

Relativní podíl jednotlivých faktorů na patogenezi VILI

Pavel Dostál

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové
Fakultní nemocnice Hradec Králové



Lung stress

Statický strain

Mechanical
power

Dechový objem

DRIVING PRESSURE

Dynamický strain

Dechová frekvence

Atelectrauma

Inspirační flow

STRAIN RATE

Volutrauma

Transpulmonary driving pressure

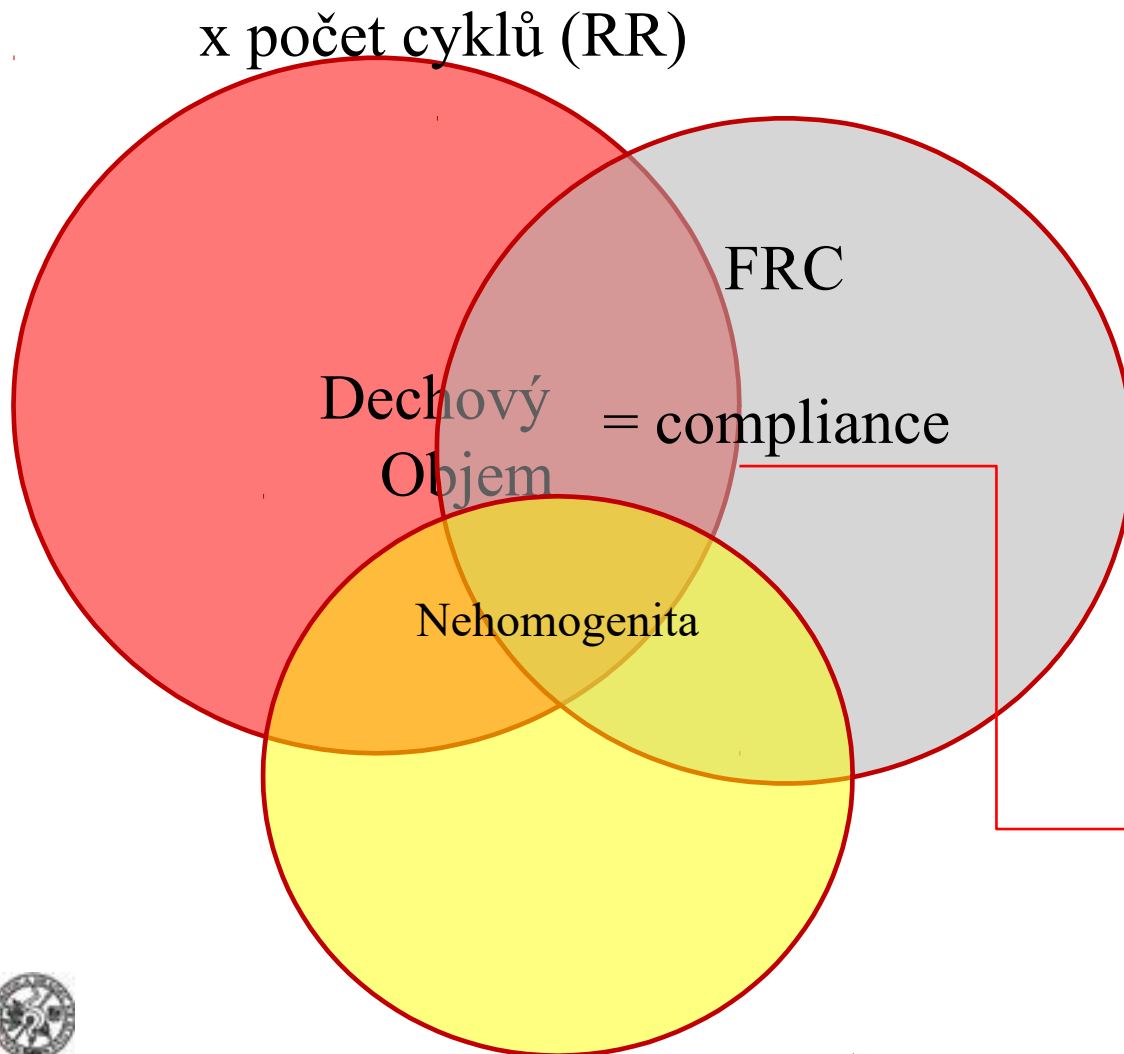
Celkový strain

Stress raisers

Inspirační čas



Zátěž vs „vulnerabilita“



Strain (rozepnutí, deformace)

Globální strain safe limit do 1,5?

Dynamický strain, limit do 0,5 nebo 1?

Nízký dynamický strain protektivní při staticém globálním strainu do 2-2,5?

U ARDS/při nehomogenitě může být lokální stress/strain až dvojnásobný

– Protti A, Votta E, Gattinoni L. Which is the most important strain in the pathogenesis of ventilator-induced lung injury: dynamic or static? *Curr Opin Crit Care*. 2014;20:33–8. 57.

– Protti A, Andreis DT, Monti M, Santini A, Sparacino CC, Langer T, et al. Lung stress and strain during mechanical ventilation: any difference between statics and dynamics? *Crit Care Med*. 2013;41:1046–55.

Mechanismus č.1

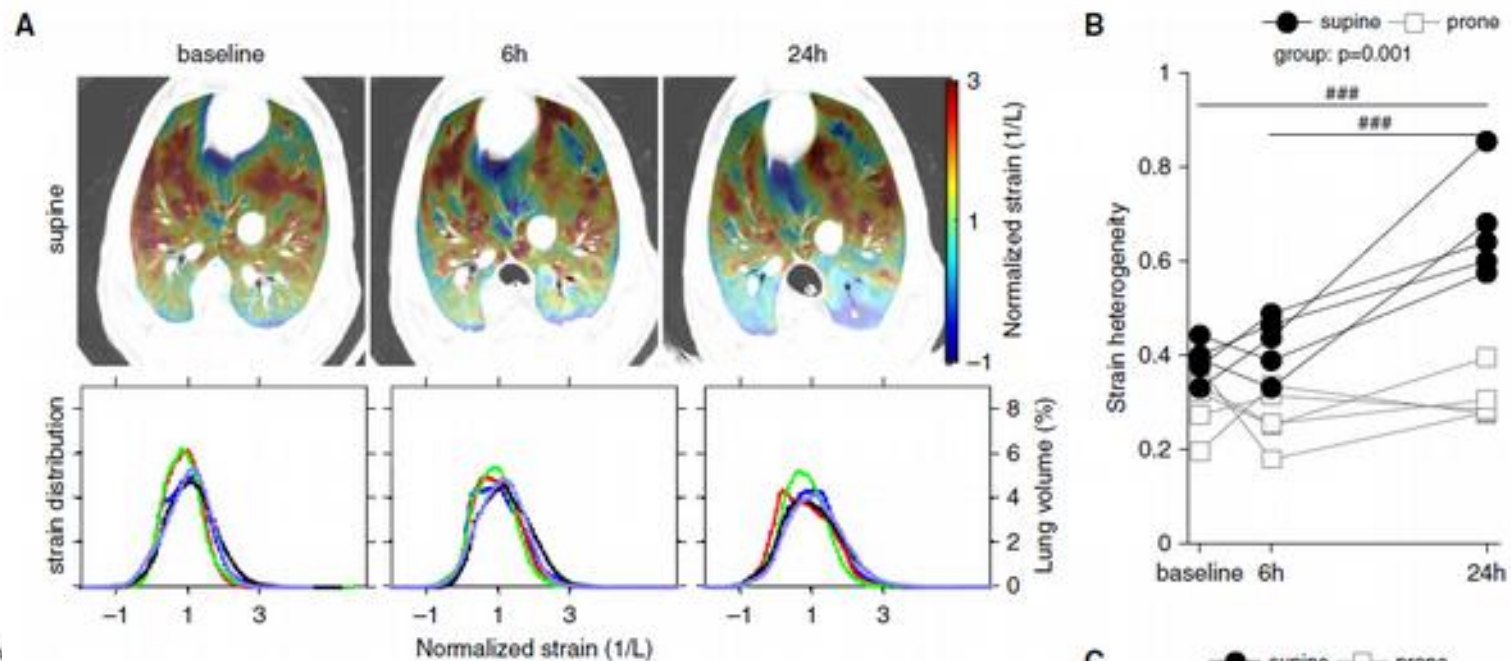
REGIONÁLNÍ STRAIN



Deterioration of Regional Lung Strain and Inflammation during Early Lung Injury

Gabriel C. Motta-Ribeiro^{1,2*}, Soshi Hashimoto^{1,3*}, Tilo Winkler¹, Rebecca M. Baron⁴, Kira Grogg⁵, Luís F. S. C. Paula¹, Arnaldo Santos^{1,6}, Congli Zeng¹, Kathryn Hibbert⁷, Robert S. Harris⁷, Ednan Bajwa⁷, and Marcos F. Vidal Melo¹

- Opakovaná nadlimitní změna regionálního objemu plicní struktury (nadlimitní strain)
- Příčinou heterogenity strainu je heterogenita plic



Faktory zvyšující regionální strain

- Nehomogenita plic, supinní poloha
- Dechový objem
- Inspirační čas, inspirační flow
- Nedostatečná hodnota PEEP
- Nadměrná hodnota PEEP
- Dyssynchronie při umělé plicní ventilaci
- Pendelluft
- ...



Mechanismus č. 2

MECHANICAL POWER and INTENSITY



Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

L. Gattinoni^{1*}, T. Tonetti¹, M. Cressoni², P. Cadringer³, P. Herrmann¹, O. Moerer¹, A. Protti³, M. Gotti²,
C. Chiurazzi², E. Carlesso², D. Chiumello⁴ and M. Quintel¹

$$\text{Power}_{rs} = RR \cdot \left\{ \Delta V^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot EL_{rs} + RR \cdot \frac{(1 + I : E)}{60 \cdot I : E} \cdot R_{aw} \right] + \Delta V \cdot PEEP \right\},$$

RR – dechová frekvence

EL_{rs} – elastance resp. systému

R_{aw} – resistance resp. systému

ΔV – dechový objem

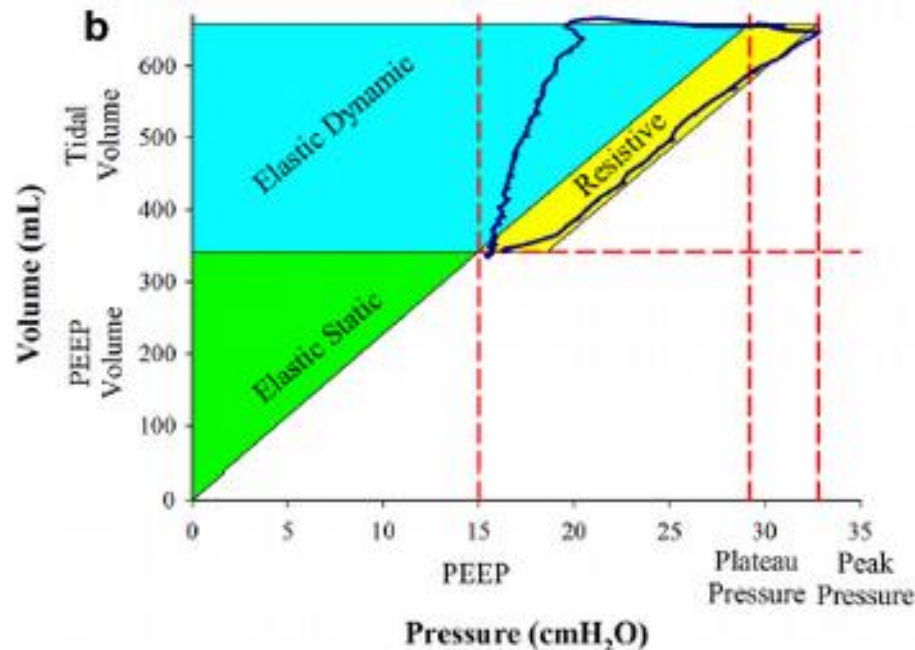
I:E – poměr inspíria a exspira

PEEP – endexpirační tlak



Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

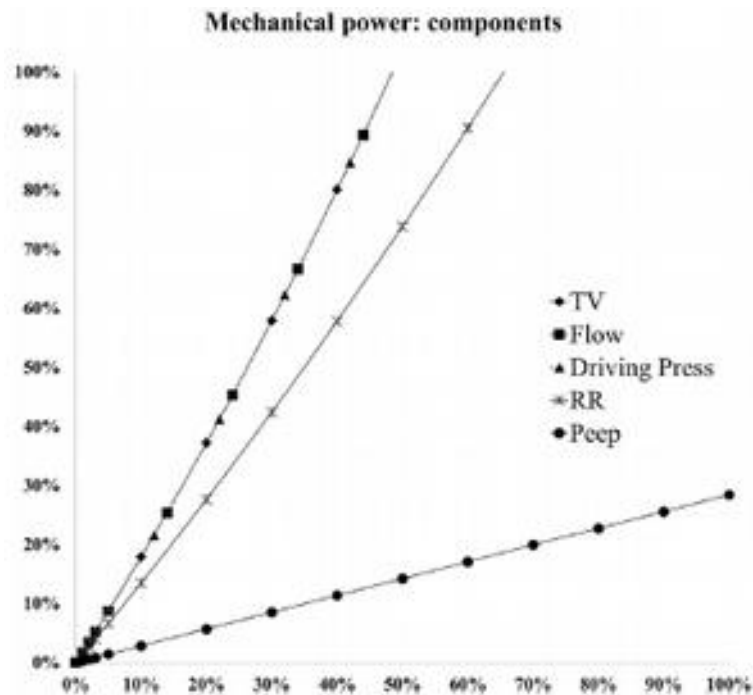
L. Gattinoni^{1*}, T. Tonetti¹, M. Cressoni², P. Cadringer³, P. Herrmann¹, O. Moerer¹, A. Protti³, M. Gotti², C. Chiurazzi², E. Carlesso², D. Chiumello⁴ and M. Quintel¹



