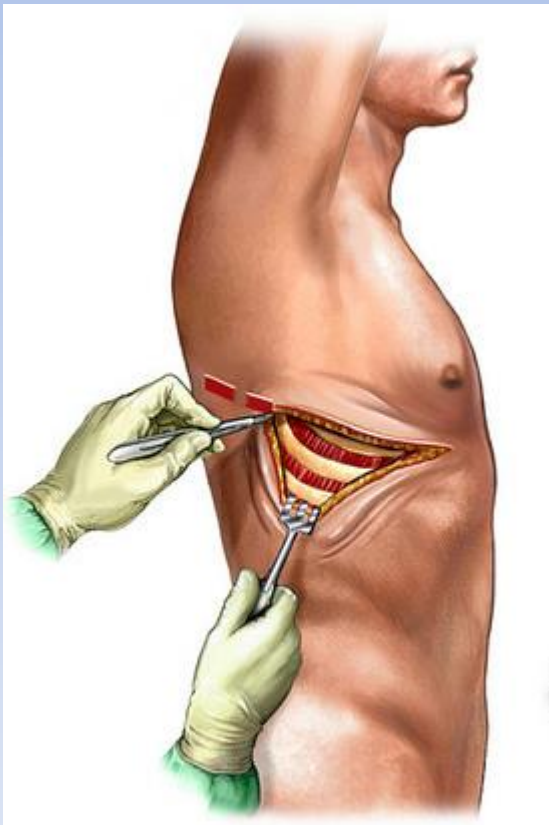
## Further settings

- Reduce  $V_T$  up to 4 mL/kg PBW  
to  $P_{plat} \leq 30$  cmH<sub>2</sub>O
- High PEEP table<sup>128</sup> in severe ARDS<sup>129</sup>

Consider maximal recruitment maneuver<sup>130</sup> if  $PaO_2 < 55$  mmHg

cca 8kPa-10kPa

# torakochirurgie (ventilace jedné plíce)





One-lung ventilation

kolaps plicí  
vs.  
overdistenze a ↑ inspirační tlaky v druhé + ↑ RR

RESEARCH

Open Access



# Intraoperative mechanical ventilation strategies in patients undergoing one-lung ventilation: a meta-analysis

Zhen Liu<sup>1</sup>, Xiaowen Liu<sup>1,2</sup>, Yuguang Huang<sup>1</sup> and Jing Zhao<sup>1\*</sup>

Liu et al. *SpringerPlus* (2016)

metaanalýza 11 studií, n=436

- $V_t < 6$  ml/kg PBW
- $PEEP \geq 5$  cmH<sub>2</sub>O
- efekt RM je **nejasný**
- **PCV**  $\approx$  VCV


čeká se na....

STUDY PROTOCOL

Open Access

# Protective ventilation with high versus low positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation for thoracic surgery (PROTHOR): study protocol for a randomized controlled trial



T. Kiss<sup>1\*</sup>, J. Wittenstein<sup>1†</sup>, C. Becker<sup>1</sup>, K. Birr<sup>1</sup>, G. Cinnella<sup>2</sup>, E. Cohen<sup>3</sup>, M. R. El Tahan<sup>4</sup>, L. F. Falcão<sup>5</sup>, C. Gregoret<sup>6</sup>, M. Granell<sup>7</sup>, T. Hachenberg<sup>8</sup>, M. W. Hollmann<sup>9</sup>, R. Jankovic<sup>10</sup>, W. Karzai<sup>11</sup>, J. Krassler<sup>12</sup>, T. Loop<sup>13</sup>, M. J. Licker<sup>14</sup>, N. Marczin<sup>15,16,17</sup>, G. H. Mills<sup>18</sup>, M. T. Murrell<sup>19</sup>, V. Neskovic<sup>20</sup>, Z. Nisnevitch-Savarese<sup>21</sup>, P. Pelosi<sup>22,23</sup>, R. Rossaint<sup>24</sup>, M. J. Schultz<sup>25,26</sup>, A. Serpa Neto<sup>27</sup>, P. Severgnini<sup>28</sup>, L. Szegedi<sup>29</sup>, T. Vegh<sup>30,31</sup>, G. Voyagis<sup>32,33</sup>, J. Zhong<sup>34,35</sup>, M. Gama de Abreu<sup>1</sup>, M. Senturk<sup>36</sup>, for the PROTHOR investigators and the Research Workgroup PROTECTive Ventilation Network (PROVENet) of the European Society of Anaesthesiology (ESA)

Kiss *et al. Trials* (2019) 20:213

# obezita



## Rizika obezity stran UPV

1. komorbidity (hypertenze, dyslipidemie, CAD, CHRI, CHOPN, DM,...)
2. respirační patologie (porucha mechaniky ventilace)