- Pohlcená energie na 1 dech cca 0,7 až 0,8 J (ARDS)
- Množství dodané energie koreluje s plicním postižením
- Hranice v experimentu (prase, transpulmonální tlak) 12 J/min
 - Cressoni M, et al. *Anesthesiology*, 2016;124(5):1100-8

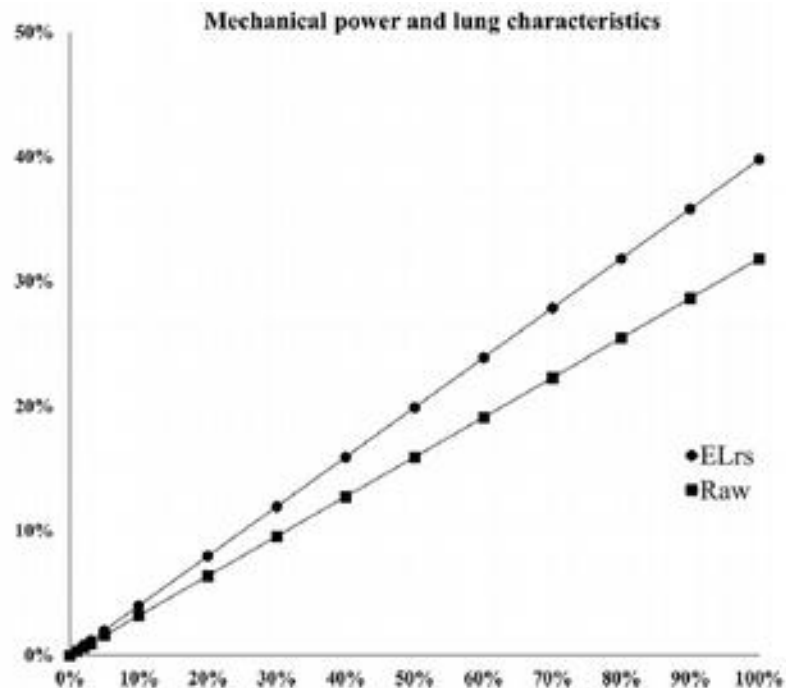


Význam jednotlivých faktorů MP



Nastavení ventilátoru

- Nejvýznamnější TV, flow, driving pressure
- Méně dechová frekvence
- Nejméně PEEP

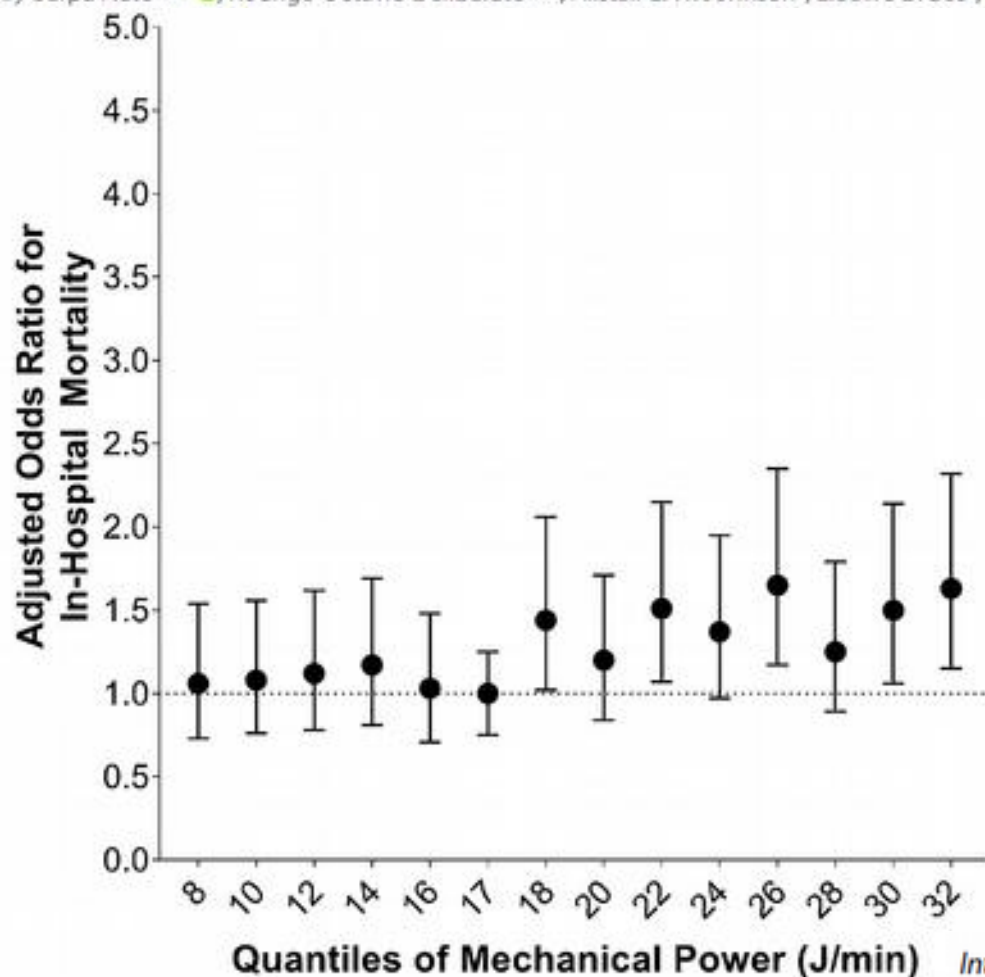


Plicní patologie

- Více důležitá elastance
- Méně významná rezistance

Mechanical power of ventilation is associated with mortality in critically ill patients: an analysis of patients in two observational cohorts

Ary Serpa Neto^{1,2,3*}, Rodrigo Octavio Deliberato^{2,3,4}, Alistair E. W. Johnson⁵, Lieuwe D. Bos¹, Pedro Amorim⁶,
m J. Pollard⁵,
Abreu¹⁰,



Modelování „power_{rs}“

Kalibrace Pes Cooper CZ 2.xlsx - Excel

Soubor Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení Nápověda Soda PDF Creator Řekněte mi, co chcete udělat Sdílet

Calibri 11 A A Zalomit text Obecný Podmíněné formátování - jako tabulku - buňky - Formátovat jako tabulku - buňky - Styly Vložit Odstranit Formát Buňky Seřadit a Najít a filtrovat - vybrat - Úpravy

E17

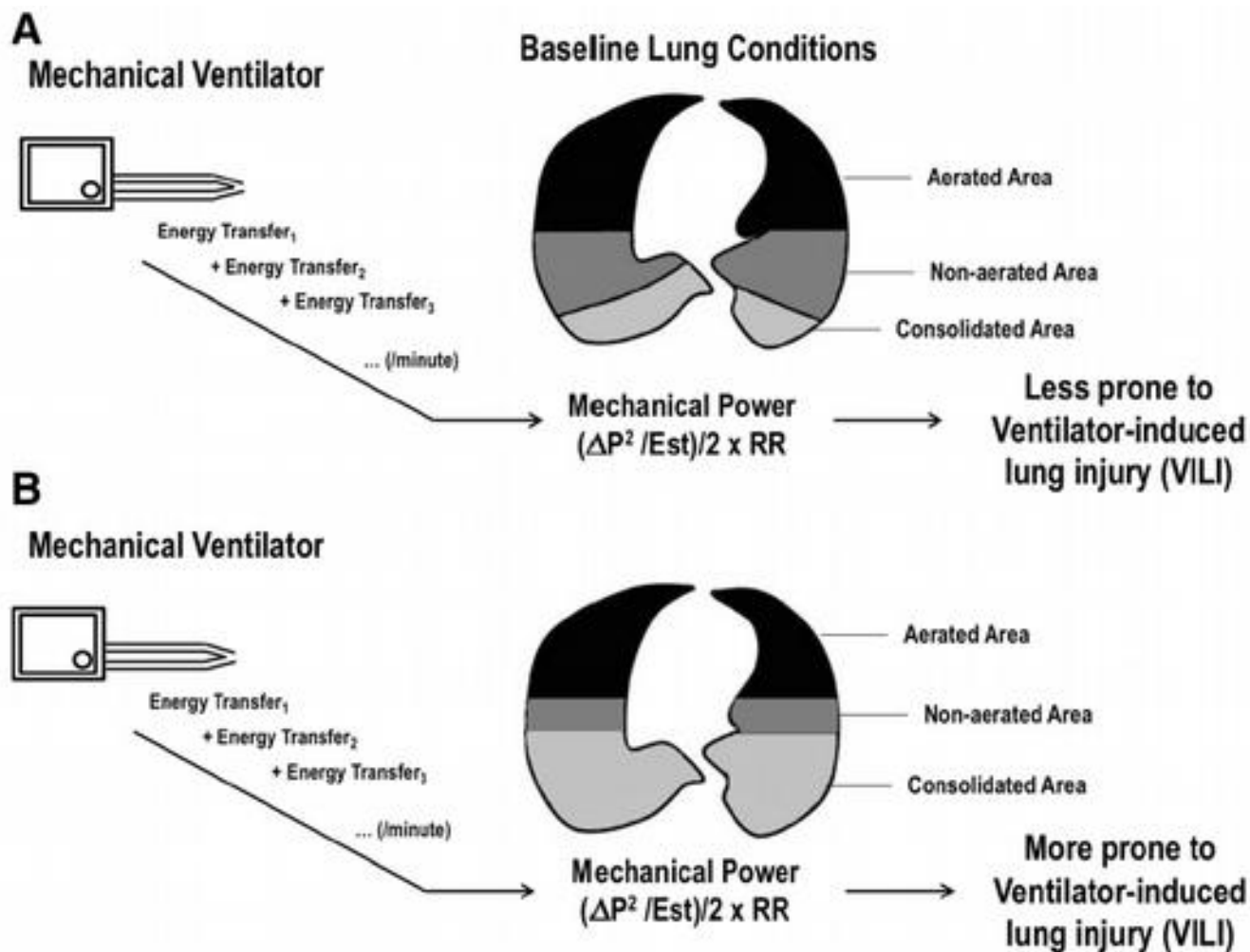
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Doporučený PEEP (dle Pes calc exp)			Nastavení ventilátoru (vložit hodnoty do žlutých polí), PEEP a Ppl měřené hodnoty (hold)					
2	změřený Pes při dekonexi			V (l)	0,34				
3	PEEP min (Pes calc exp + 1 cm H2O)			RR	26				
4	PEEP max (Pes calc exp +5 cm H2O)			Ti (s)	1				
5				Ttot (s)	2,3				
6				Ppl (cm H2O)	24 23				
7	Kontrola nastavení			PEEP (cm H2O)	10 11				
8	Driving pressure (cm H2O)			Ppeak (cm H2O)	28				
9	Skutečný driving pressure (hold) (cm H2O)			Flow (l/s)	0,5				
10	Expirační transpulmonální tlak (cm H2O)			Raw	8				
11	Expirační transalveolární tlak (hold) (H2O)			Elrs	41,17647059 35,29411765				
12	Insp. transpulmonální tlak (přímý výpočet) (cm H2O)			Elcw	12				
13	Inspirační transalveolární tlak (přímě měřený) (cm H2O)			Ellung	29 24				
14	Inspirační transpulmonální tlak (elastance derived) (cm H2O)								
15	Insp. Transalveolární tlak (elastance derived) (cm H2O)								
16	Transpulmonální driving pressure (přímý výpočet)(cm H2O)								
17	Transpulmonální driving pressure (elastance derived) (cm H2O)								
18	Lung stress (cm H2O) release derived								
19	Lung stress static (cm H2O) [release derived]								
20									
21	Mechanical power (Guerin)(J/min)								
22	Mechanical power (Gattinoni) (J/min)								
23	Mechanical power per breath (J)								
24	Mechanical power simplified (Serpa Neto) (J/min)								

Mortality Odds Serpa Neto

Adjusted Odds Ratio for In-Hospital Mortality

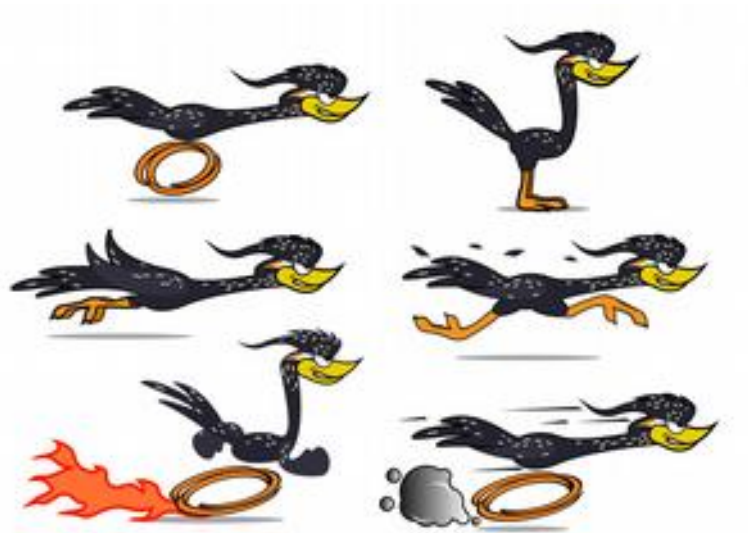


Příkon/plocha = Intenzita



Mechanismus č. 3

STRAIN RATE



Role of Strain Rate in the Pathogenesis of Ventilator-Induced Lung Edema*

Alessandro Protti, MD¹; Tommaso Maraffi, MD²; Marta Milesi, MD²; Emiliano Votta, PhD³; Alessandro Santini, MD²; Paola Pugni, MD²; Davide T. Andreis, MD²; Francesco Nicosia, MD²; Emanuela Zannin, PhD³; Stefano Gatti, MD⁴; Valentina Vaira, MD, PhD^{2,5,6}; Stefano Ferrero, MD^{5,7}; Luciano Gattinoni, MD, FRCP^{1,2}

Variable of Interest	Low Strain Rate	High Strain Rate	<i>p</i>
<i>n</i>	15	15	
Strain	2.1 ± 0.9 (0.6–3.5)	2.1 ± 0.9 (0.8–3.5)	0.864
Tidal volume (mL)	562 ± 162 (299–766)	588 ± 163 (325–787)	0.648*
Functional residual capacity (mL)	293 ± 84 (174–488)	309 ± 85 (187–488)	0.597
Strain rate (s ⁻¹)	1.8 ± 0.8 (0.5–2.9)	4.6 ± 1.5 (2.1–6.4)	< 0.001*
Inspiratory flow (mL/s)	469 ± 156 (250–833)	1322 ± 245 (800–1600)	< 0.001
Respiratory rate	15	15	
Inspiratory-to-expiratory time ratio	1:2–1:3	1:5–1:9	
Inspiratory time (s)	1.3 ± 0.1 (1.0–1.3)	0.5 ± 0.1 (0.4–0.7)	< 0.001*



TABLE 2. Respiratory System Mechanics, Lung Mechanics, Gas Exchange Across the Study Period, and Major Outcomes

	Low Strain Rate	High Strain Rate	<i>p</i>
Respiratory system compliance (mL/cm H ₂ O)			
Start of experiment	27 ± 5	25 ± 5	0.001
End of experiment	23 ± 6 ^a	15 ± 6 ^{ab}	
Lung compliance (mL/cm H ₂ O)			
Start of experiment	63 ± 14	59 ± 21	0.025
End of experiment	48 ± 18 ^a	29 ± 18 ^{ab}	
Arterial pH			
Start of experiment	7.49 ± 0.03	7.48 ± 0.03	0.060
End of experiment	7.43 ± 0.13	7.31 ± 0.15	
Arterial CO ₂ tension (mm Hg)			
Start of experiment	39 ± 2	39 ± 3	0.008
End of experiment	34 ± 5	46 ± 14 ^{ab}	
Arterial O ₂ tension (mm Hg)			
Start of experiment	243 ± 41	241 ± 36	0.031
End of experiment	200 ± 68	131 ± 69 ^{ab}	
Body weight (kg)			
Start of experiment	23 ± 2	22 ± 3	0.925
End of experiment	24 ± 3	23 ± 3	
Lung weight (g)			
Start of experiment	357 ± 41	362 ± 43	<0.001
End of experiment	283 ± 67 ^a	460 ± 165 ^{ab}	
Prevalence of pulmonary edema			
By end of experiment	3/15 (20%)	11/15 (73%)	0.010
Early mortality			
By end of experiment	2/15 (13%)	7/15 (47%)	0.100
Interleukin-6 in bronchoalveolar lavage fluid (pg/mL)			
End of experiment	433 ± 501	968 ± 475	0.006
Total lung injury score			
End of experiment	6 (3–10)	10 (5–11)	0.050 ^a



Klinický pohled



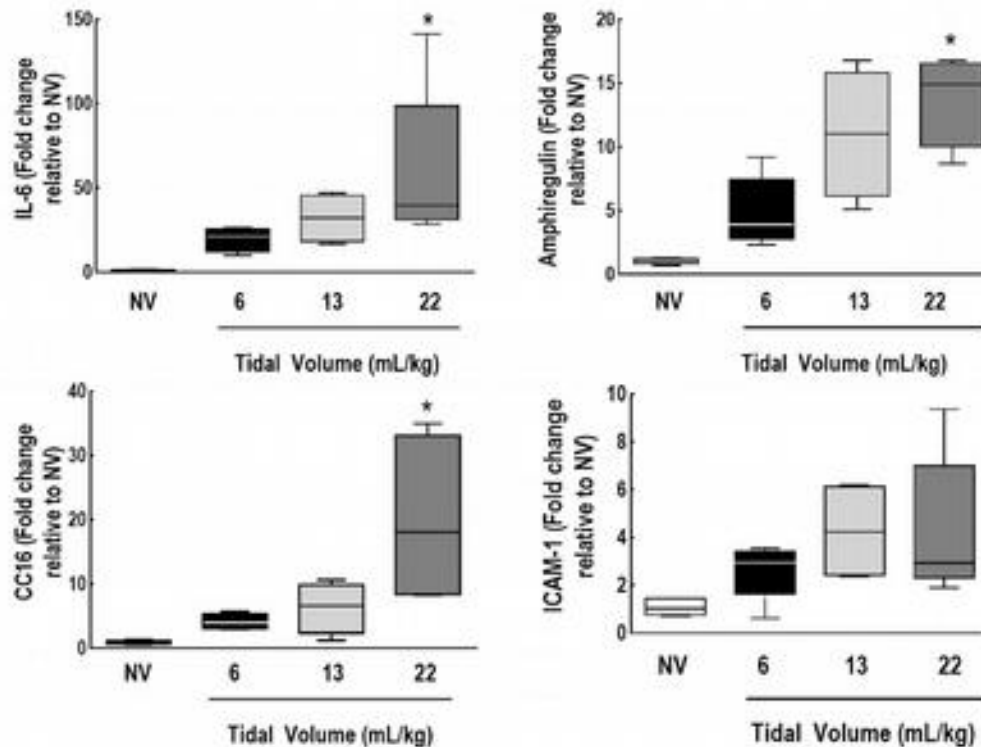
**Existuje riziko plicního poškození
vyššími dechovými objemy i při
nízké hodnotě MP?**



ANO

Impact of Different Tidal Volume Levels at Low Mechanical Power on Ventilator-Induced Lung Injury in Rats

Lillian Moraes^{1†}, Pedro L. Silva^{1†}, Alessandra Thompson¹, Cintia L. Santos¹, Raquel S. Santos¹, Marcos V. S. Fernandes¹, Marcelo M. Morales², Vanessa Martins^{1,3}, Vera L. Capelozzi³, Marcelo G. de Abreu⁴, Paolo Pelosi⁵ and Patricia R. M. Rocco^{1*}



**Může být ventilace vyšším
dechovým objem bezpečná?**

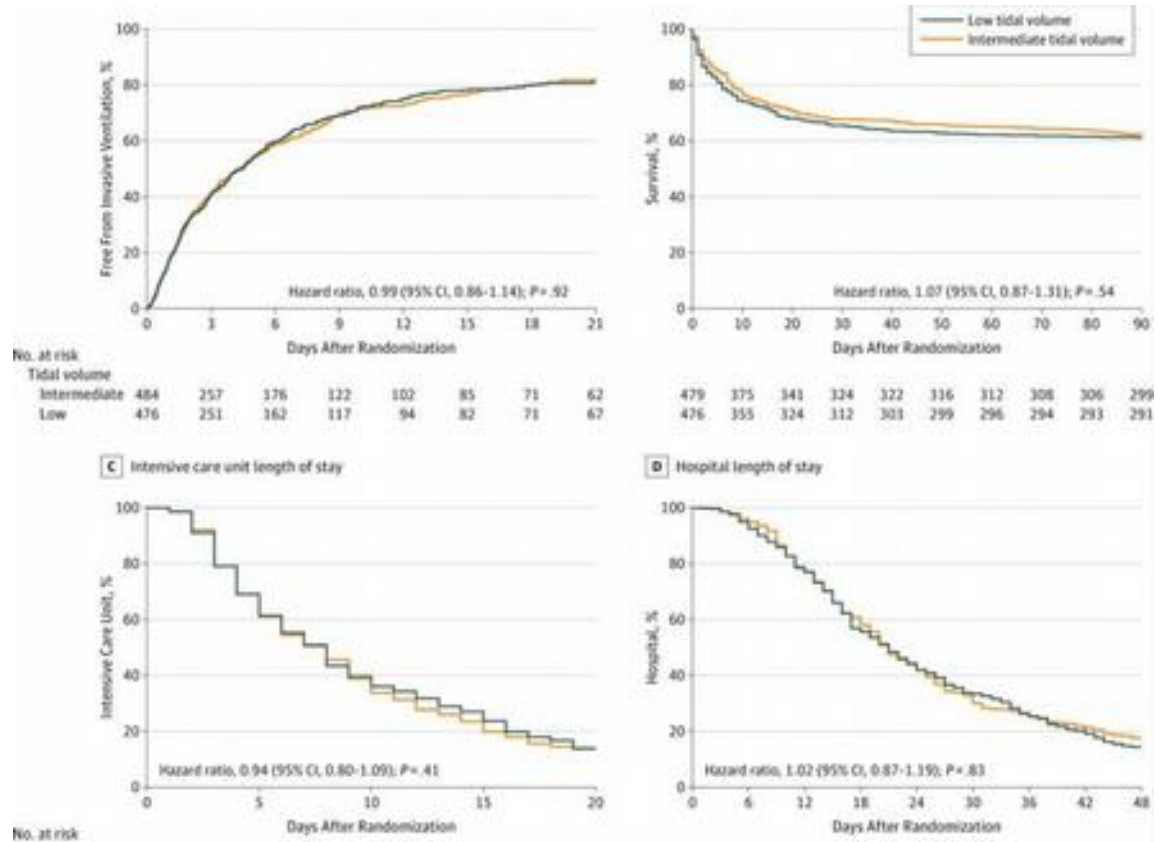


ANO

Effect of a Low vs Intermediate Tidal Volume Strategy on Ventilator-Free Days in Intensive Care Unit Patients Without ARDS A Randomized Clinical Trial

Writing Group for the PREVENT Investigators

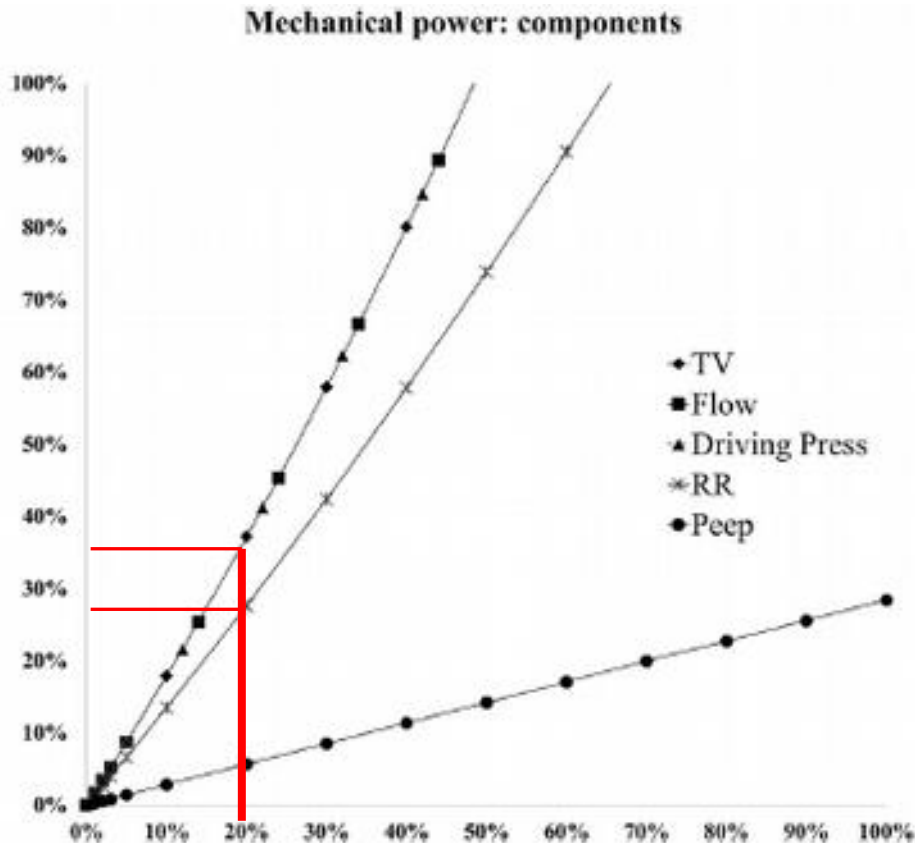
- Non-ARDS pts
- 6 vs 10 ml/kg



Je lepší zvýšit minutovou ventilaci změnou dechové frekvence než zvýšením dechového objemu?