## při CA

- atelektázy
- kolaps malých DC (expirační flow limitace), auto PEEP
- ↓  $C_{cw}$  a  $R_{aw}$
- hypoxemie/hyperkapnie

## doporučení UPV při CA u obézních pacientů

### Recommendations for intraoperative ventilation of obese patients

#### Ventilatory mode

VCV  $\approx$  PCV  
PCV-VG may be helpful

#### Tidal volume

6-8 mL/kgPBW as suggested  
reasonable target

#### Airway pressure

PIP/Ppl  $\leq$  30cmH<sub>2</sub>O as  
suggested reasonable target

#### Respiratory rate

Titrated for normocapnia

#### PEEP

Optimal fixed PEEP unknown  
PEEP titrated to maximum Cdyn,  
PaO<sub>2</sub>, or SpO<sub>2</sub> seems reasonable  
Combined with recruitment  
maneuvers, more efficient in  
reducing atelectasis and improving  
oxygenation. Prepare for possible  
hypotension

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

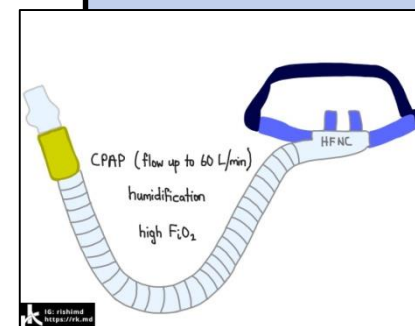
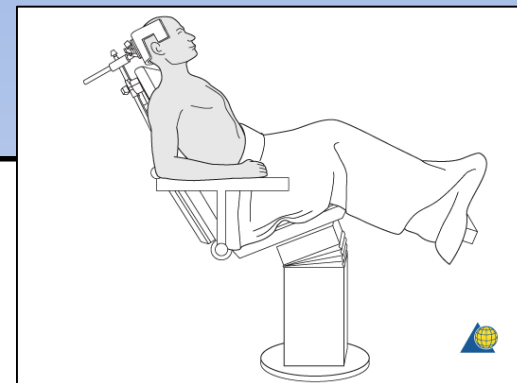
Minimize to assure SpO<sub>2</sub>  $\geq$  90%

#### Perioperative adjuvant maneuvers

Position: head-up or reverse Trendelenburg  
Encourage deep breathing: incentive  
spirometry, early mobilization  
Consider perioperative CPAP/BiPAP (pre-  
induction, postoperative)  
Minimize respiratory depressants, consider  
regional technique  
Prepare for possible difficult airway  
management

## pooperační opatření k redukci PPC

- beach chair position
- fyzioterapie
- neinvazivní respirační podpora (NIV, HFNC)
- krátkodobá hospitalizace na JIP
- tekutinová terapie
- specifická analgetizace s minimalizací útlumu dechového centra
- využití regionálních technik analgetizace



závěr



předoperační hodnocení

ARISCAT



intraoperační ventilace

protektivní



pooperační prevence a  
řešení PPC

aktivní

## **Intraoperative Protective Mechanical Ventilation for Prevention of Postoperative Pulmonary Complications**

*A Comprehensive Review of the Role of Tidal Volume, Positive End-expiratory Pressure, and Lung Recruitment Maneuvers*

Andreas Gldner, M.D., Thomas Kiss, M.D., Ary Serpa Neto, M.D., M.Sc., Ph.D.,  
Sabrine N. T. Hemmes, M.D., Jaume Canet, M.D., Ph.D., Peter M. Spieth, M.D.,  
Patricia R. M. Rocco, M.D., Ph.D., Marcus J. Schultz, M.D., Ph.D., Paolo Pelosi, M.D., F.E.R.S.,  
Marcelo Gama de Abreu, M.D., M.Sc., Ph.D., D.E.S.A.

## **Intraoperative mechanical ventilation: state of the art**

Lorenzo BALL, Federico COSTANTINO, Giulia OREFICE,  
Karthikka CHANDRAPATHAM, Paolo PELOSI \*

Department of Surgical Sciences and Integrated Diagnostics, IRCCS AOU San Martino-IST, University of Genoa, Genoa, Italy

\*Corresponding author: Paolo Pelosi, Department of Surgical Sciences and Integrated Diagnostics, IRCCS AOU San Martino-IST, University of Genoa, Largo Rosanna Benzi 8, 16131 Genoa, Italy. E-mail: ppelosi@hotmail.com

## **Perioperative lung protective ventilation in obese patients**

Ana Fernandez-Bustamante<sup>1,2\*</sup>, Soshi Hashimoto<sup>3</sup>, Ary Serpa Neto<sup>4,5</sup>, Pierre Moine<sup>1</sup>, Marcos F Vidal Melo<sup>3</sup>  
and John E Repine<sup>2,6</sup>





**děkuji za  
pozornost**