ANO



- Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M et al (2016) Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. Intensive Care Med 42:1567–1575

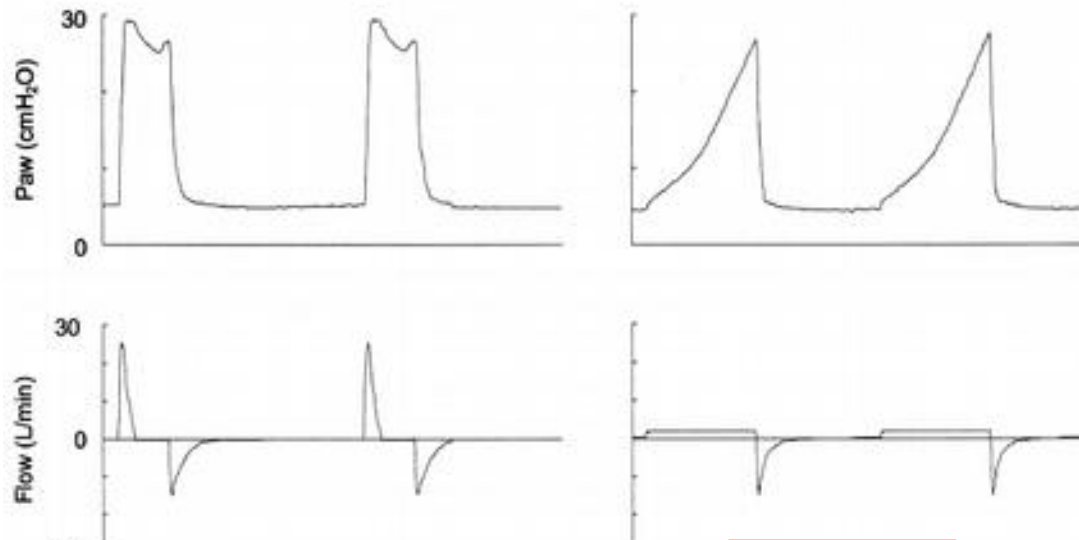
**Je vysoké inspirační flow
(např. při PCV) rizikové?**



ANO

Effect of peak inspiratory flow on gas exchange, pulmonary mechanics, and lung histology in rabbits with injured lungs

YASUKI FUJITA¹, YOSHIKO MAEDA¹, YUJI FUJINO¹, AKINORI UCHIYAMA¹, TAKASHI MASHIMO², and MASAJI NISHIMURA³



	V group	P group	<i>P</i>
Pa _{O₂} /F _I O ₂ ratio <200	0/7	3/7	0.06
Wet-to-dry ratio	6.3 ± 0.5	7.7 ± 0.9	<0.01
Lung injury score			
Total	2	4	0.60
Upper lobe	2	2	0.85
Lower lobe	6	8	0.28



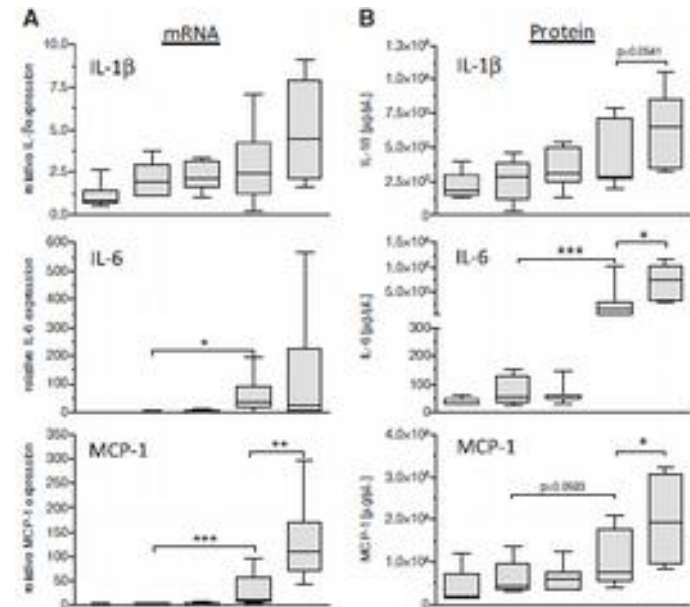
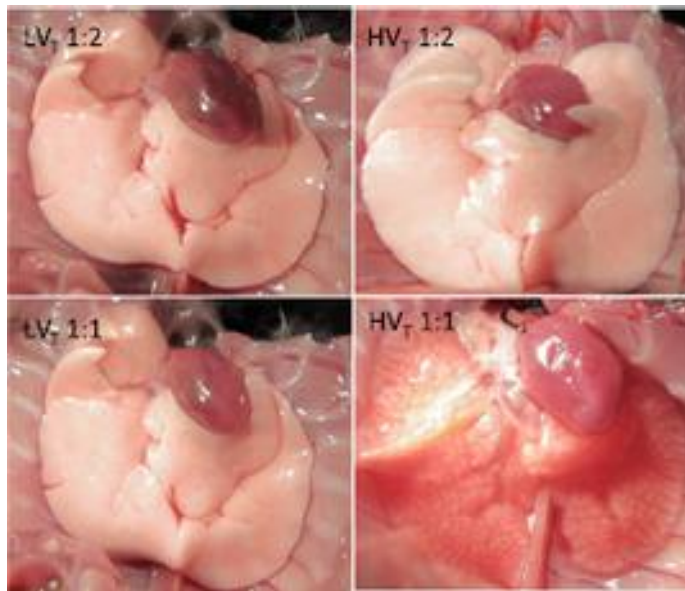
**Je dlouhá doba inspíria
riziková?**



ANO, dle TV

Increasing the inspiratory time and I:E ratio during mechanical ventilation aggravates ventilator-induced lung injury in mice

Holger C Müller-Redetzky^{1*}, Matthias Felten¹, Katharina Hellwig¹, Sandra-Maria Wienhold¹, Jan Naujoks¹, Bastian Opitz¹, Olivia Kershaw², Achim D Gruber², Norbert Suttrop¹ and Martin Witzentrath¹

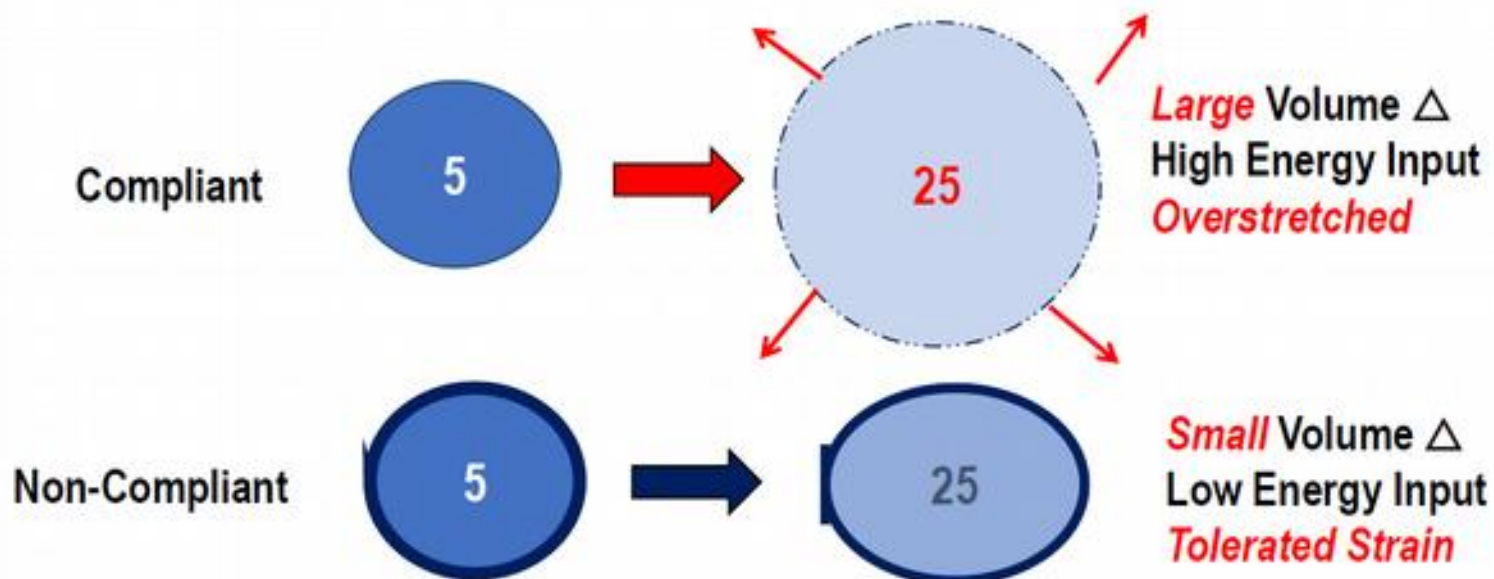


Müller-Redetzky *et al. Critical Care* (2015) 19:23
DOI 10.1186/s13054-015-0759-2



Static and Dynamic Contributors to VILI in Clinical Practice: Pressure, Energy, and Power

John J Marini^{1*}, Patricia R.M. Rocco², Luciano Gattinoni³



**Je dynamický strain/stress
horší než statický?**



ANO



Which is the most important strain in the pathogenesis of ventilator-induced lung injury: dynamic or static?

Alessandro Protti^a, Emiliano Votta^b, and Luciano Gattinoni^{a,c}

KEY POINTS

- When lung volume does not exceed the total capacity, dynamic inflation (due to tidal ventilation) is more injurious than equivalent static inflation (due to the application of positive end-expiratory pressure).
- When lung volume exceeds the total capacity, pulmonary damage invariably occurs.
- Benefits for the lung of very high static inflation must be weighed against the risks for the heart.

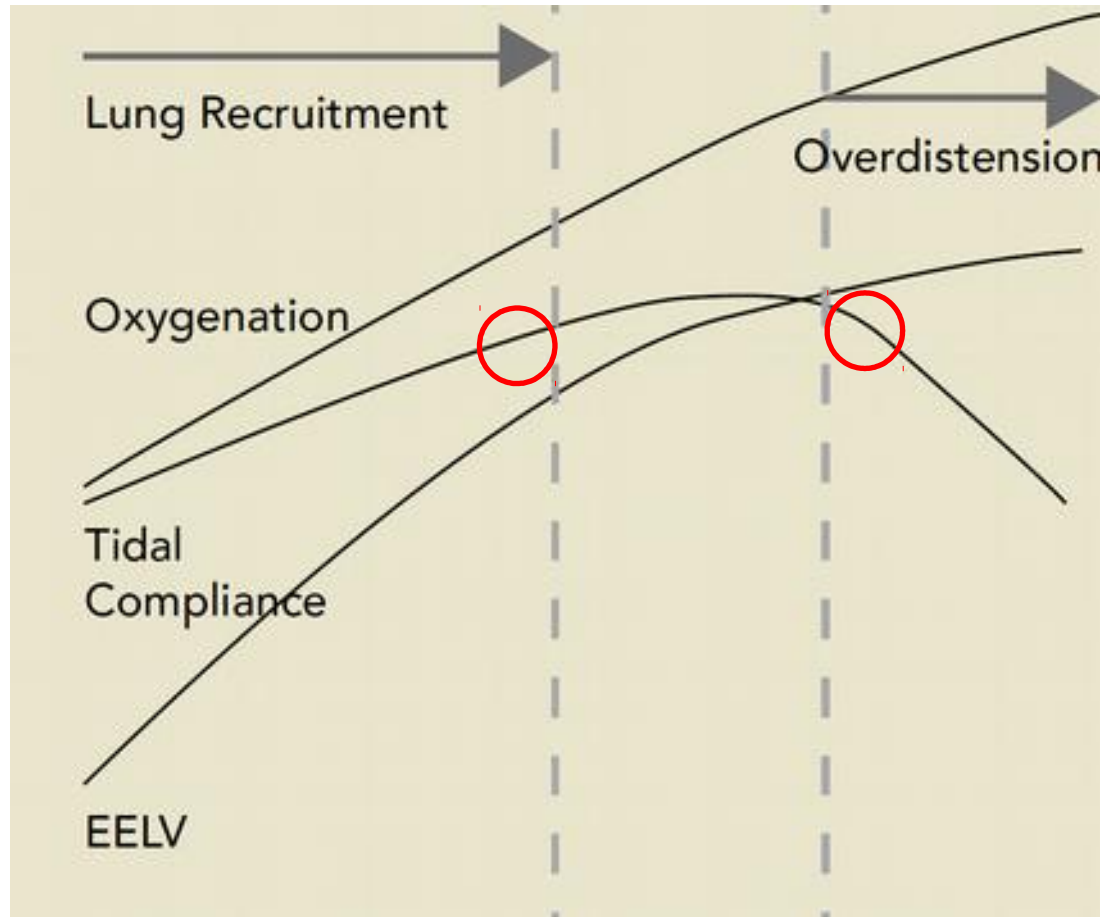


**Je volutrauma rizikovější než
atelectrauma?**



Comparative Effects of Volutrauma and Atelectrauma on Lung Inflammation in Experimental Acute Respiratory Distress Syndrome

Andreas Güldner, MD¹; Anja Braune, MSc¹; Lorenzo Ball, MD^{1,2}; Pedro L. Silva, PhD^{1,3};
Cynthia Samary, MSc^{1,3}; Angelo Insorsi, MD^{1,2}; Robert Huhle, MSc¹; Ines Rentzsch, PhD¹;
Claudia Becker⁴; Liane Oehme, PhD⁵; Michael Andreeff, PhD⁶; Marcos F. Vidal Melo, MD, PhD⁷;
Tilo Winkler, PhD⁸; Paolo Pelosi, MD, FERS⁹; Patricia R. M. Rocco, MD, PhD¹⁰;
Jörg Kotzerke, MD, PhD⁶; Marcelo Gama de Abreu, MD, MSc, PhD, DESA¹



(*Crit Care Med* 2016; 44:e854–e865)



ANO

Comparative Effects of Volutrauma and Atelectrauma on Lung Inflammation in Experimental Acute Respiratory Distress Syndrome

Andreas Güldner, MD¹; Anja Braune, MSc¹; Lorenzo Ball, MD^{1,2}; Pedro L. Silva, PhD^{1,3};
 Cynthia Samary, MSc^{1,4}; Angelo Insorsi, MD^{1,2}; Robert Huhle, MSc¹; Ines Rentzsch, PhD¹;
 Claudia Becker¹; Liane Oehme, PhD¹; Michael Andreeff, PhD¹; Marcos E. Vidal Melo, MD, PhD¹;
 Tilo Winkler, PhD¹; Paolo Pelosi, MD, FERS²; Patricia R. M. Rocco, MD, PhD²;
 Jörg Kotzerke, MD, PhD¹; Marcelo Gama de Abreu, MD, MSc, PhD, DESA¹

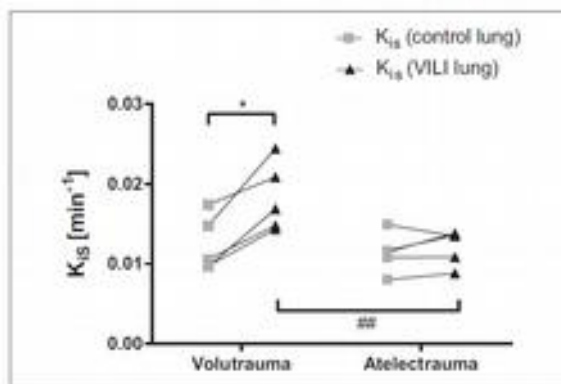
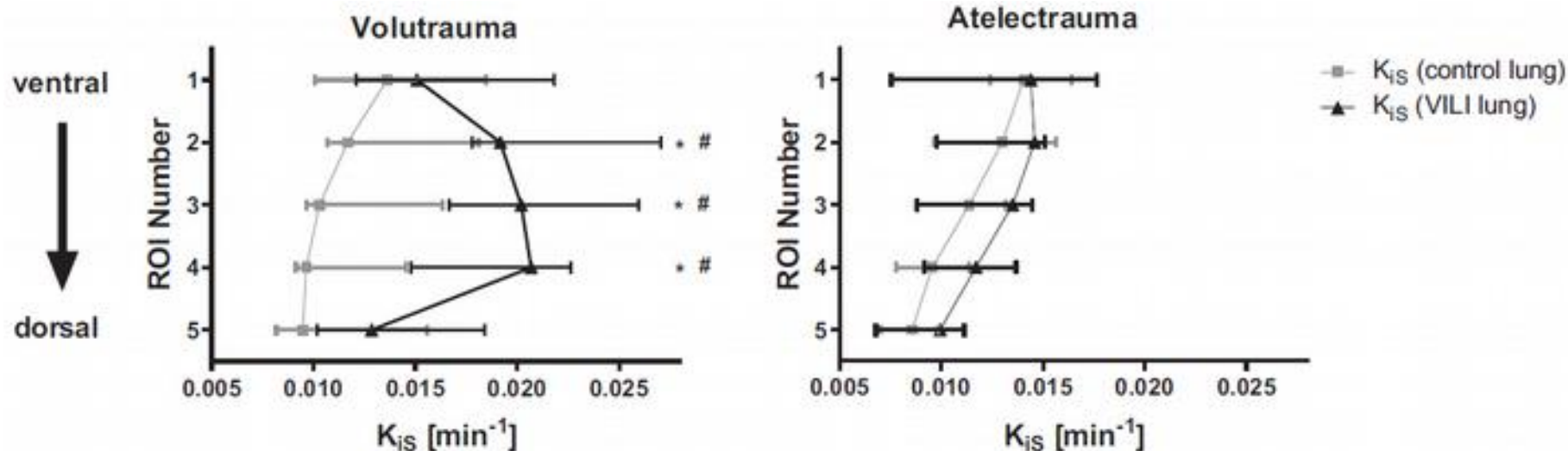


Figure 3. [¹⁸F]-fluorodeoxyglucose uptake rate (*K*) of the ventilator-induced lung injury (VILI) and control lung grouped by injury model.





Volutrauma and atelectrauma: which is worse?

Luciano Gattinoni^{1*}, Michael Quintel¹ and John J. Marini²

Volutrauma

- Nadměrná distenze plicní struktury
- Tradičně při plicním objemu nad TLC

Atelectrauma

- Lokální amplifikace stresu/strainu při existenci plicní nehomogenity (až 2x)





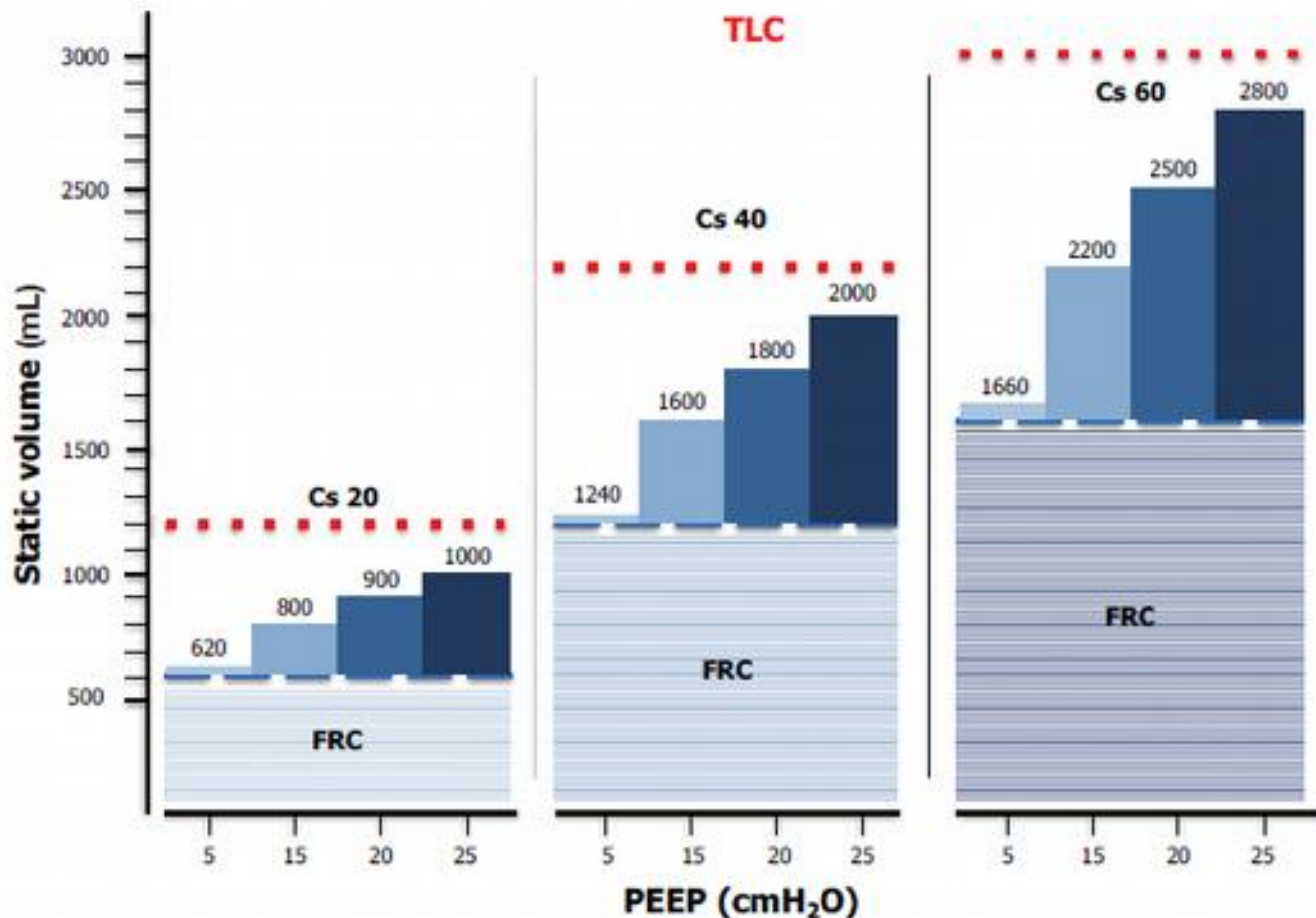
Volutrauma and atelectrauma: which is worse?

Luciano Gattinoni^{1*}, Michael Quintel¹ and John J. Marini²

- Pokud je ventilace realizována s hodnotami PEEP 7-15 cm H₂O, je klinický výsledek bez rozdílu mezi skupinami s různou úrovní PEEP (Express, ALVEOLI)
- Je-li použit PEEP nad 15 cm, riziko horšího výsledku ve skupině vyššího PEEP (ART trial)
- Rizikovost konceptu „fully open lung“



Riziko překročení TLC při zvýšení EELV po zařazení PEEP



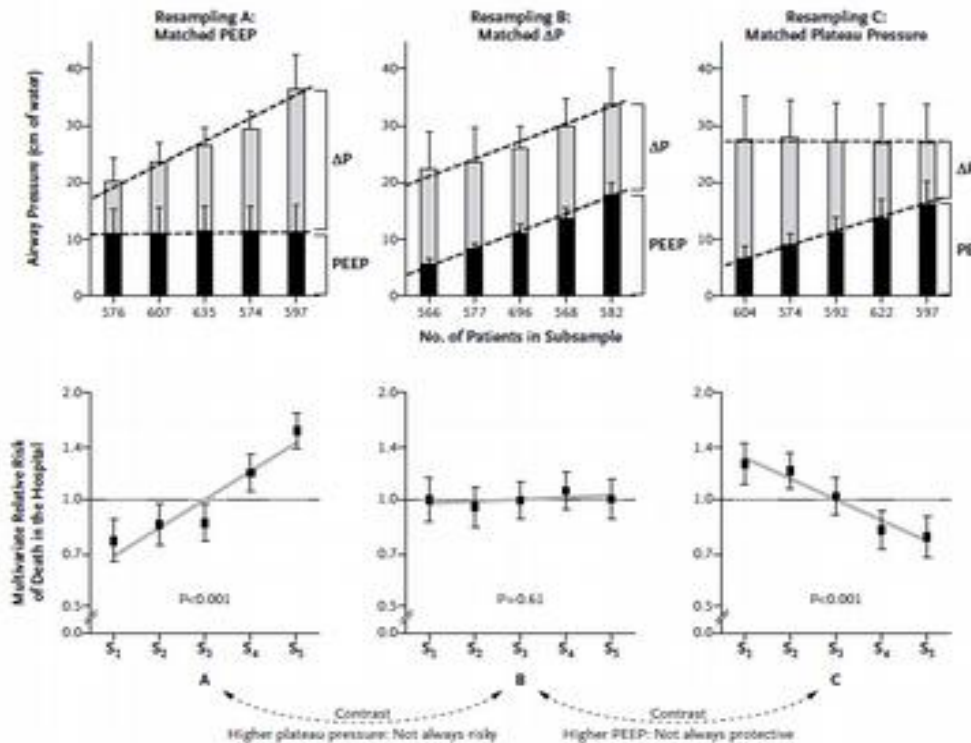
**Je tedy PEEP vůbec někdy
protektivní?**



ANO

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.,



- Brání ztrátě vzdušnosti v čase
 - ◆ riziko derecruitmentu
- Umožňuje udržet P_{aw} bez nutnosti použít velké objemy
 - ◆ oxygenace, vzdušnost, PVR
- Eliminuje „stress raisers“
 - ◆ homogenita, snižuje hysterezi

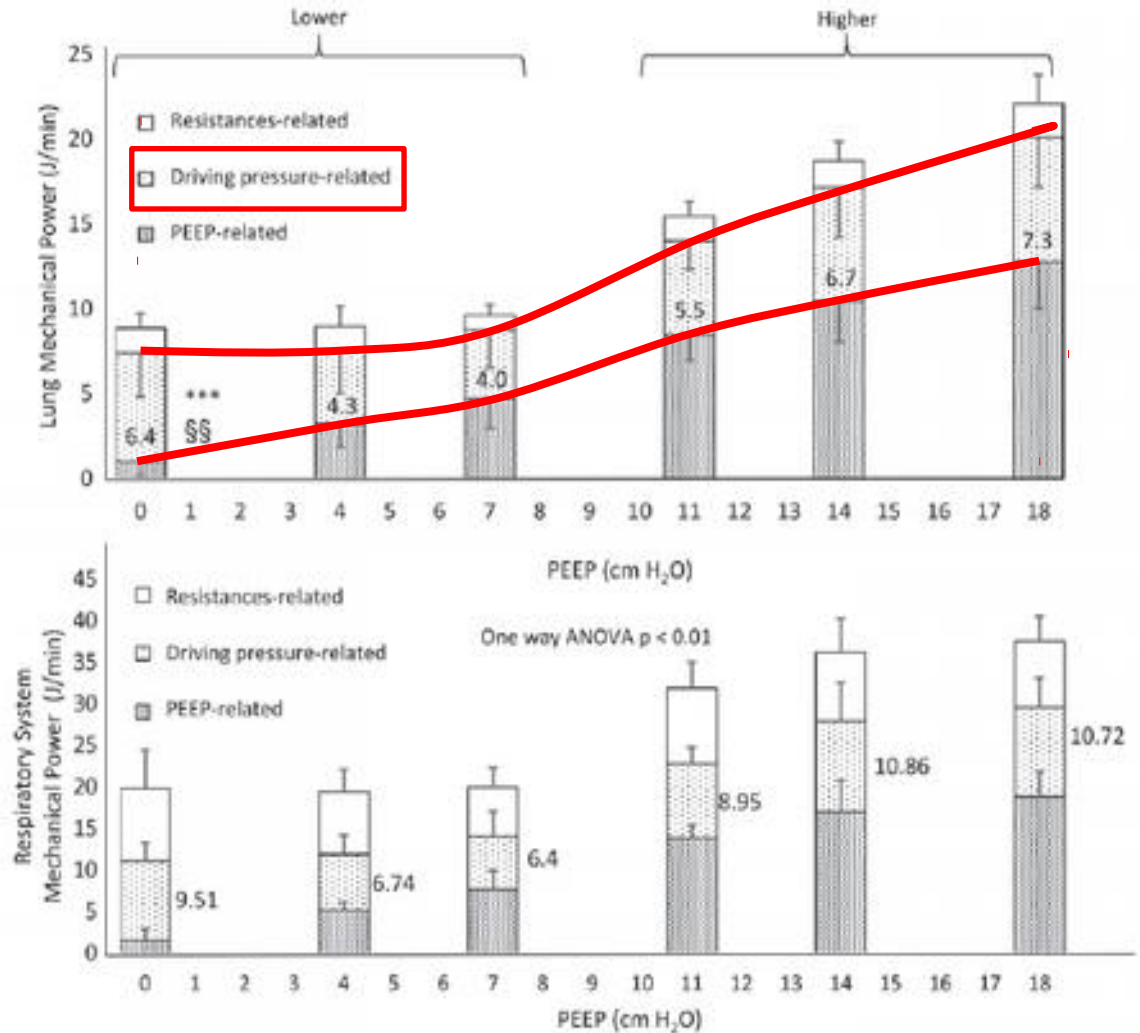


Positive End-expiratory Pressure and Mechanical Power

Francesca Collino, M.D., Francesca Rapetti, M.D.,
 Francesco Vasques, M.D., Giorgia Maiolo, M.D.,
 Tommaso Tonetti, M.D., Federica Romitti, M.D.,
 Julia Niewerhuys, M.S., Tim Behnemann, M.S., Luigi Camporota, M.
 Günter Hahn, M.Sc., Verena Reupke, D.V.M., Karin Holke, M.D.,
 Peter Hermann, M.Sc., Eleonora Duscio, M.D.,
 Francesco Cipulli, M.D., Onnen Moerer, M.D., John J. Marini, M.D.
 Michael Quintel, M.D., Luciano Gattinoni, M.D. F.R.C.P.
ANESTHESIOLOGY 2019; 130:119–30

Vzťah PEEP a „mechanical power“

Healthy pigs
 4 a 7 cm odpovídá
 8 a 14 cm u člověka

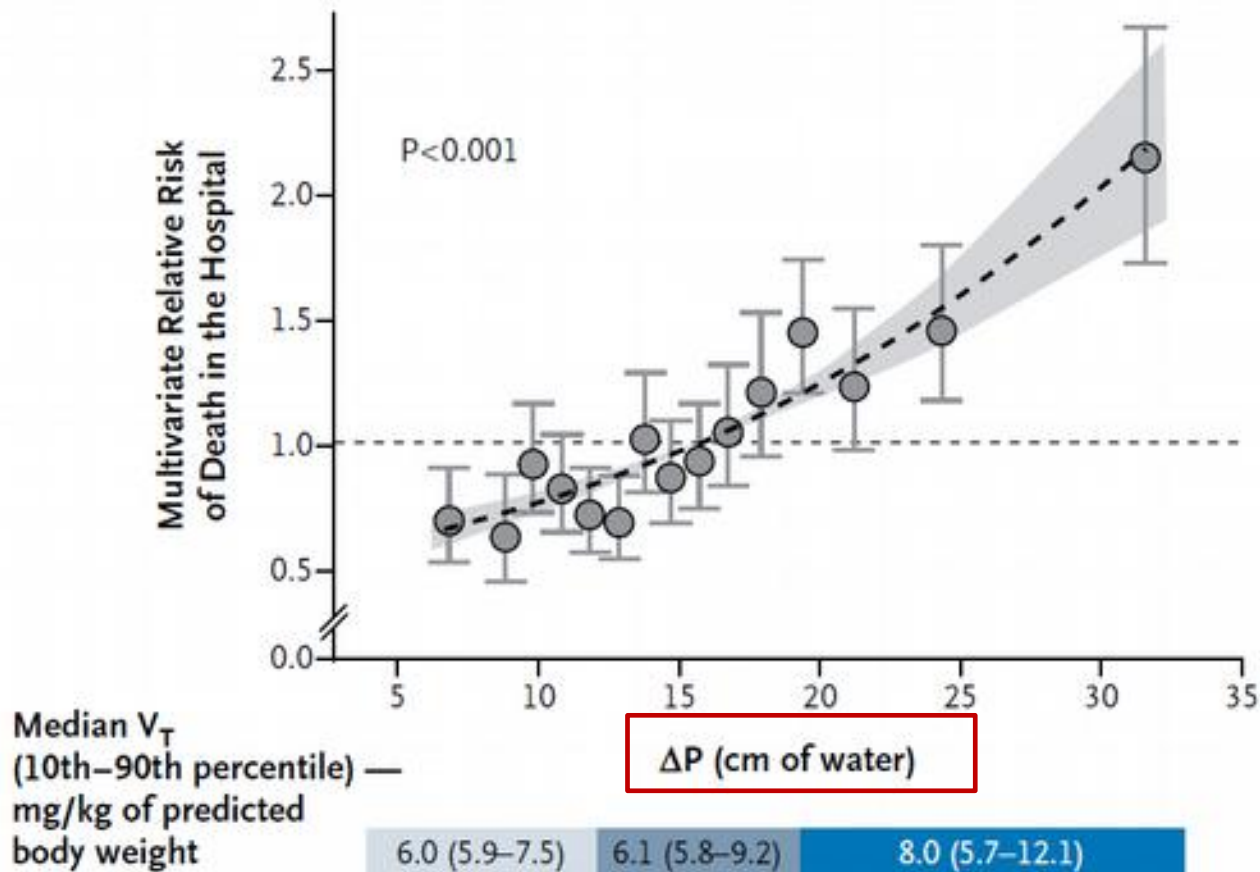


**Je driving pressure
marker nebo endpoint?**



Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome

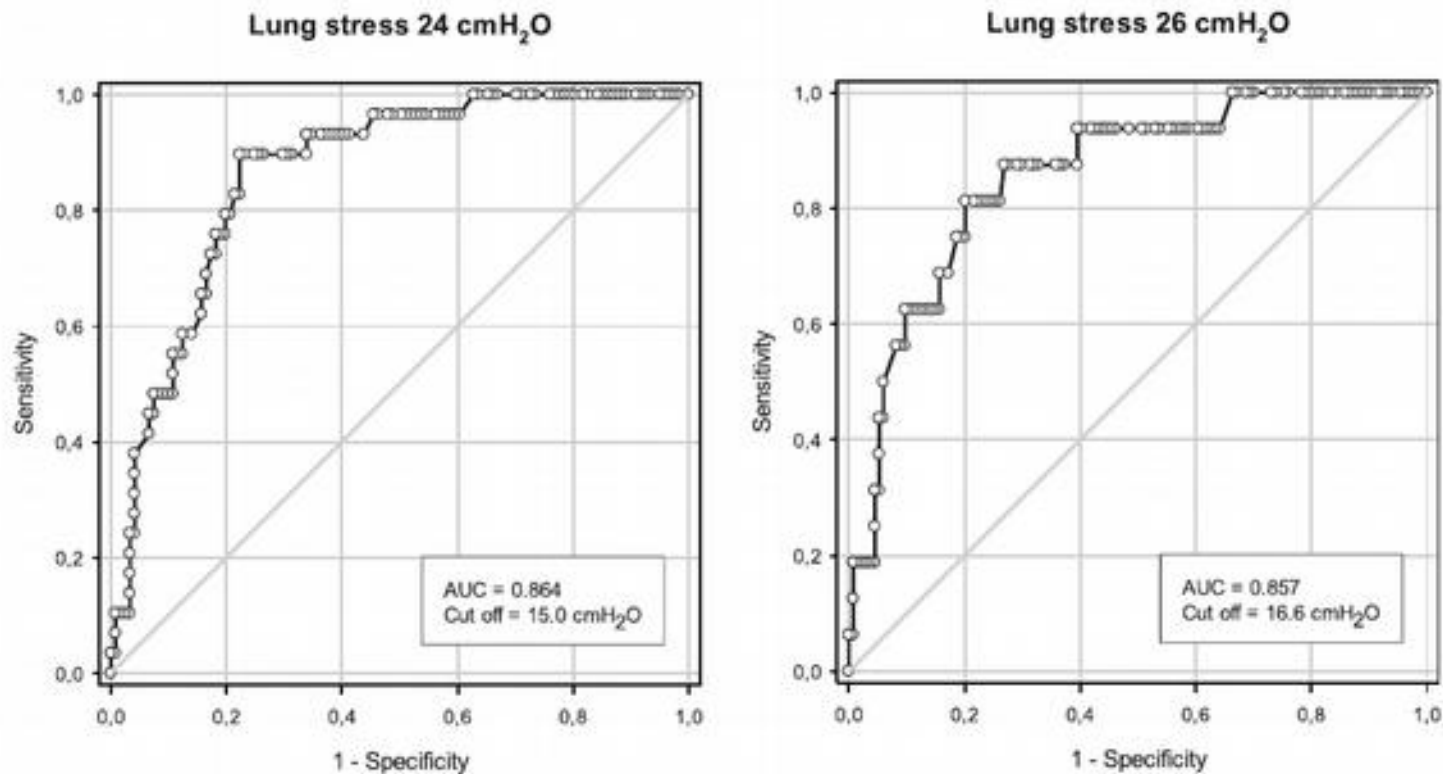
Marcelo B.P. Amato, M.D., Maureen O. Meade, M.D., Arthur S. Slutsky, M.D.,



Airway driving pressure and lung stress in ARDS patients

Critical Care (2016) 20:276

Davide Chiumello^{1,2*}, Eleonora Carlesso³, Matteo Brioni³ and Massimo Cressoni³

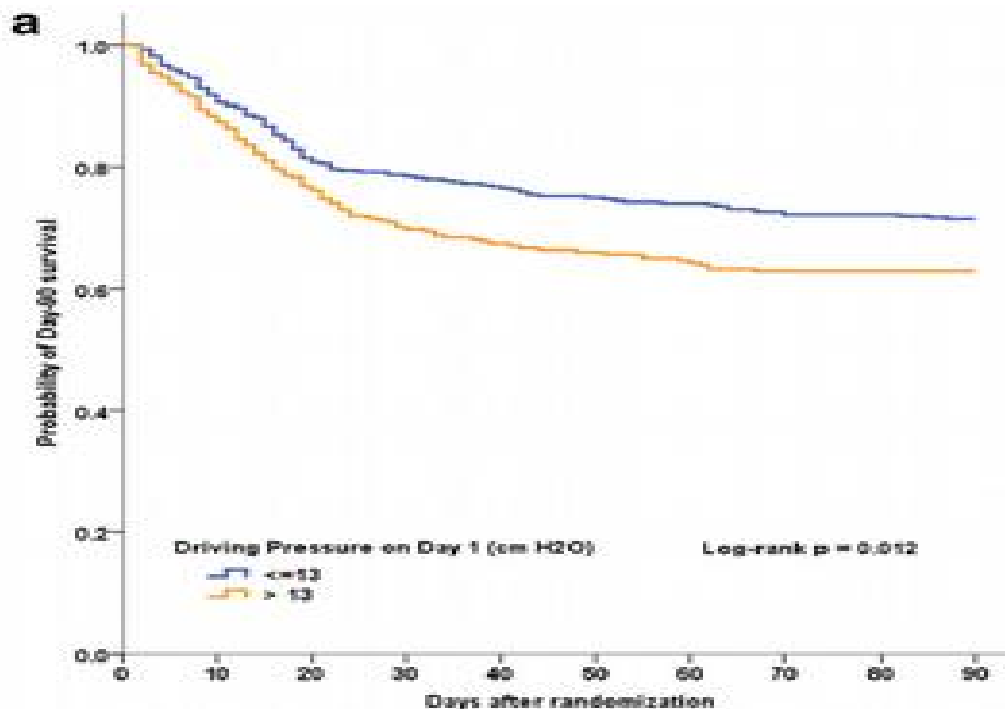


„Safety limit“ **15 cm H₂O** při PEEP 15 cm H₂O



Effect of driving pressure on mortality in ARDS patients during lung protective mechanical ventilation in two randomized controlled trials

Claude Guérin^{1,2,3*}, Laurent Papazian^{4,5,6}, Jean Reignier⁷, Louis Ayzac⁸, Anderson Loundou⁵, Jean-Marie Forel⁹
and on behalf of the investigators of the Acurasys and Proseva trials



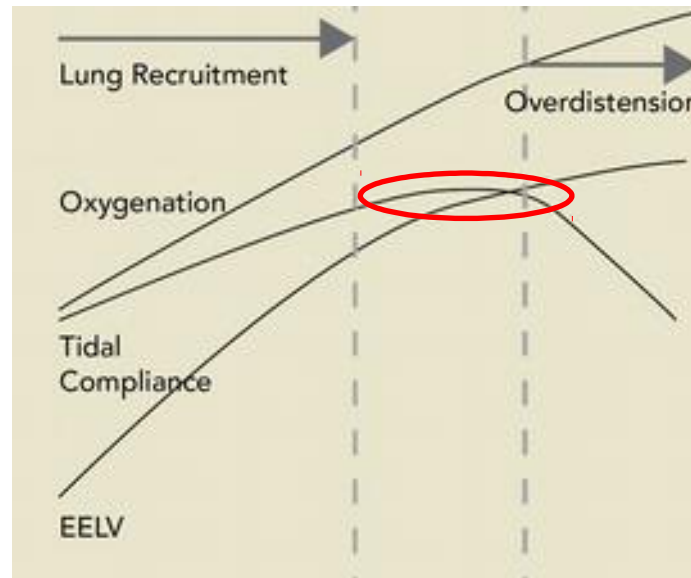
$\Delta P > 13$ cm H₂O

Zvýšení ΔP o 1 cm H₂O
vyšší rel. riziko smrti
o 5%

Vliv elastance
hrudní stěny!

Hlavní limitace driving pressure

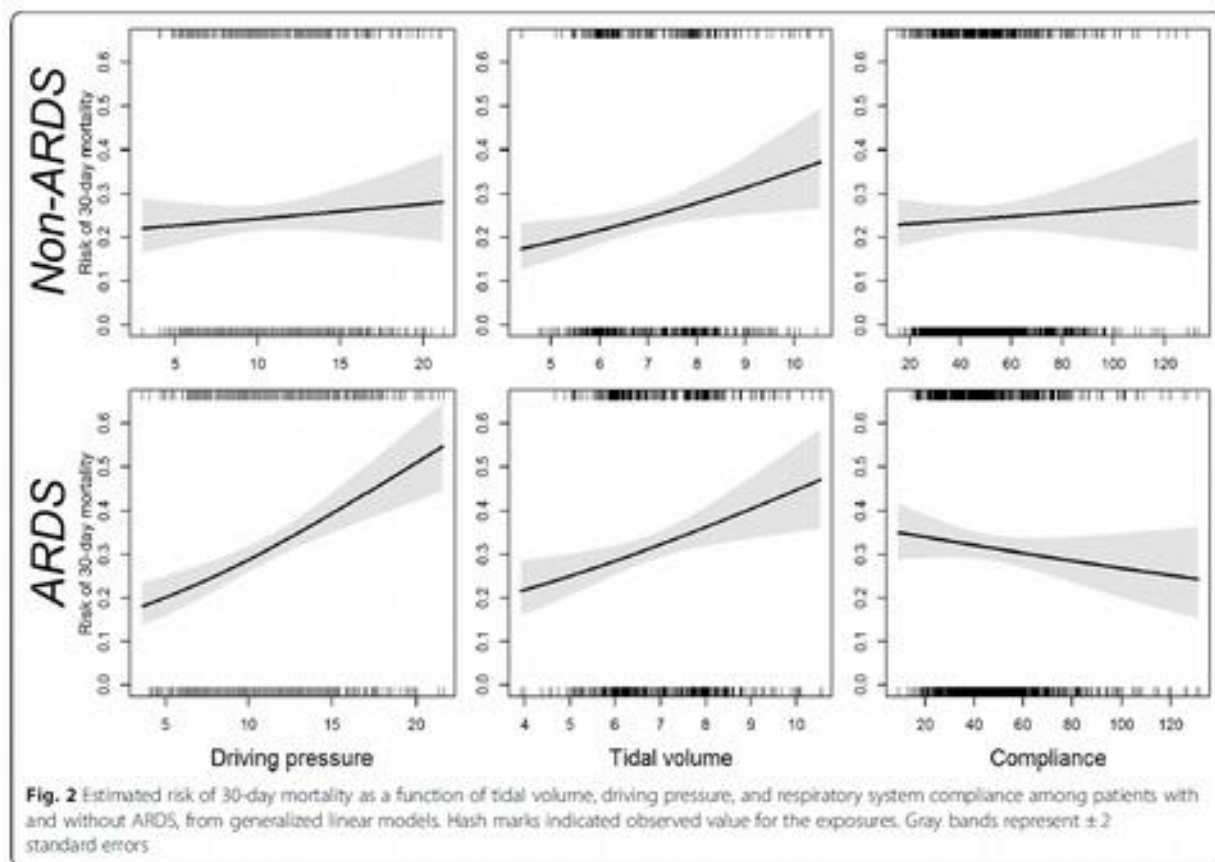
- Variabilní hodnota „cut-off“
 - Vliv compliance hrudní stěny (variabilní transpulmonální driving pressure)
- Může být stabilní v širokém rozmezí hodnot tlaku v DC



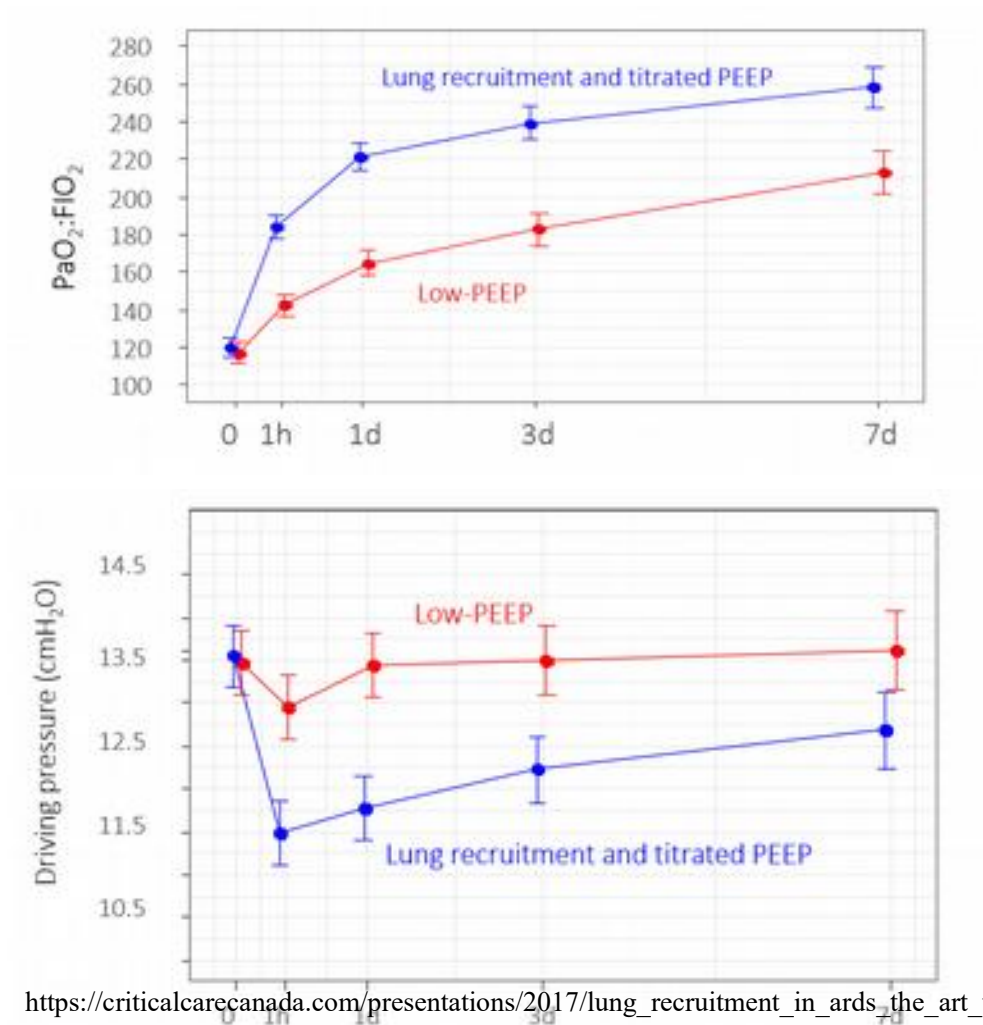
Driving pressure is not associated with mortality in mechanically ventilated patients without ARDS



Michael J. Lanspa^{1,2*}, Ithan D. Peltan^{1,2}, Jason R. Jacobs¹, Jeffrey S. Sorensen¹, Lori Carpenter¹, Jeffrey P. Ferraro^{3,4}, Samuel M. Brown^{1,2}, Jay G. Berry⁵, Raj Srivastava^{6,7} and Colin K. Grissom^{1,2}



PaO₂/FiO₂ a Driving pressure



https://criticalcarecanada.com/presentations/2017/lung_recruitment_in_ards_the_art_trial.pdf



Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome

A Randomized Clinical Trial



Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial (ART) Investigators

RESULTS A total of 1010 patients (37.5% female; mean [SD] age, 50.9 [17.4] years) were enrolled and followed up. At 28 days, 277 of 501 patients (55.3%) in the experimental group and 251 of 509 patients (49.3%) in the control group had died (hazard ratio [HR], 1.20; 95% CI, 1.01 to 1.42; $P = .041$). Compared with the control group, the experimental group strategy increased 6-month mortality (65.3% vs 59.9%; HR, 1.18; 95% CI, 1.01 to 1.38; $P = .04$), decreased the number of mean ventilator-free days (5.3 vs 6.4; difference, -1.1; 95% CI, -2.1 to -0.1; $P = .03$), increased the risk of pneumothorax requiring drainage (3.2% vs 1.2%; difference, 2.0%; 95% CI, 0.0% to 4.0%; $P = .03$), and the risk of barotrauma (5.6% vs 1.6%; difference, 4.0%; 95% CI, 1.5% to 6.5%; $P = .001$). There were no significant differences in the length of ICU stay, length of hospital stay, ICU mortality, and in-hospital mortality.



**Je možné spolehlivě rozpoznat
volutrauma/hyperinflaci/overdistenzi
z tlaků v dýchacích cestách?**

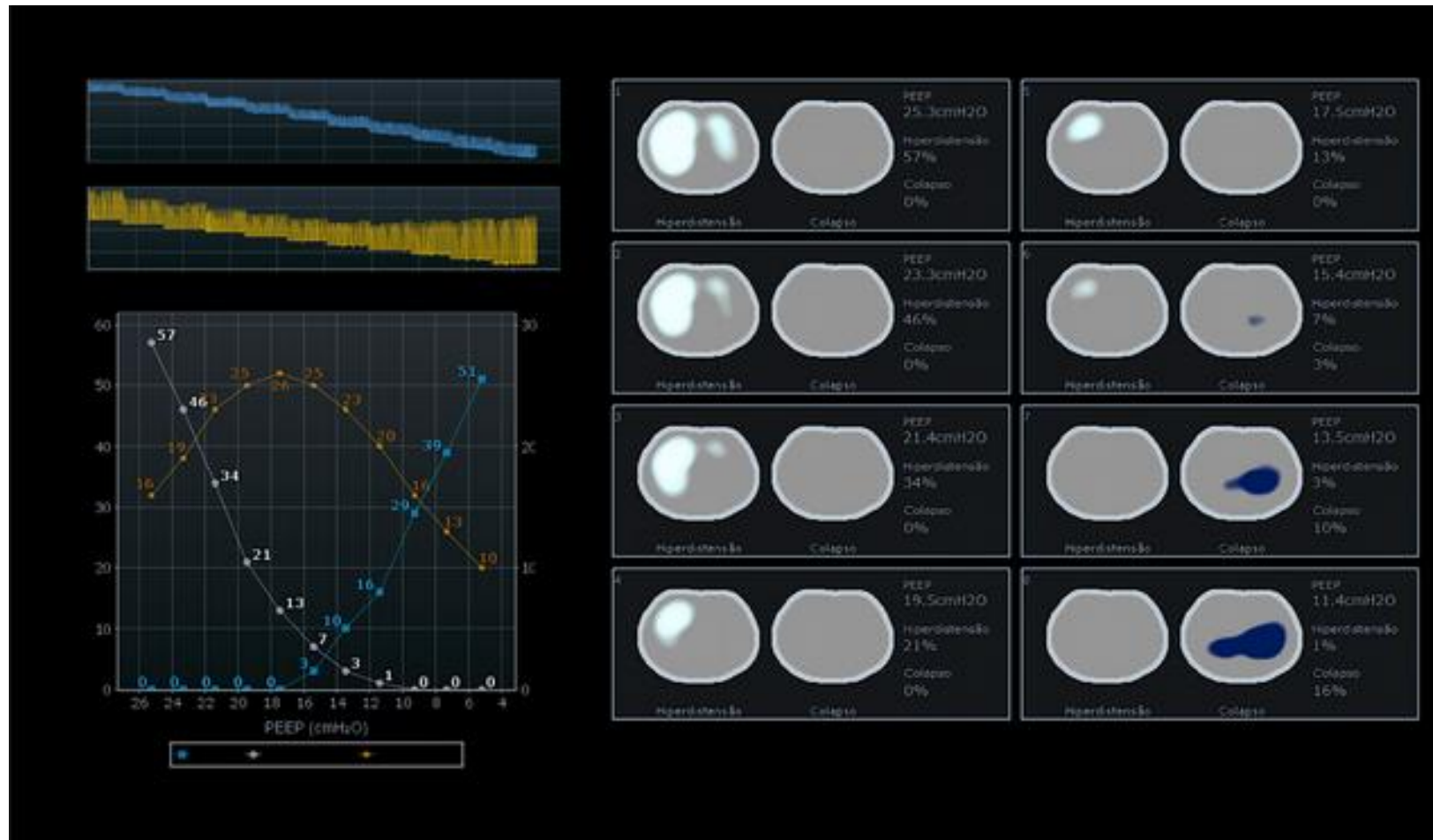


Ne

Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome



M Consuelo Bachmann^{1,2}, Caio Morais⁴, Guillermo Bugedo^{1,2}, Alejandro Bruhn^{1,2}, Arturo Morales³, João B Borges^{4,5}, Eduardo Costa⁴ and Jaime Retamal^{1,2*}

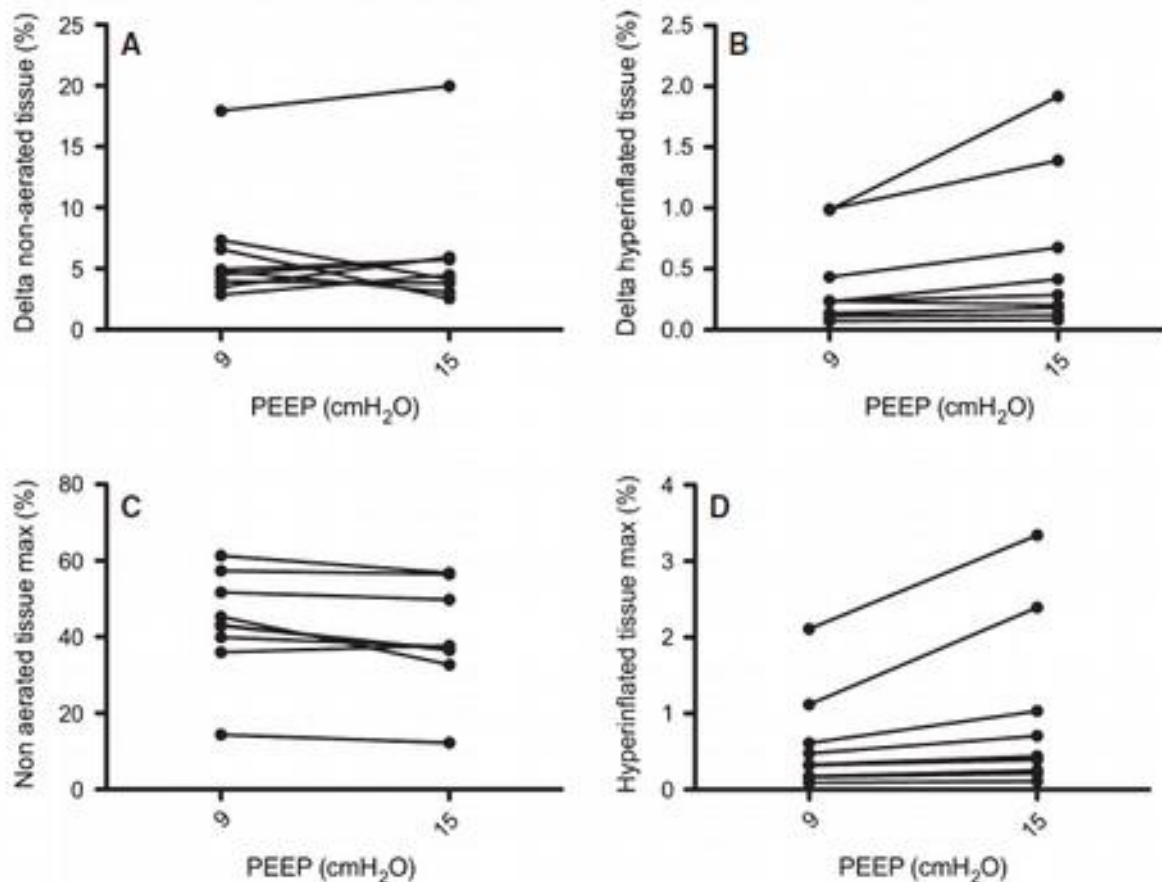


High PEEP levels are associated with overdistension and tidal recruitment/derecruitment in ARDS patients

J. Retamal^{1,2}, G. Bugeo¹, A. Larsson² and A. Bruhn¹

¹Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Intensiva, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

²Hedenstierna Laboratory, Surgical Science Department, Uppsala University, Uppsala, Sweden



Rizikovost (při řízené ventilaci)

- Inspirační transpulmonální tlak nad 20 cm H₂O (elastance derived)
- Dechový transpulmonální tlak nad 13-14 cm H₂O (elastance derived)
- Mechanical power/intensity
- Dechový objem
- Inspirační flow
- Driving pressure
- Dechová frekvence
- Délka inspiéria



Kontrola nastavení ventilátoru

Kalibrace Pes Cooper CZ 2.xlsx - Excel

Soubor Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce Data Revize Zobrazení Nápověda Soda PDF 8 Creator Řekněte mi, co chcete udělat Sdílet

Calibri 11 A A Zamakovat text Obecný Podmíněné formátování Formátovat jako tabulku Styly Vložit Odstranit Formát Seřadit a filtrovat Najít a vybrat

E17

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Doporučený PEEP (dle Pes calc exp)				Nastavení ventilátoru (vlož hodnoty do žlutých polí), PEEP a Ppl měřené hodnoty (hold)					
2	změřený Pes při dekoxi	4,4	cm H2O		V (l)	0,34				
3	PEEP min (Pes calc exp + 1 cm H2O)	8	cm H2O		RR	26				
4	PEEP max (Pes calc exp +5 cm H2O)	12	cm H2O		Ti (s)	1				
5					Ttot (s)	2,3				
7	Kontrola nastavení			Limit	Ppl (cm H2O)	24	23			
8	Driving pressure (cm H2O)	14		do 14	PEEP (cm H2O)	10	11			
9	Skutečný driving pressure (hold) (cm H2O)	12		do 14	Ppeak (cm H2O)	28				
10	Expirační transpulmonální tlak (cm H2O)	3		0 - 3	Flow (l/s)	0,5				
1	Expirační transalveolární tlak (hold) (H2O)	4		0 - 3	Raw	8				
2	Insp. transpulmonální tlak (přímý výpočet) (cm H2O)	13		do 20	Elrs	41,17647059	35,29411765			
3	Inspirační transalveolární tlak (přimo měřený) (cm H2O)	12		do 20	Elcw	12				
4	Inspirační transpulmonální tlak (elastance derived) (cm H2O)	17		do 20 až 25	Ellung	29	24			
5	Insp. Transalveolární tlak (elastance derived) (cm H2O)	16		do 20 až 24						
6	Transpulmonální driving pressure (přímý výpočet)(cm H2O)	10		do 12						
7	Transpulmonální driving pressure (elastance derived) (cm H2O)	14		do 12?						
8	Lung stress (cm H2O) release derived	18		do 24						
9	Lung stress static (cm H2O) [release derived]	17		do 24, při hodnotě 27 dosaženo TLC						
10										
1	Mechanical power (Guerin) (J/min)	12,4		do 13 J/min						
2	Mechanical power (Gattinoni) (J/min)	17,1		více než 17-25 J/min 7, normální hodnoty do 4 J/min						
3	Mechanical power per breath (J)	0,66		0,5 J odpovídá 10-30% energie způsobující disrupci tkáně						
4	Mechanical power simplified (Serpa Neto) (J/min)	18,2		do 17 J/min, normální hodnota do 4 J/min						

Mortality Odds Serpa Neto

Kalibrace a měření Pes Kontrola bezpečnosti ventilace List3



Děkuji za pozornost.

pavel.dostal@fnhk.cz

